

THÈSE DE DOCTORAT

En cotutelle, préparée et présentée
à la Faculté des géosciences et de l'environnement de l'Université de Lausanne et
à l'UFR de Lettres et Philosophie de l'Université de Bourgogne
par

Alexander FEDERAU

*Diplômé en physique de l'École Polytechnique Fédérale de Zurich et
titulaire d'une Maîtrise ès Lettres en Philosophie de l'Université de Genève*

pour l'obtention du grade de
Docteur en Sciences de l'environnement de l'Université de Lausanne
et de
Docteur en philosophie de l'Université de Bourgogne

Philosophie de l'Anthropocène Interprétations et épistémologie

Sous la direction de
Dominique BOURG, Professeur à l'Université de Lausanne
et
Jean-Claude GENS, Professeur à l'Université de Bourgogne

JURY

Dominique BOURG
Jean-Claude GENS
Matthias DÖRRIES
Jean-Philippe PIERRON

Professeur à l'Université de Lausanne
Professeur à l'Université de Bourgogne
Professeur à l'Université de Strasbourg
Professeur à l'Université Jean Moulin, Lyon III

LAUSANNE et DIJON 2016

Alexander Federau

Philosophie de l'Anthropocène
Interprétations et épistémologie

À Michelle, Hadrien et Gabrielle

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma reconnaissance et ma gratitude à mes deux directeurs de thèse. Ce travail a bénéficié tout du long des conseils inspirés de Dominique Bourg. Sa passion pour les questions environnementales et son érudition à ce sujet ont été une source d'inspiration pour moi. Son pessimisme sur ces questions tranche avec son optimisme de tous les jours. J'ai été très touché par la gentillesse, l'aide et la sollicitude de Jean-Claude Gens. Son aide a souvent été précieuse et même décisive quand il a su me montrer, dans un café d'Annecy, dans quelle impasse je me trouvais depuis deux ans. Le recentrement qui s'en est suivi m'a été salutaire. Je remercie Madame Pelluchon, Monsieur Verrecchia, Monsieur Dörries et Monsieur Pierron, pour les remarques judicieuses qui ont permis d'améliorer mon manuscrit.

L'ambiance interdisciplinaire qui règne à l'institut de géographie et durabilité (IGD) de l'Université de Lausanne m'a énormément enrichi et ce travail en est le reflet. Je tiens en particulier à remercier Gérald Hess, pour les innombrables disputes philosophiques que nous avons eues. Je remercie aussi chaleureusement Sophie Swaton, pour sa relecture enthousiaste de mon manuscrit. Merci à Manon Rosset, pour son aide avec Zotero et les droits d'auteur. Ma reconnaissance va à mes collègues de l'IGD, trop nombreux pour les citer tous, mais je pense à Augustin Fragnière, Rémi Beau, Leslie Dumas, Gabriel Salerno, Claire Julliand, Caroline Serre, Gwenaëlle Ramelet, Leah Tillman, Théodore Besson, Manuela Fernandez Irujo, Sarah Koller, Joëlle Salomon Cavin, Christian Arnsperger, Valérie Boisvert et Christian Kull. Ce travail a été rendu possible grâce au soutien de la Société Académique Vaudoise. Il n'aurait pas non plus pu aboutir sans l'aide et le soutien administratif permanent de Carole Oppliger et de Marcia Curchod, du secrétariat de l'IGD. Merci aussi à Mireille Queyroche-Moreau, Daouya Commaret et Morgan Poggioli, de l'Université de Bourgogne. Je suis reconnaissant à Emmanuel Reynard, directeur de l'institut de l'IGD, de m'avoir accordé son soutien. Merci à toute l'équipe Volteface : Nelly Niwa, Delphine Douçot, Julien Meillard et Benoît Frund, pour leur enthousiasme et leur aide. Cette thèse ne serait sans doute pas parue à l'UNIL sans l'aide d'ACIDUL et de son secrétaire général Dominique Gigon, de

l'ACIGE, de Benjamin Rudaz et de Martine Ray-Suillot, du service juridique de l'UNIL.

Enfin, c'est grâce à mes anciens collègues de RTFT, à mes amis et à ma famille, qui m'ont permis de me ressourcer durant mes nombreux moments de doute et de désarroi. J'exprime ma gratitude envers mes parents, Marianne et Halvdan, mes deux enfants Michelle et Hadrien, et à Gabrielle, mon soutien indéfectible.

*Toute ma vie, je me suis fait du souci pour la nature.
Dans l'immédiat, j'avais peut-être raison, à long terme, j'ai sûrement tort. Nous
avons plus besoin de la nature qu'elle n'a besoin de nous.*

Robert Hainard

Table des matières

Introduction	13
Première partie.....	25
I. Genèse et géologie de l'Anthropocène.....	27
I.1 Genèse du concept.	27
I.2 La Réception de L'Anthropocène par la géologie.	33
I.2.1 Un import disciplinaire.....	33
I.2.2 Quand commence l'Anthropocène ?	34
I.2.3 Classement chronologique	37
I.2.4 Le clou d'or.....	38
I.2.4.1 L'apparition et l'abondance de traces anthropogéniques.....	40
I.2.4.2. Les modifications de la composition du biote.....	44
I.2.4.3. Les perturbations des cycles globaux.	46
I.2.4.4 Les événements catastrophiques.	49
I.2.5 Discussion.....	51
II. Les précurseurs	59
II.1 De la déforestation à la force géologique.	59
II.1.1 Le comte de Buffon.	63
II.1.2 Charles Lyell.....	65
II.1.3 George Perkins Marsh.	66
II.1.4 L'Anthropozoïque.....	68
II.2 De la biosphère à la noosphère.....	73
II.2.1 La noosphère selon Le Roy.....	77
II.2.2 La noosphère selon Teilhard de Chardin.	79
II.2.3 La noosphère selon Vernadsky.....	80
II.3 De l'hypothèse Gaïa aux <i>Earth System Sciences</i>	82
II.4 L'Anthropocène, un concept orphelin ?	89
III. L'emprise humaine.....	93
III.1 l'impact humain quantifié.....	93
III.2 Le monde du vivant.....	98
III.3 Les cycles globaux.....	107
III.3.1 Notions systémiques	110
III.3.1.1 Les attracteurs.....	111

III.3.1.2 La bifurcation.....	113
III.3.2 Le cycle du carbone.....	115
III.3.3 Le cycle de l'azote.....	122
III.3.3.1 La fixation de l'azote.....	125
III.3.3.2 Le contexte historique.....	126
III.3.3.3 Le procédé Haber-Bosch.....	129
III.3.3.4 Un siècle de fixation d'azote (1890-1990).....	130
III.3.3.5 La dépendance humaine à l'azote.....	133
III.3.3.6 Où va tout cet azote ?.....	137
III.3.3.7 Les conséquences de la perturbation du cycle de l'azote.....	139
III.3.3.8 Une expérience de géophysique à grande échelle.....	140
III.3.4 La notion de limite planétaire.....	142
IV. La conservation et l'Anthropocène	151
IV.1 Préservation versus Conservation.....	151
IV.2 « La nouvelle science de la conservation ».....	155
IV.3 la domestication du monde.....	158
IV.4 Les espèces invasives.....	159
IV.5 La réserve naturelle de Oostvaardersplassen.....	164
IV.5.1 Les aurochs.....	166
IV.5.2 Les Frères de Heck.....	167
IV.5.3 L'analogie écosystémique.....	169
IV.6 Conclusion.....	172
Deuxième partie	175
V. Par-delà le naturalisme	177
V.1 Le scientifique engagé.....	177
V.2 La boîte noire.....	185
V.3 Comment construit-on un pont ?	188
V.3.1 L'approche systémique.....	188
V.3.2 Les sciences humaines comme outils incitatifs.....	190
V.3.3 Les deux cultures.....	192
V.4 Les humanités environnementales.....	194
V.5 Conclusion.....	198
VI. Le récit naturaliste : un Léviathan aux pieds d'argile.....	199
VI.1 L'appropriation humaine du temps.....	199
VI.2 Le Léviathan comme sujet unique du récit naturaliste.....	204
VI.3 Paradoxes et sophismes.....	207
VI.3.1 L'humanité contre les hommes.....	207

VI.3.2 Le sophisme des causes profondes.....	210
VI.3.3 Le sophisme de l'appel à la nature humaine.	216
VI.3.4 Le sophisme de la population : L'anthropos comme « nous » généralisé.....	218
VI.4 Conclusion.	224
VII. Une nouvelle condition humaine	227
VII.1 Axiologie	228
VII.1.1 Le bon Anthropocène.....	228
VII.1.2 Effondrement.	234
VII.1.3 Humains contre Terriens.	239
VII.2 La fin de la Modernité ?	241
VII.2.1 Le dualisme Nature/Société.....	241
VII.2.1.1 L'hybride.....	243
VII.2.1.2 La liberté des modernes et des post-modernes.....	245
VII.2.1.3 Un dualisme non pas ontologique, mais historique.....	247
VII.2.2 Un autre rapport au temps ?	249
VII.2.2.1 Géohistoire.....	260
VIII. Vers une herméneutique planétaire	263
VIII.1 La mémoire de la Terre.....	263
VIII.1.1 Les apports de la philosophie herméneutique.....	264
VIII.1.2 Le livre de la nature en Occident.....	267
VIII.2 La nature a-t-elle une signification ?.....	269
VIII.2.1 Difficultés du projet.	270
VIII.2.2 L'herméneutique du vivant.....	274
VIII.2.3 La valeur intrinsèque des éthiques environnementales.....	277
VIII.2.4 Les herméneutiques environnementales.	279
VIII.3 L'expérience planétaire.	286
VIII.3.1 La nécessité de la médiation : le chemin vers la planète bleue.....	286
VIII.3.2 Le point bleu pâle.....	290
VIII.3.3 la Terre de l'Anthropocène.	294
VIII.4 L'herméneutique planétaire.....	300
Conclusion	303
Bibliographie	309

Introduction

Au printemps 2012, toutes les stations atmosphériques américaines de l'Arctique mesurent pour la première fois des concentrations de dioxyde de carbone supérieures à 400 ppm¹. L'observatoire situé sur le volcan hawaïen de Mauna Loa franchit ce seuil dès l'année suivante. En mars 2015, les mesures prises sur le Mauna Loa dépassent pour la première fois les 400 ppm durant un mois entier. Lorsque ces lignes sont écrites, la station hawaïenne indique 402 ppm et selon Ralph Keeling qui supervise ces mesures, il est possible qu'à l'échelle des civilisations aucune station ne mesurera plus jamais des valeurs *en dessous* des 400 ppm. Si ces données sont importantes, c'est qu'elles influencent la température moyenne de la Terre au travers de l'effet de serre, et que leur progression induit un réchauffement planétaire rapide. L'année 2015 a été la plus chaude jamais enregistrée, et elle détrône 2014.

Si la Terre a connu par le passé des concentrations de dioxyde de carbone et des températures bien plus élevées, il faut remonter aux maximas du Pliocène, il y a plus de trois millions d'années, pour retrouver des valeurs équivalentes à celles vécues actuellement. À l'époque, l'homme (*Homo sapiens*) tel que nous le connaissons n'existait pas encore.²

Le réchauffement planétaire n'est pas la seule transformation écologique d'envergure planétaire. Plus de 300 millions de tonnes de plastique sont produites

¹ Les « ppm » sont des parties par millions. Au sein des géosciences, il s'agit généralement d'un rapport massique, par exemple un ppm d'un kilogramme est un milligramme, et ils sont utiles pour décrire des concentrations. Dans le cas d'un gaz, cependant, il est plus correct de parler de « ppmv », c'est-à-dire de ppm sur des volumes de gaz dans des conditions standard de pression et de température. Les ppmv décrivent des rapports de pression. Dans l'exemple, 400 ppmv de gaz carbonique signifie qu'il contribue pour 0,04 % à la pression atmosphérique. Comme cette dernière est reliée au nombre de molécules, il s'agit d'un rapport de quantités de molécules. De manière analogue, les « ppb » sont des parties par milliard, et les « ppbv » des parties par milliard par volume.

² M. A. Martínez-Botí, G. L. Foster, T. B. Chalk, E. J. Rohling, P. F. Sexton, D. J. Lunt, R. D. Pancost, M. P. S. Badger et D. N. Schmidt, « Plio-Pleistocene climate sensitivity evaluated using high-resolution CO₂ records », *Nature*, 5 février 2015, vol. 518, n° 7537, p. 49-55.

par année, dont l'écrasante majorité finira disséminée dans l'environnement et y restera longtemps. La moitié du béton produit durant toute l'histoire l'a été durant les vingt dernières années. L'érosion de la biodiversité³ des espèces animales et végétales est telle qu'il est question d'une grande extinction, la sixième seulement de l'histoire de la Terre. Toutes ces dynamiques sont reliées par une cause unique : elles sont dues à l'homme. Les activités humaines ont un effet récent, mais très puissant et profond sur l'environnement global, avec de nombreuses conséquences à long terme. L'ampleur et l'accélération de cette dynamique sont telles qu'il a été suggéré que l'époque géologique dans laquelle nous vivons n'est plus l'Holocène, mais l'Anthropocène. Selon ses promoteurs, il s'agit d'une nouvelle époque géologique marquée par l'influence prépondérante des activités humaines et la fin des conditions climatiques qui ont prévalu tout au long de l'Holocène.

Ce n'est que la deuxième fois que des êtres humains sont les témoins d'une transition géologique. La première fois a lieu il y a 11 700 ans, à l'aube de l'Holocène, et les hommes vivent alors en petites communautés semi-nomades et se nourrissent grâce à la chasse et à la cueillette. Le changement du Pléistocène vers l'Holocène signifie alors la transition d'un âge de glace vers un climat plus doux, une montée des mers de plusieurs dizaines de mètres et l'extinction de nombreuses espèces. La domestication est déjà connue, puisque le chien accompagne l'homme pour chasser, mais il faut attendre le climat stable et tempéré de l'Holocène pour permettre à nos lointains ancêtres d'explorer méthodiquement la domestication des animaux et des plantes. Bien que cela prenne plusieurs millénaires, l'agriculture et l'élevage permettent d'habiter un unique et même lieu toute l'année, ce qui est la plus grande révolution de la condition humaine à ce jour.

Ce climat plus doux est un épisode interglaciaire de la période glaciaire actuelle, comme le Pléistocène en connut plusieurs par le passé. L'Holocène se dirige inéluctablement vers une nouvelle phase glaciaire. Cette succession de périodes glaciaires et interglaciaires est due à des variations orbitales, qui forment le cadre

³ Quand on considère les pertes en biodiversité, il est avant tout question des organismes multicellulaires et les eucaryotes. Quand on parle de grandes extinctions, le monde bactérien en est exclu. Or, la Terre n'a connu que cette forme de vie pendant la majorité de son existence. Ce sont les bactéries qui ont instauré les cycles biogéochimiques tels que nous les connaissons, et qui les régulent à bien des égards encore aujourd'hui.

plus général des variations climatiques dont il sera question tout au long de cet ouvrage.⁴

L'Anthropocène constitue la seconde transition géologique vécue par l'humanité. Pour la première fois, les humains ne sont pas seulement les témoins de ces changements, mais ils en sont les auteurs. C'est aussi la première fois qu'un agent géologique est capable de comprendre la portée de ses actions. En soi, ces affirmations ont quelque chose de vertigineux, et le concept a indéniablement une certaine grandeur. Les échelles temporelles dont il est question sont titanesques, sans commune mesure avec la durée d'une vie humaine. Les chiffres articulés dépassent aussi souvent l'entendement : il y est question de millions de tonnes, de téragrammes (Tg) de carbone, d'azote ou d'oxygène. Quelle place l'homme, qui ne vit au mieux qu'un siècle, peut-il bien jouer dans cette histoire terrestre ? Il faut commencer par se déprendre de la sidération que provoquent ces échelles temporelles pour se rendre à l'évidence et examiner l'inventaire que fait l'Anthropocène de ce que les hommes ont ajouté, ce qu'ils ont retranché, ce qu'ils ont transformé sur Terre. L'Anthropocène examine la mémoire que la Terre garde du passage de l'homme.

Étymologiquement, ce néologisme est construit à partir du grec ancien ἄνθρωπος (*anthropos*, l'homme) et de -cène, de καινός (*kainos*, nouveau), qui désigne en géologie les époques du Cénozoïque. Littéralement, l'Anthropocène est donc « l'âge de l'homme ». Son usage est pour l'heure informel, puisqu'il faut une décision d'un congrès international de géologie pour introduire une nouvelle époque. Nous vivons donc encore officiellement dans l'Holocène, même si pour beaucoup de

⁴ Les variations orbitales sont de trois ordres et s'appellent les paramètres de Milanković. Le premier paramètre est un changement de l'orbite de la Terre autour du soleil. La trajectoire de la Terre autour du soleil décrit une ellipse, mais cette dernière est parfois plus circulaire, comme elle l'est aujourd'hui, qu'à d'autres moments. La période de cette variation est de 413 000 ans. Le second paramètre est l'obliquité. L'axe de rotation de la Terre, la ligne qui relie les pôles géographiques, forme un angle avec le plan dans lequel se trouve l'orbite terrestre. Cet angle varie un peu au cours du temps, entre 22.1° et 24.5°. Lorsqu'il est plus grand, les saisons sont plus intenses. La période de cette variation est de 41 000 années. Le troisième paramètre est la précession des équinoxes, c'est-à-dire le lent changement de la direction de l'axe de la Terre, selon un cercle, qui prend 25 760 années à se former. Si les variations orbitales expliquent certains aspects du climat, l'effet de serre joue aussi un rôle non-négligeable. En plus de cela, les configurations continentales jouent aussi un rôle.

scientifiques et de penseurs, cette ratification officielle n'a pas grande importance, puisqu'ils utilisent le mot couramment depuis plusieurs années. Une recherche bibliographique même superficielle permet de se rendre compte du nombre de disciplines qui font appel à l'Anthropocène dans leurs travaux. Il est rare qu'un concept soit discuté par autant de domaines à la fois, autant par les sciences naturelles que par les sciences humaines.

La notion semble être venue à point nommé, et elle a su capter l'air du temps, avec son ambivalence, le *Zeitgeist* écologique d'un côté et la veine transhumaniste de l'autre. En proclamant un état des lieux global de la planète, l'Anthropocène est capable d'exprimer un ensemble d'intuitions largement partagées par ceux qui s'intéressent à l'état actuel des relations socionaturelles et à la place de l'homme sur la Terre. Ce n'est pas le premier concept décrivant une influence globale de l'être humain et ce ne sera sans doute pas le dernier, mais son écho dans le monde académique et, dans une moindre mesure, dans le public instruit, montre bien qu'une corde sensible a été touchée.

L'Anthropocène est discuté chez les géologues, les climatologues, les biologistes, mais aussi chez les géographes, les historiens, les économistes, ou encore les politologues. On trouve des références à l'Anthropocène pour décrire l'extension des villes et des surfaces agricoles, l'uniformisation du monde du vivant, les invasions biologiques, les extinctions d'espèces, le changement climatique et l'augmentation du nombre de frustules, ces petites coques laissées par des algues unicellulaires, dans les lacs alpins.

Ce succès est lié à la capacité de l'Anthropocène à subsumer sous lui des réalités très diverses. Sa vocation assumée est de décrire le lien contemporain à la nature. Il s'agit là d'un projet ambitieux, d'une part en raison de la diversité de ces liens, mais aussi parce que le concept de nature est l'un des plus riches et polysémiques de la tradition occidentale.⁵

⁵ Nous n'en donnons ici qu'un aperçu schématique. Pour plus de détails sur l'histoire de l'idée de nature, voir Robert Lenoble, *Esquisse d'une histoire de l'idée de nature*, Paris, A. Michel, 1969 ; Clarence J. Glacken, *Traces on the Rhodian shore: nature and culture in Western thought from ancient times to the end of the eighteenth century*, Berkeley, University of California Press, 1967 ; Robin George Collingwood, *The Idea of Nature*, Oxford, Oxford University Press, 1960 ; Pierre Hadot, *Le voile d'Isis: essais sur l'histoire de l'idée de nature*, Paris, Gallimard, 2008 [2004].

La pensée occidentale est apparue avec l'idée de « nature ». Depuis que Thalès de Millet a refusé de recourir aux explications mythiques pour comprendre les phénomènes météorologiques notamment, le destin de la philosophie occidentale et celui de l'idée de nature sont inséparables. Les orages ne sont plus le fait de la colère de Zeus, mais ces phénomènes naturels ont une cause tout aussi naturelle. L'une des premières questions philosophiques a en effet été « qu'est-ce que la nature ? ».

L'idée de la naturalité du devenir et du mouvement sera développée par Aristote ; il situe leur cause dans l'être naturel lui-même. Si un animal croît, se déplace et perçoit, c'est parce qu'il a une âme. Tout être naturel consiste ainsi en l'union d'une forme et de matière, qu'Aristote appelle aussi substance. Le concept de nature qu'il développe dans sa *physique*⁶ pose ainsi qu'un être est naturel s'il possède en lui-même son propre principe de mouvement et de changement. Ce principe explique que la dynamique naturelle se fait selon un ordre bien précis. Aristote explique ainsi que si le gland finit par donner un chêne, c'est parce qu'il l'est déjà en puissance. Ainsi, les êtres naturels tendent toujours vers leur finalité intrinsèque. La nature aristotélicienne est vivante et mouvante, mais elle reproduit à l'infini des individus des mêmes espèces dans un ordre global immuable. Tout n'est pas naturel, cependant, chez Aristote. Les êtres qui n'ont pas en eux-mêmes leurs propres principes de mouvement et de changement ne sont pas naturels. Les productions humaines, les artefacts, ne le sont pas, puisque c'est l'homme et ses techniques qui en définissent la forme et la finalité.

La conception moderne de la nature, celle qui s'impose progressivement à partir du XV^e siècle avec Copernic, puis Galilée, Bacon, Newton ou encore Descartes, s'est construite explicitement contre la conception aristotélicienne. Elle en prend même le contre-pied. Le monde naturel n'est plus composé d'êtres vivants, mais de matière inerte, dont la caractéristique est d'évoluer selon un ensemble de lois naturelles. Le principe interne de mouvement, qui garantissait, selon Aristote, la spontanéité de la nature, n'existe plus. Le mouvement d'un corps s'explique exclusivement selon le

⁶ Aristote, *Physique*, II.1, 192b14-16 ; traduction de Pierre Pellegrin, 2e édition, Paris, Flammarion, 2002, p. 116.

principe d'inertie, et les forces qui y sont appliquées. Les causes du mouvement sont toujours externes, et elles n'existent pas en vue de quelque chose. La nature n'a pas de finalité particulière. En lieu et place, le monde naturel évolue comme une machine, mécaniquement et sans aucune intelligence. La modernité abolit aussi l'union aristotélicienne de l'âme et du corps. Chez Descartes, il n'y a plus une unique substance comme chez Aristote, mais deux. L'âme est une substance et la matière étendue en est une autre. Chacune de ces substances suit une logique propre, et il n'existe qu'un lien ténu entre les deux, la glande pinéale.

Cette ontologie dualiste a défini le cadre conceptuel central de la modernité, en posant l'extériorité de l'homme à la nature. Selon la philosophe Catherine Larrère et l'agronome Raphaël Larrère,

de ce grand partage, on a décliné les dimensions ontologiques (sujet – objet), scientifiques (sciences de la nature – sciences de l'homme et de la société) et morales (humanisme anti-naturaliste).⁷

Le grand partage donne des rôles nouveaux à l'homme et à la nature. Les êtres naturels ne font qu'obéir à un ensemble de lois naturelles. L'homme, au contraire, relève du double règne de l'esprit et de la liberté, qui « l'arrache à la nature ». Cette ontologie s'accorde bien avec l'idée chrétienne d'une transcendance du Créateur par rapport à la Création, et d'un homme *imago dei*, créé à l'image et à la ressemblance d'un dieu transcendant, extérieur et étranger à la nature.

On peut ainsi distinguer au moins trois sens de la nature. Dans son sens le plus général, est naturel tout ce qui est soumis aux lois naturelles. Si l'on ne croit pas aux miracles, tout ce qui existe est naturel en ce premier sens. Dans un second sens, est naturel ce qui n'est pas artificiel. Enfin, est naturel est ce qui se développe de manière autonome, indépendamment de l'homme et de ses techniques.⁸

⁷ Catherine Larrère et Raphaël Larrère, *Du bon usage de la nature : pour une philosophie de l'environnement*, Paris, Flammarion, 2009 [1997], p. 154.

⁸ Ces distinctions sont loin d'épuiser les sens de la nature. Helena Siipi n'en distingue pas moins de seize. Helena Siipi, « Dimensions of naturalness », *Ethics & the Environment*, 2008, vol. 13, n° 1, p. 71–103 ; D'autres lectures sont aussi possibles. Par exemple, la tripartition proposée par Gérald Hess. Gérald Hess, *Ethiques de la nature*, Paris, PUF, 2013, p. 41–60.

Introduction

La conception moderne d'une nature machine et d'une humanité libre et autonome va pourtant être sérieusement mise en doute à partir du XIX^e siècle. La publication, en 1859, de *L'origine des espèces*⁹ par Charles Darwin, ébranle sérieusement les fondements du grand partage moderne. Le mécanisme de la sélection naturelle qu'il y décrit considère que, puisqu'il naît plus d'individus qu'un milieu ne peut en nourrir, mais que chaque individu diffère légèrement d'un autre de son espèce, seuls les individus les mieux adaptés au milieu parviendront à se reproduire. Ainsi, l'espèce n'est pas fixe, mais elle ne cesse d'évoluer en fonction de ce critère d'adaptation. Il s'en suit que tous les êtres vivants, humains y compris, descendent d'un ancêtre unique. Avec la théorie de l'évolution, la nature cesse d'être un décor statique et mécanique. Elle redevient une force créatrice, qui a de surcroît sa propre histoire.

La place de l'homme change aussi de façon drastique. En prouvant les liens généalogiques entre tous les êtres vivants, Darwin prouve que l'homme ne peut prétendre au statut d'être autonome, séparé de la nature, puisqu'il est un animal, et qu'il a la même origine que tous les autres êtres vivants. L'homme n'est pas si exceptionnel que cela après tout, et le grand partage y perd son caractère absolu. Malgré la blessure narcissique qu'elle inflige à l'homme¹⁰, la théorie de l'évolution n'a pourtant pas beaucoup fait bouger les lignes entre le monde naturel et le monde humain. Dans les descriptions darwiniennes, l'homme est le spectateur intéressé, mais passif, d'une évolution naturelle qui a lieu depuis l'aube des temps et dont il n'est qu'un des chaînons. Si la sélection est dite naturelle, c'est parce qu'elle est un mécanisme qui ne doit rien à l'homme. Par contraste, la domestication n'est pas une sélection naturelle, mais artificielle.

Un siècle et demi plus tard, la réalité que décrit l'hypothèse de l'Anthropocène rend en revanche la séparation entre le monde naturel et humain contestable. La montée rapide de l'impact environnemental d'origine humaine détruit l'idée d'une

⁹ Charles Darwin, *L'origine des espèces : au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie*, traduit par Daniel Becquemont, Paris, Flammarion, 2008 [1859].

¹⁰ Sigmund Freud, *Œuvres complètes*, traduit par Janine Altounian, Paris, PUF, 1996, vol.15, p. 43-51.

nature comme royaume séparé de l'homme, puisqu'elle est de plus en plus colonisée par la société. L'homme n'est plus un spectateur passif de l'évolution, mais une force géologique et évolutive active, qui transforme les milieux sur une échelle planétaire. Cette transformation n'est d'ailleurs pas à sens unique, puisque les plus grandes craintes liées aux changements environnementaux concernent les répercussions sociales qui en résultent. L'intrication entre nature et société est telle qu'il est de plus en plus difficile d'en parler de manière séparée : elles évoluent de manière conjointe. Pourtant, et c'est le paradoxe, l'Anthropocène affirme à nouveau la destinée exceptionnelle de l'homme, en proclamant l'entrée dans « l'ère de l'homme ».

C'est cette contradiction qui sera examinée dans ce travail. La thèse centrale est que l'Anthropocène pousse la modernité, en particulier son cadre dualiste, dans ses derniers retranchements. Que l'Anthropocène nous conduise à remettre en cause la compréhension moderne de nos relations à la nature n'échappe évidemment à personne. Et pourtant, nombre de commentateurs ne cessent de reconduire, à des titres divers, une lecture moderne et dualiste. Notre travail consistera à montrer, à partir d'exemples tirés des travaux de différentes communautés épistémiques, les voies qui nous ramènent au dualisme. À chaque fois, soit nous nous heurtons à des paradoxes et des difficultés, soit la lecture dualiste proposée entre en compétition avec d'autres paradigmes émergents. Nous chercherons nous-mêmes à nous extraire des chausse-trappes du dualisme, sans y parvenir non plus totalement, en jouant sur les ponts que peut jeter une lecture herméneutique de la nature et de son histoire, entre elle-même et l'approche systémique des sciences dures.

En dépit du propos, et cela indique la difficulté du projet, le plan suit une division moderne typique : les quatre premiers chapitres sont consacrés aux savoirs positifs, tandis que les quatre suivants traitent des savoirs interprétatifs.

Le premier chapitre décrit la genèse un peu particulière du concept d'Anthropocène puisque, dans sa définition rigoureuse, il s'agit d'un concept géologique, mais qui n'a pas été défini par des géologues. Ces derniers y ont cependant trouvé suffisamment d'intérêt pour proposer d'en faire une époque officielle. Les débats et controverses proprement stratigraphiques seront ainsi

présentés. Il en ressort qu'il existe deux conceptions distinctes de l'Anthropocène : la première est systémique, et la seconde anthropique.

Si l'Anthropocène est un concept assez récent, ce n'est pourtant pas la première fois que quelqu'un affirme que nous vivons à « l'âge géologique de l'homme ». Le second chapitre est consacré à l'histoire des idées. Il y apparaît que les concepts précurseurs sont fréquemment influencés par une interprétation chrétienne. Ces antécédents sont résolument dualistes et ignorent tout du systémisme. De plus, nous verrons aussi que l'Anthropocène a une dette importante envers les deux élaborations plus précoces que sont l'hypothèse Gaïa d'une part, et le couple noosphère/biosphère d'autre part.

Le chapitre III est un peu particulier, en ce qu'il est presque entièrement factuel. Il présente d'une manière synthétique, à partir de la notion de *limites planétaires*, quelles sont les principales perturbations planétaires d'origine humaine qui justifient l'introduction d'une nouvelle époque géologique. La seconde partie du chapitre se concentre sur les aspects systémiques, et en particulier sur le fonctionnement des cycles biogéochimiques globaux. Nous avons choisi de présenter les perturbations du cycle de l'azote, pour montrer que l'Anthropocène englobe bien plus que le changement climatique et les émissions fossiles.

Le quatrième chapitre reprend la méthodologie générale par une analyse conceptuelle des enjeux qui agitent le monde de la conservation. Pour ce dernier, l'irruption de l'Anthropocène est un véritable choc, qui vient bousculer les pratiques et questionner les buts. Il en ressortira que les difficultés conceptuelles actuelles de la conservation sont une conséquence d'une pensée structurée selon le dualisme nature/société. Ce chapitre clôt la première partie.

Le cinquième chapitre montre de quelles manières les sciences naturelles qui traitent de l'Anthropocène cherchent à dépasser la séparation épistémologique moderne, en engageant le dialogue avec la société d'une part, et avec les sciences sociales et humaines d'autre part.

En ce qui concerne la société, la modalité principale en est la mise en garde. Certains scientifiques considèrent qu'il fait partie de leur devoir citoyen d'alerter la société devant un danger identifié. Cette posture de lanceur d'alertes a des succès avérés, comme ce fut le cas avec la dénonciation de la déplétion de la couche d'ozone. Mais les scientifiques ont beaucoup plus de mal à convaincre sur un thème

comme l'Anthropocène. La raison en est qu'empêcher un changement global implique des changements sociétaux bien plus importants qu'une interdiction circonscrite comme celle des CFC. C'est pourquoi les géosciences cherchent à nouer des collaborations avec les sciences humaines.

Mais cette interdisciplinarité est parfois difficile pour les sciences sociales et humaines, en raison du refus catégorique des sciences naturelles d'intégrer des questions de valeurs, ce qui interdit l'approche interprétative.

Qu'une telle approche interprétative soit pourtant essentielle sera montré au chapitre VI. Les principaux promoteurs de l'Anthropocène ont donné un récit historique « factuel » de l'entrée dans l'Anthropocène. Les faiblesses et erreurs interprétatives de ce récit seront explicitées. Il sera en particulier montré, avec l'appui de la théorie du récit de Paul Ricœur, que c'est au travers du récit qui l'accompagne, et non du concept d'Anthropocène *stricto sensu*, que se fixe sa signification. Cela provient du fait qu'il n'y a qu'une seule manière, résolument humaine, de s'approprier le temps : par le récit.

Le chapitre VII cherche à comprendre quelles sont les conséquences de l'Anthropocène sur la condition humaine. La Terre est le seul habitat disponible pour l'homme, et le transformer n'est pas un acte anodin. La première partie du chapitre contraste deux interprétations antagonistes de l'Anthropocène : la première est le « bon Anthropocène », qui affirme que l'âge de l'homme est une bénédiction, puisqu'elle annonce l'épanouissement et l'apogée de l'humanité. La deuxième est le récit catastrophiste, pour qui l'Anthropocène est une menace, et qui pointe les errements de nos choix de société.

La seconde partie du chapitre aborde *explicitement* les deux enjeux philosophiques les plus importants de l'Anthropocène, qui courent tout au long de la thèse : l'abolition du dualisme naturel/artificiel et la question du rapport au temps. Ce dernier sera discuté à partir des thèses avancées par Dipesh Chakrabarty sur ce sujet.

Le dernier chapitre construit les significations de l'Anthropocène à partir d'une *herméneutique planétaire*. Comme les traces stratigraphiques de l'Anthropocène que cherchent les géologues ont une origine humaine, elles sont comme une mémoire de notre passage. Elles se distinguent pourtant des fossiles comme une stèle se distingue d'un bloc erratique. De la même manière qu'un tumulus est un signe d'une présence humaine, ces traces stratigraphiques sont d'authentiques documents historiques qui

Introduction

se prêtent à une histoire environnementale. La seconde partie du chapitre défend l'idée d'une révision de nos représentations planétaires, à l'aune de l'Anthropocène. L'image de la planète bleue, qui structure nos représentations planétaires depuis un demi-siècle, n'est pas adéquate pour décrire le monde de l'Anthropocène. On n'y voit nulle trace humaine ni aucun changement en cours. Il est pourtant possible de remédier à cela par l'introduction d'une dimension historique dans nos figurations planétaires, ce qui sera montré à partir de plusieurs exemples.

Première partie

CHAPITRE PREMIER

Genèse et géologie de l'Anthropocène

I.1 GENESE DU CONCEPT.

On dit que le terme est venu subitement au prix Nobel de chimie Paul Crutzen lors d'une réunion de travail du *programme international sur la géosphère et la biosphère* (IGBP) à Cuernavaca au Mexique, en février 2000.¹¹ Lors d'un échange animé à propos de l'ancienneté et l'intensité des impacts humains sur la planète au cours de l'Holocène, Crutzen se serait levé pour s'écrier : « Non ! Nous ne sommes plus dans l'Holocène, mais ... dans l'Anthropocène ! » Bien que cette entrée en scène fracassante ait un attrait dramatique certain, il faut la tempérer par les déclarations du biologiste Eugene Stoermer, qui affirme utiliser le terme de manière informelle depuis le milieu des années 1980.

Quoi qu'il en soit, le mot « Anthropocène » est défini pour la première fois sous une forme écrite dans un article d'une page à peine, écrit conjointement par Crutzen et Stoermer en mai 2000.¹² Il est publié dans la revue maison de l'IGBP. Ce dernier,

¹¹ A bien des égards, l'Anthropocène est le produit du cadre institutionnel qu'a été l'IGBP. Officiellement adopté et lancé à Berne en 1986 par le conseil international des unions scientifiques (CIUS, ou *international Council of scientific Union*, ICSU en anglais), l'IGBP était un programme de recherche qui étudiait le changement global et avait pour objectif de réduire les incertitudes quant au fonctionnement de la biosphère. Il s'est terminé à la fin 2015. De nombreux scientifiques qui défendent l'Anthropocène ont participé, souvent à des postes importants, à l'IGBP. Will Steffen l'a même dirigé de 1998 à 2004.

¹² Paul J. Crutzen et Eugene F. Stoermer, « The Anthropocene », *Global change newsletter*, mai 2000, vol. 41, p. 17–18.

auquel les deux chercheurs sont affiliés, est un programme de recherche international et interdisciplinaire dont le but est l'étude des changements environnementaux sur une échelle globale.

Les deux auteurs affirment qu'il faut définir une *époque géologique nouvelle*, l'Anthropocène, pour « mettre l'accent sur le rôle central de l'homme en géologie et en écologie »¹³. Cela découle du constat que, collectivement, les hommes sont à présent une *force géologique*, du même ordre de grandeur que d'autres forces naturelles. D'après Crutzen et Stoermer, l'Holocène, l'époque de stabilité relative que nous connaissons depuis 10 000 ans et qui a pris la suite du Pléistocène, est désormais terminée. En 2007, Crutzen en parle ainsi :

Le terme *Anthropocène* suggère que la Terre a maintenant quitté son époque géologique naturelle, l'état interglaciaire actuel appelé Holocène. Les activités humaines sont devenues si généralisées et profondes qu'elles rivalisent avec les grandes forces de la nature et qu'elles poussent la Terre dans une *terra incognita* planétaire. La Terre évolue rapidement vers un état de moins grande biodiversité, moins forestier, plus chaud et probablement plus humide et tempétueux.¹⁴

Selon les deux auteurs, l'introduction d'une nouvelle époque se justifie en considérant un ensemble de paramètres naturels : ils citent l'exploitation de la moitié de la surface terrestre, la déforestation, les changements du cycle de l'azote, l'augmentation des gaz à effet de serre, le trou dans la couche d'ozone, ou encore la diffusion des polluants émis par l'industrie. Toutes ces variables ont, selon les auteurs, quitté la fourchette dans laquelle elles se trouvaient pendant toute la durée de l'Holocène, ce qui fait que la planète se trouve dans une situation inédite, *en terre inconnue*.

Le lectorat réduit du journal de l'IGBP incite Crutzen à donner une visibilité bien plus grande au concept. Il publie en 2002 un article dans la prestigieuse revue

¹³ *Ibid.*, p. 17.

¹⁴ Sauf indications contraires, les traductions des citations sont les nôtres. Will Steffen, Paul J. Crutzen et John R. McNeill, « The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? », *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 2007, vol. 36, n° 8, p. 614-621.

scientifique *Nature*¹⁵, au titre étrange (*la géologie de l'humanité*) et au contenu presque identique à l'article inaugural. Bien que le mot « Anthropocène » soit introduit dès le second paragraphe, Crutzen emploie le conditionnel et semble timide et gêné par son néologisme. Dans l'article, il semble préférer l'expression « l'âge de l'homme ».

En 2007, il publie avec le climatologue de renom Will Steffen et l'historien environnemental John McNeill un article nettement mieux argumenté et au ton plus assuré dans la revue *Ambio*, « un journal [interdisciplinaire] de l'environnement humain ».¹⁶

On y trouve une histoire de l'impact humain sur l'environnement décrit comme une série de stades. L'homme commence à modifier son environnement dès le Paléolithique, avec la maîtrise du feu et plusieurs extinctions d'espèces animales de grande taille, ou mégafaunes. Son impact augmente avec la révolution néolithique. L'entrée dans l'Anthropocène proprement dit commence avec la révolution industrielle, et contient trois stades. Le premier stade (I), entre 1800 et 1945, englobe les débuts de l'ère industrielle et se caractérise principalement par le début d'émissions fossiles massives et la maîtrise du procédé Haber-Bosch de la synthèse industrielle de l'ammoniac.

Le stade II, entre 1945-2015, est dit de la *grande accélération*. Il décrit la nette augmentation des activités humaines qu'on observe depuis 1950. Cette période est marquée par une forte progression de la population humaine, une expansion des activités économiques et des changements très importants dans de nombreux processus naturels. La grande accélération se présente comme deux ensembles d'indicateurs statistiques globaux. Le premier ensemble (Figure 1) décrit des indicateurs sociaux, comme l'évolution du PIB mondial, la consommation globale de papier ou encore la production de téléphones. Le second ensemble (Figure 2) répertorie quant à lui des indicateurs naturels globaux comme la concentration atmosphérique de plusieurs gaz, le nombre d'espèces disparues ou la fréquence de grandes inondations. La similitude entre ces courbes saute aux yeux, puisque toutes

¹⁵ Paul J. Crutzen, « Geology of mankind », *Nature*, 2002, vol. 415, n° 6867, p. 23.

¹⁶ W. Steffen, P.J. Crutzen et J.R. McNeill, « The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? », art cit.

suivent une progression exponentielle à partir de 1950. L'évolution parallèle des courbes sociales et naturelles démontre leur corrélation.

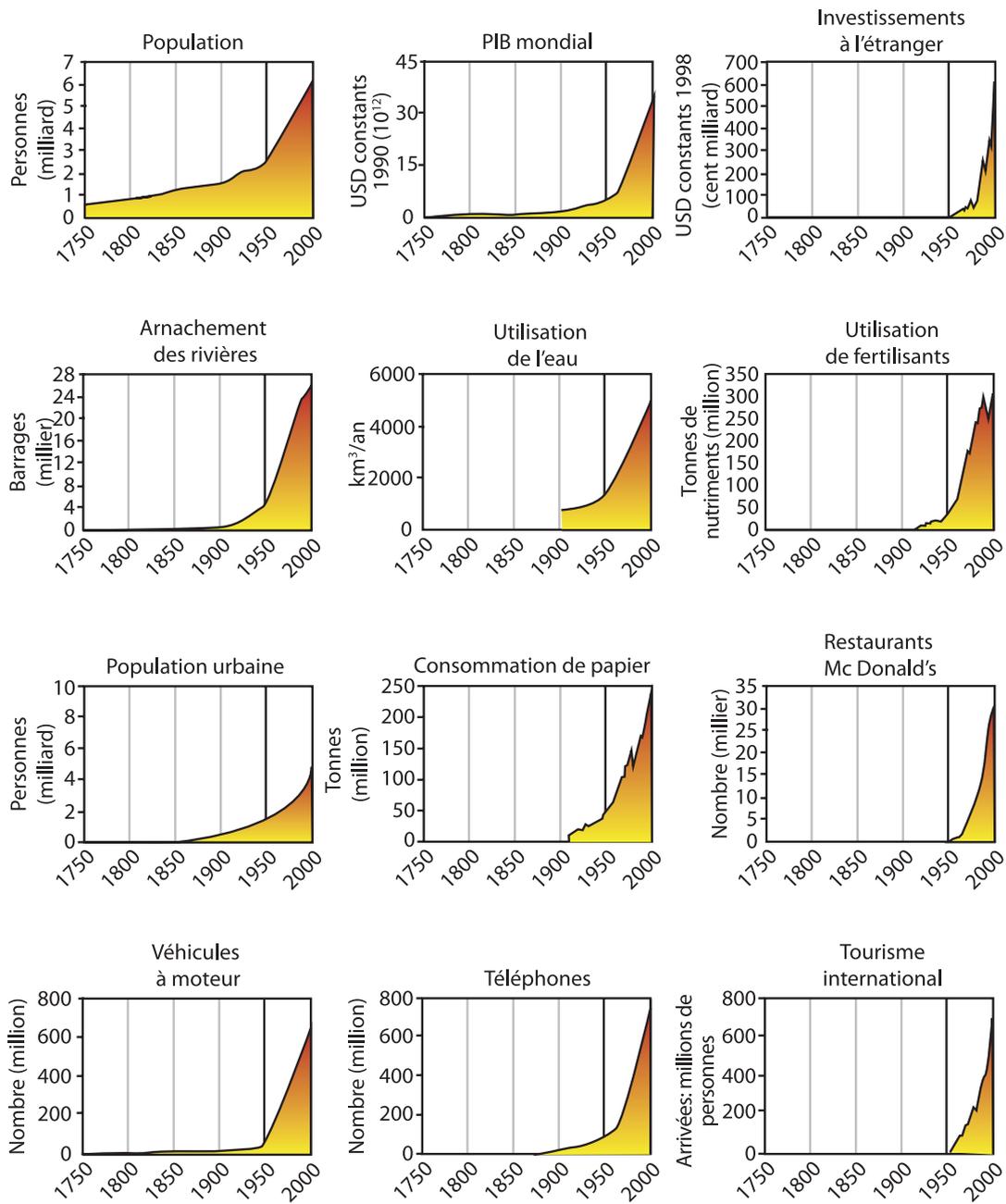


Figure 1 La grande accélération. Les indicateurs sociaux. D'après Steffen et al. 2011.

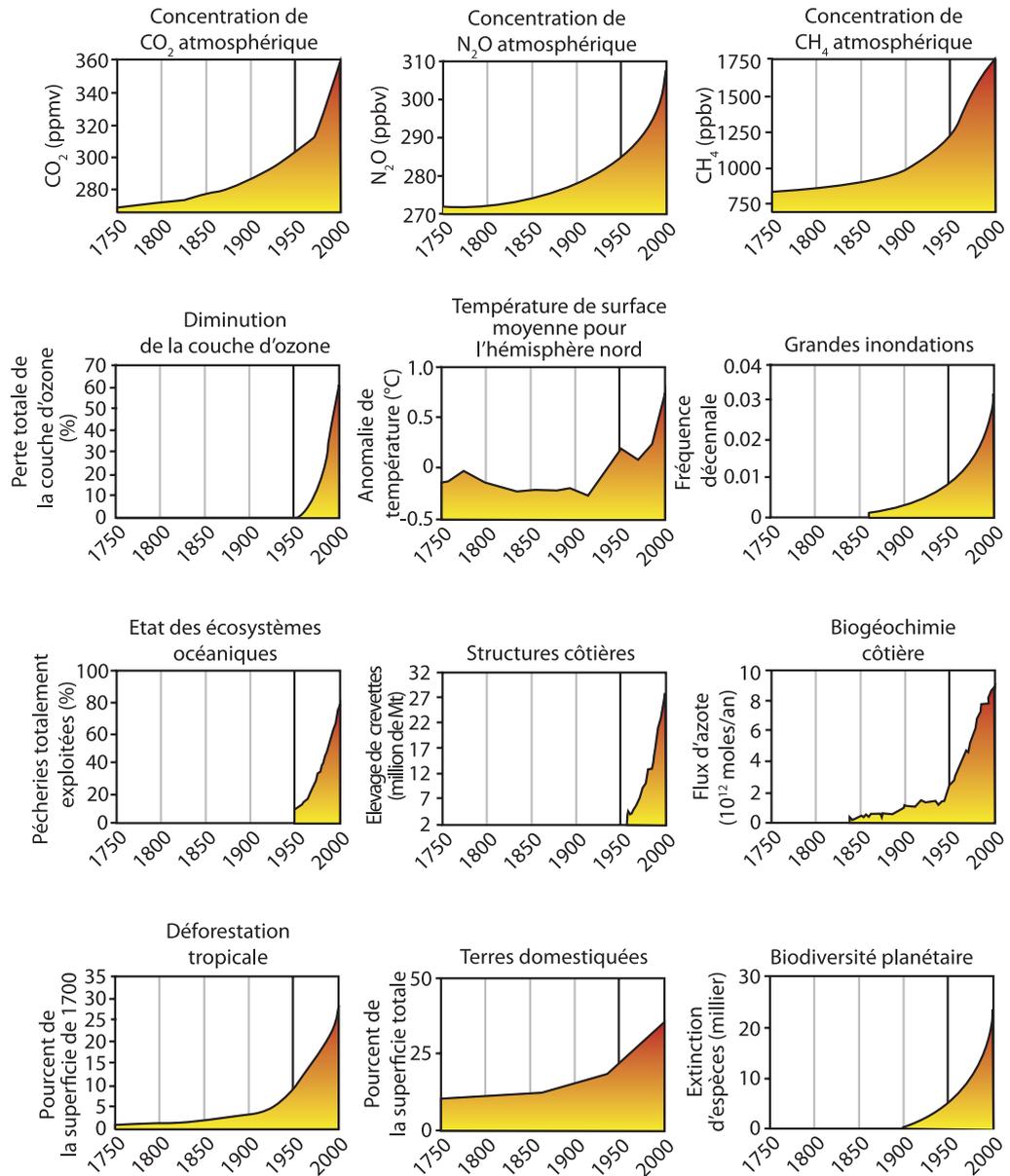


Figure 2 La grande accélération (suite). Les indicateurs naturels. D'après Steffen et al. 2011.

Enfin, le stade III s'aventure dans la prospective et discute trois scénarios possibles concernant le futur. Un seul est considéré comme sérieux par les auteurs et l'article s'oriente avec prudence vers une défense de la géoingénierie, c'est-à-dire une intervention intentionnelle de régulation du climat.

Un dernier article est publié en 2011 par les mêmes auteurs, plus l'historien des idées Jacques Grinevald.¹⁷ Il se distingue du précédent par des développements plus étendus sur deux concepts précurseurs à l'Anthropocène, à savoir une ère géologique proposée à la fin du XIX^e siècle sous le nom d'Anthropozoïque, et le couple noosphère/biosphère¹⁸, qui date du début du XX^e siècle.

En tant que concept cadre, l'Anthropocène donne une assise scientifique à l'idée que les relations socio-naturelles ont subi un bouleversement majeur durant les dernières centaines d'années. En ce sens, l'Anthropocène est un *état des lieux* des relations socio-naturelles et c'est un concept. Mais de l'autre côté, Crutzen et Stoermer positionnent le concept comme une époque géologique, c'est-à-dire une *période temporelle*. Ce qui relie temporalité et état des lieux est une chronologie d'événements. Dans le cas de l'Anthropocène, ce qui caractérise ces événements, c'est qu'ils décrivent une transformation anthropique globale et durable de la nature.

La genèse conceptuelle de l'Anthropocène explique son ancrage scientifique un peu particulier. Ni Crutzen, ni Stoermer ne sont géologues. Le premier est un chimiste et le second est biologiste, et tous deux sont des spécialistes du climat. Ce qui relie les disciplines diverses de l'IGBP entre elles, c'est l'idée que le fonctionnement planétaire doit être étudié sous l'angle systémique. L'Anthropocène est donc originellement un concept systémique. Il est issu des sciences du Système Terre¹⁹, qui considèrent que le fonctionnement de la Terre forme un ensemble cohérent et interactif. Ces sciences sont par nécessité interdisciplinaires, et le premier usage du concept d'Anthropocène a ainsi été de fournir un cadre de discussion interdisciplinaire, qui englobe autant des sciences naturelles comme la géologie, la biologie, la climatologie, la géochimie, que des sciences humaines comme l'histoire, la géographie, la sociologie ou la philosophie. Mais cela signifie aussi que ce concept n'a pas une assise disciplinaire très forte, ce qui n'est pas très courant en science, si

¹⁷ Will Steffen, Jacques Grinevald, Paul J. Crutzen et John R. McNeill, « The Anthropocene: conceptual and historical perspectives », *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2011, vol. 369, n° 1938, p. 842-867.

¹⁸ La noosphère et la biosphère seront décrites plus longuement dans le second chapitre.

¹⁹ *Earth System Sciences (ESS)*.

on le compare avec d'autres concepts scientifiques majeurs, comme la théorie de l'évolution, la relativité générale ou encore la théorie de l'inconscient, qui sont tous très ancrés dans leur discipline.

Il n'en reste pas moins que l'Anthropocène est défini comme une échelle géologique. Or, seuls les géologues sont habilités à définir ces temps longs. Ce sont eux les maîtres du temps, qui découpent l'histoire de la Terre en ères, époques, etc.

I.2 LA RECEPTION DE L'ANTHROPOCENE PAR LA GEOLOGIE.

I.2.1 UN IMPORT DISCIPLINAIRE.

Lorsqu'il lit les deux premiers articles sur l'Anthropocène, le paléobiologiste Jan Zalasiewicz n'y voit d'abord qu'une excentricité ou une curiosité sans grande importance. Mais son intérêt est piqué au vif quelques années plus tard, lorsqu'il se rend compte que des scientifiques de haut vol parlent couramment d'une nouvelle époque géologique, mais sans jamais faire appel à des géologues. En 2007, alors qu'il préside la commission stratigraphique de la société géologique anglaise, il propose d'examiner la plausibilité d'introduire cette nouvelle époque de manière officielle, et de voir si une définition rigoureuse en est possible. Il reçoit le soutien de plusieurs géologues et publie un article avec une quinzaine d'auteurs qui plaide pour une entrée en matière.

La Terre a subi des changements suffisants pour laisser une signature stratigraphique globale distincte de celle de l'Holocène ou des phases précédentes interglaciaires du Pléistocène, englobant un changement biotique, sédimentaire et géochimique nouveau. Ces changements, bien que probablement seulement dans leur phase initiale, sont suffisamment distincts et établis de manière solide pour que les suggestions d'une frontière Holocène-Anthropocène dans un passé historique récent soient raisonnables sur le plan géologique.²⁰

²⁰ Jan Zalasiewicz, Mark Williams, Alan Smith, Tiffany L Barry, Angela L Coe, Paul R Bown, Patrick Brenchley, David Cantrill, Andrew Gale, Philip Gibbard, F John Gregory, Mark W Hounslow, Andrew C Kerr, Paul Pearson, Robert Knox, John Powell, Colin Waters, John Marshall, Michael Oates, Peter Rawson et Philip Stone, « Are we now living in the Anthropocene? », *GSA Today*, 2008, vol. 18, n° 2, p. 4.

Par la suite, la *commission internationale de stratigraphie*, qui est l'autorité géologique qui définit les échelles géologiques²¹, décide de créer *le groupe de travail de l'Anthropocène*²², dont Zalasiewicz devient le premier président. Outre le fait d'évaluer la pertinence d'introduire une nouvelle époque, ce groupe travaille depuis lors à définir formellement l'Anthropocène d'un point de vue géologique. Il identifie rapidement trois problèmes principaux. Le premier est de déterminer la date qui fait débiter l'Anthropocène. Le second est une question de classement chronologique. L'Anthropocène est-il un âge, une époque, voire une période du point de vue géologique ? Enfin, le dernier problème, peut-être le plus sérieux, en tout cas celui qui anime le plus la littérature scientifique, est de déterminer le critère géologique le plus apte à démarquer l'Anthropocène de l'Holocène. La géologie étant une science empirique, les géologues tirent une satisfaction modérée d'une simple définition. Ils ont besoin d'une trace au milieu des strates géologiques, d'une base matérielle, quelque chose « qu'on peut toucher », qui permette de distinguer physiquement une unité temporelle d'une autre.

En tant qu'autorité scientifique, le groupe de travail sur l'Anthropocène peut donner une légitimité bien plus grande au concept d'Anthropocène, s'il cautionne ses implications géologiques. Mais cela implique aussi des discussions plus techniques, quant aux trois problèmes soulevés par le groupe.

I.2.2 QUAND COMMENCE L'ANTHROPOCENE ?

La première question à trancher est de savoir à quand il convient de faire débiter l'Anthropocène. Une part d'arbitraire y est sans doute inévitable, mais les diverses dates candidates se rangent parmi trois catégories distinctes.

La première catégorie lie l'Anthropocène à la révolution industrielle. C'est le sens des premiers articles de Crutzen et al., qui suggèrent un lien essentiel entre les

²¹ La stratigraphie, qui définit les échelles géologiques, n'est qu'une partie de la géologie, qui est une science plurielle, qui comprend aussi la pétrographie, la minéralogie, ou encore la paléontologie. La géologie a des domaines d'études très variés puisqu'on y trouve la géomorphologie, la volcanologie, la glaciologie, ou encore la géologie structurale.

²² *The Anthropocene working group*. A noter la très grande hétérogénéité disciplinaire de ce groupe. Si un tel groupe se compose d'ordinaire de stratigraphes, on trouve ici aussi un professeur de droit (Davor Vidas), un écrivain (Andrew Revkin), un archéologue (Matt Edgeworth), et un historien des sciences (Jacques Grinevald).

technologies modernes et la nouvelle époque géologique. Ils proposent une série de dates qui vont du début du XVIII^e au milieu du XIX^e siècle : l'invention de la machine à vapeur (1712), le dépôt du brevet sur la machine à vapeur par James Watt (1769), ou le début d'une mesure tangible des émissions fossiles (1850).

Dans un esprit similaire, Simon Lewis et Mark Maslin ont proposé la date de 1610.²³ Les relevés historiques de dioxyde de carbone dans l'atmosphère mesurent en effet une petite diminution, entre 7 et 10 ppm, à cette date. Selon Lewis et Maslin, cette baisse s'explique par la découverte du Nouveau Monde. En effet, celle-ci a entraîné plus de 50 millions de morts entre 1492 et 1650 en Amérique. Or, les précolombiens utilisaient le feu pour leur agriculture, et le léger déclin observé de CO₂ atmosphérique s'expliquerait par le recours plus faible à ce moyen par une population déclinante.

La seconde catégorie considère que la *grande accélération* est la césure fondamentale dans l'histoire de la planète, du fait de l'ampleur et de la rapidité du changement, sans commune mesure avec le passé. Elle est défendue par le climatologue Will Steffen²⁴, qui promeut la date de 1950.

La dernière catégorie fait remonter le début de l'Anthropocène à plusieurs milliers d'années dans le passé. C'est le paléoclimatologue Bill Ruddiman qui le premier a proposé en 2003 cette hypothèse de *l'Anthropocène précoce*. Il affirme que l'augmentation des taux de CO₂ ne date pas de l'ère industrielle, mais qu'on observe déjà un impact climatique consécutif aux débuts de l'agriculture.²⁵ En effet, celle-ci s'est accompagnée de la destruction de nombreuses forêts et de la mise en place de systèmes d'irrigation pour la culture du riz. Selon Ruddiman, les carottes glaciaires ont enregistré à cette date une légère augmentation du taux de CO₂ et de CH₄ de l'atmosphère, de l'ordre de 20-25 ppm. On pourrait ainsi faire remonter le début de

²³ Simon L. Lewis et Mark A. Maslin, « Defining the anthropocene », *Nature*, 2015, vol. 519, n° 7542, p. 171–180.

²⁴ W. Steffen, P.J. Crutzen et J.R. McNeill, « The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? », art cit.

²⁵ William F. Ruddiman, « The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago », *Climatic change*, 2003, vol. 61, n° 3, p. 261–293.

l'Anthropocène au début du néolithique, voire même avant, si l'on admet que la maîtrise du feu peut être également détectée dans les carottes glaciaires.²⁶

Le fait qu'il y ait de tels désaccords indique un certain flottement dans la définition de l'Anthropocène. S'agit-il d'une question climatique, ou d'une question d'ordre plus général ? Les arguments en faveur de telle ou telle date sont souvent fondées sur une inflexion de la courbe historique du CO₂ atmosphérique, ce qui indique que l'histoire climatique sert de référence. Mais ce n'est de loin pas la seule influence de l'homme sur son milieu. Comme le remarque Peter Vitousek,

le changement climatique n'est ni l'élément le mieux connu, ni le plus important, ni le plus permanent du changement anthropogénique global. De nombreux autres éléments du changement global, et la plupart de ses conséquences, sont liés de manière soit partielle, soit importante aux systèmes écologiques.²⁷

Et, en effet, l'impact humain sur son milieu est beaucoup plus ancien que son influence climatique. Il y a plusieurs exemples prépondérants : la maîtrise du feu, qui remonte à 1,8 million d'années, dont l'usage a considérablement façonné de larges écosystèmes, comme le montrent les grandes prairies américaines, qui en sont un produit ; les différentes extinctions de mégafaunes consécutives à l'arrivée de l'homme sur un territoire nouveau ; la domestication et l'agriculture. Ne faudrait-il pas alors faire débuter l'Anthropocène avec les premières traces d'anthropisation, c'est-à-dire de modification de milieux par l'homme ?

Ces considérations ont amené certains à distinguer un *Paléanthropocène*, qui s'étendrait depuis les premiers impacts humains jusqu'au début de l'Anthropocène

²⁶ C'est l'hypothèse de Jed Kaplan, qui pense même faire débuter l'Anthropocène avant l'Holocène. Jed O. Kaplan, « Holocene carbon cycle: Climate or humans? », *Nature Geoscience*, mai 2015, vol. 8, n° 5, p. 335-336 ; Voir aussi William F. Ruddiman, « The Anthropocene », *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 30 mai 2013, vol. 41, n° 1, p. 45-68 On y trouve la défense la plus aboutie du paléanthropocène. Ruddiman y affirme que les émissions anthropogéniques auraient fait augmenter la concentration atmosphérique de gaz carbonique de près de 50 ppm *avant* l'ère industrielle. Cela aurait eu comme conséquence de faire augmenter la température moyenne de la planète de plus de 1°C en 1850, donc bien avant les émissions massives subséquentes.

²⁷ Peter M Vitousek, « Beyond Global Warming: Ecology and Global Change », *Ecology*, 1994, vol. 75, n° 7, p. 1862.

proprement dit, reprenant par là l'idée d'une entrée par stades successifs.²⁸ Mais cela ne fait qu'affiner l'idée d'une transition graduelle de l'Holocène vers l'Anthropocène sans répondre à la question de fond : qu'est-ce qui définit l'entrée dans l'Anthropocène ?

I.2.3 CLASSEMENT CHRONOLOGIQUE.

La seconde question à laquelle le groupe de travail sur l'Anthropocène doit répondre concerne la place de l'Anthropocène au sein de l'échelle des temps géologiques. Dans un souci de cohérence, cette dernière se présente comme un ensemble d'unités temporelles imbriquées de manière hiérarchique. De la même manière que les jours font partie des mois d'une année, en géochronologie l'époque fait partie d'une période, elle-même subdivision d'une ère, puis d'un éon. Nous vivons ainsi à l'époque de l'Holocène, de la période du Quaternaire, de l'ère Cénozoïque, de l'éon Phanérozoïque. Dans sa définition, l'Anthropocène a été clairement pensé comme une époque, ce que suggère le suffixe « -cène ». Il s'agit de terminer une époque, l'Holocène, et d'en inaugurer une nouvelle.

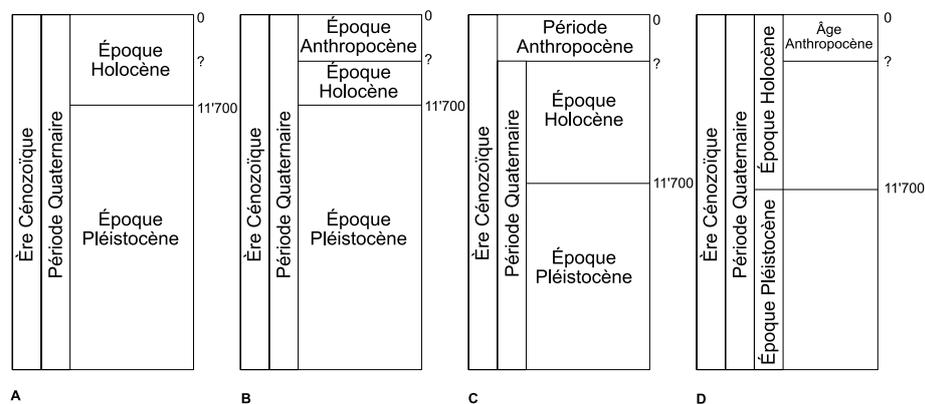


Figure 3 Comparaison entre l'échelle géologique actuelle (A) et les différentes possibilités pour l'Anthropocène. La première possibilité est que l'Anthropocène soit une époque qui prenne la suite de l'Holocène (B). Si l'Anthropocène vient à la suite du Quaternaire, il s'agit alors d'une période (C). Enfin, s'il s'agit d'une subdivision de l'Holocène, alors c'est un âge (D).

Mais ce n'est pas la seule possibilité. Il est aussi possible de faire de l'Anthropocène un âge qui viendrait d'ajouter à ceux qui composent déjà l'Holocène.

²⁸ Stephen F. Foley, Detlef Gronenborn, Meinrat O. Andreae, Joachim W. Kadereit, Jan Esper, Denis Scholz, Ulrich Pöschl, Dorrit E. Jacob, Bernd R. Schöne, Rainer Schreg et others, « The Palaeoanthropocene—The beginnings of anthropogenic environmental change », *Anthropocene*, 2013, vol. 3, p. 83–88.

L'avantage en serait de bousculer le moins possible l'échelle stratigraphique actuelle. Le désavantage en serait que si on admet l'idée d'un Paléanthropocène, il faudrait presque redéfinir presque complètement l'Holocène.²⁹

À l'inverse, il est aussi possible d'attribuer à l'Anthropocène un niveau hiérarchique supérieur à l'époque. Il pourrait être une période ou une ère. Attribuer une échelle géologique plus importante ne se justifie que si des événements plus importants ont lieu. Trois arguments plaident pour une césure supérieure à celle de l'époque. Premièrement, comme on le verra ci-dessous, les strates géologiques que produit l'Anthropocène ont une nature inédite dans l'histoire de la Terre. Deuxièmement, si l'on admet qu'une grande extinction est en cours, cela justifierait au minimum un changement de période. Enfin troisièmement, il est possible que les émissions fossiles aient déjà prolongé la période interglaciaire actuelle, c'est-à-dire que le réchauffement en cours pourrait retarder, voire empêcher le retour d'une période plus froide.³⁰ Or, la période du Quaternaire est une période glaciaire. Si c'était effectivement le cas, cela justifierait que l'Anthropocène prenne la suite du Quaternaire.³¹

I.2.4 LE CLOUD'OR.

Mais ce qui intéresse le plus les géologues, ce n'est pas quand il faut faire commencer l'Anthropocène ou de savoir s'il s'agit d'une époque ou d'une période. Ce qui les intéresse, c'est de savoir quel critère stratigraphique sert à déterminer l'Anthropocène. Si la géologie est la maîtresse des temps longs sur la Terre, cela est dû au fait que, à l'exception des périodes très récentes, tout ce que l'on sait de l'histoire de la Terre vient de l'étude des roches. Pour pouvoir travailler, la stratigraphie a besoin d'un critère matériel clair. Une définition floue de l'Anthropocène comme « l'ère des activités humaines, ou des traces humaines » ne

²⁹ Pour plus de précisions sur l'intégration de l'Anthropocène au sein du Quaternaire, voir Martin J. Head et Philip L. Gibbard, « Formal subdivision of the Quaternary System/Period: Past, present, and future », *Quaternary International*, octobre 2015, vol. 383, p. 4-35.

³⁰ A. Berger et M. F. Loutre, « An exceptionally long interglacial ahead? », *Science*, 2002, vol. 297, n° 5585, p. 1287.

³¹ Eric W. Wolff, « Ice sheets and the Anthropocene » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 255-263.

peut la satisfaire. Les échelles géologiques sont plutôt définies au moyen d'événements temporels marquants. Ceux-ci ont laissé des traces, que les géologues s'emploient à déchiffrer. Par ailleurs, il existe souvent, mais pas toujours, un lien entre un de ces événements géologiques et un changement tout aussi important du monde vivant. Ceci se voit donc aussi au travers des fossiles qu'on trouve dans les roches. L'exemple le plus célèbre est la frontière entre le Crétacé et le Paléogène, abrégée limite K-T, et qui correspond à l'extinction des dinosaures, il y a 65 millions d'années. La limite est définie par une fine couche d'iridium, qu'on pense d'origine extra-terrestre, et délimite un changement important au niveau de la composition des fossiles.

Lorsque les traces sont claires et globales, la définition la plus formelle est donnée par un marqueur global. Les géologues utilisent pour cela un point de référence, ou étalon, marqué par un *clou d'or* – le point stratotypique mondial (PSM, *Global Stratotype Section and Point*, GSSP, en anglais) – planté physiquement entre deux strates géologiques en un point précis du globe. Le critère formel pour faire débiter le Paléogène est l'anomalie d'iridium probablement due à une météorite qui se serait écrasée sur Terre il y a 65 millions d'années. Le clou d'or qui délimite cette strate se trouve à 7 km à l'ouest de la ville tunisienne d'El Kef.

Le groupe de travail sur l'Anthropocène a entrepris d'étudier les marqueurs possibles pour la nouvelle époque de manière exhaustive. Mais, comme la strate de l'Anthropocène est en cours de production actuellement, il est obligé de procéder d'une manière inédite pour la stratigraphie. Il faut raisonner de manière spéculative, à partir d'une expérience de pensée. Soit un monde qui aurait été purgé de tous les êtres humains, quelles traces de notre présence seraient encore décelables des milliers, des centaines de milliers d'années plus tard, par un géologue hypothétique ? Si tout s'arrêtait aujourd'hui, quelles traces laisserait l'humanité ?

La question du destin de nos objets n'a pas attendu que les géologues s'y intéressent et chaque visiteur du Forum Romain y est inévitablement confronté. L'expérience de pensée d'une disparition soudaine de l'humanité a été faite à plusieurs reprises. En 1996, la journaliste Laura Spinney écrit un article dans lequel elle imagine une ville de Londres abandonnée, en train de redevenir le marais qu'elle avait été. Plus récemment, un autre journaliste, Alan Weisman, part du postulat

suivant, à la fois fascinant et dérangeant : « Regardez le monde actuel autour de vous. Votre maison, votre ville. Les terres alentour, le macadam et le sol qu'il recouvre. Ne touchez à rien, contentez-vous d'extraire les êtres humains. Et voyez ce qui reste. »³² C'est ainsi que *Homo disparitus* décrit les processus de décomposition, d'érosion, de reconquêtes naturelles consécutifs à notre disparition soudaine. Il le fait au travers d'une série d'entretiens avec des responsables d'infrastructures. Il leur demande ce qui arrivera à leur pont, immeuble, barrage ou centrale atomique, si on arrêtaient de l'entretenir.

Ce sont des raisonnements similaires que fait le groupe de travail de l'Anthropocène. Dans un futur lointain, de quelle manière un géologue pourra-t-il encore détecter l'Anthropocène ? Les réponses à cette question peuvent se ranger en quatre catégories distinctes.

1. L'apparition et l'abondance de traces anthropogéniques.
2. Les modifications de la composition du biote.
3. Les traces liées aux changements de cycles globaux.
4. Les événements catastrophiques.

1.2.4.1 L'apparition et l'abondance de traces anthropogéniques.

La première catégorie de critères considère les traces directes laissées par les activités humaines. Cela comprend bien entendu tous les artefacts, c'est-à-dire tous les types d'objets que nous produisons, mais aussi les véhicules, les habitations, les villes, les infrastructures comme les réseaux routiers, les mines, etc. Cela comprend aussi l'impact de l'agriculture, c'est-à-dire l'impact anthropogénique sur les sols, mais aussi sur les sédiments lacustres, fluviaux et marins. Cela inclut enfin les déchets issus de la production, c'est-à-dire les différentes formes de pollution, de disséminations de métaux ou d'autres matières.

Les dépôts anthropiques : les artefacts.

Il est peut-être difficile, ou peut-être pas, de se dire que le monde qui nous entoure, cette table, cette vitre, cet immeuble, tout ce peuplement d'artefacts qui nous environne en permanence, est voué en grande partie à la destruction sans un entretien constant. Les villes ne résisteraient pas bien longtemps sous l'effet de l'érosion et seraient recouvertes de forêts en quelques siècles. Les espèces céréalières s'évanouiraient, incapables de lutter. Le même sort attendrait probablement le bétail.

³² Alan Weisman, *Homo disparitus*, traduit par Christophe Rosson, Paris, Flammarion, 2007 [2007].

Weisman montre avec quelle rapidité « la nature reprend ses droits ». Il décrit par exemple la décrépitude rapide du complexe hôtelier de Varosha, à Chypre, laissé à l'abandon depuis août 1974 à la suite à l'invasion turque.

Vingt mille personnes environ avaient travaillé à Varosha. L'asphalte et la chaussée s'étaient fissurés, aussi [notre visiteur] ne s'étonna-t-il pas de constater que des mauvaises herbes poussaient en ville. Mais des arbres, ça, il ne s'y attendait pas. Des acacias dorés, variété à croissance rapide que les hôteliers utilisaient à but décoratif, surgissaient en pleine rue, certains mesurant près d'un mètre de haut [...] Des bandes de sable, poussées par le vent, franchissaient les avenues et se répandaient dans les bâtiments. [...] Les fenêtres ont battu et sont restées ouvertes, leurs vitres fracassées. Le revêtement de calcaire s'est effrité. Les murs se sont morcelés, révélant ainsi des chambres vides, leur mobilier disparu depuis belle lurette.³³

Le registre de l'impermanence qui est mobilisé par cette description ne doit obérer le fait qu'il ne s'agit pas là d'un simple retour *ante*. Tous les artefacts ne sont pas détruits par les processus d'érosion ou de décomposition. Outre les plastiques, certains métaux comme le bronze, le cuivre et certains aciers résistent bien à l'usure du temps. De plus, certaines villes, celles construites sur des deltas ou sur des plaines alluviales, pourraient être préservées de manière presque intacte, si elles s'enfonçaient ou étaient recouvertes d'eau, puis de sédiments.

Certaines infrastructures, comme les réseaux routiers, devraient aussi laisser des traces discernables pour très longtemps, parfois pour la seule raison d'une concentration anormale du matériau utilisé.

Les sols.

Au-delà des artefacts, Daniel Richter a indiqué que la nature des sols a été suffisamment altérée par l'homme pour être un critère stratigraphique valable. Il remarque par ailleurs que ces transformations sont bien documentées et comprises.³⁴ Giacomo Certini et Riccardo Scalenghe ont ainsi proposé que la pédosphère, la couche la plus externe de la couche terrestre, et qui se compose du sol, soit le clou

³³ *Ibid.*, p. 122-125.

³⁴ Daniel deB. Richter, « Humanity's Transformation of Earth's Soil: Pedology's New Frontier », *Soil Science*, 2007, vol. 172, n° 12, p. 957-967.

d'or.³⁵ Selon eux, les altérations humaines des sols sont variées et bien comprises. Elles se distinguent des sols antérieurs par un nivellement important, un enrichissement massif en engrais, et un appauvrissement important en matière organique suite à une agriculture intensive.

La chimie de synthèse.

La troisième source de production d'artefacts est liée à la chimie de synthèse. De nombreux composés nouveaux – plus de 100 000 – produits par l'industrie chimique sont absents à l'état naturel de la Terre et leur présence est donc une marque univoque des activités humaines. Les géologues s'amuse depuis longtemps de la couche Coca-Cola, ou capsules de bière que nous laisserons à la postérité, mais ils l'ont toujours fait de manière informelle.

Une matière qui pourrait prétendre à l'éternité est le plastique. Apparu dans l'environnement à partir des années 1940, sa production suit depuis lors une courbe exponentielle pour atteindre les 260 millions de tonnes produits en 2008.³⁶ Une fois utilisée, une grande partie du plastique se retrouve disséminée sous terre ou dans les mers. Dans ces dernières, l'érosion les réduit à la forme fragmentaire, les microplastiques. Ces derniers sont devenus une couche sédimentaire marine discernable dès les années 1950. Si la plus grande partie des plastiques produits existent encore aujourd'hui, au point qu'on parle d'un véritable continent de déchets au milieu du Pacifique, la persistance à long terme de cette matière est inconnue. On pense qu'ils seront encore là dans des milliers d'années, mais on ne sait pas si cela vaut aussi pour des millions d'années.³⁷

D'autres matières stables sans sources naturelles existent. C'est le cas des gaz à longue durée de vie, recueillis par les carottes glaciaires.³⁸ Il s'agit en particulier des

³⁵ Giacomo Certini et Riccardo Scalenghe, « Anthropogenic soils are the golden spikes for the Anthropocene », *The Holocene*, 2011, p. 959683611408454.

³⁶ Richard C. Thompson, Charles J. Moore, Frederick S. Vom Saal et Shanna H. Swan, « Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends », *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009, vol. 364, n° 1526, p. 2154.

³⁷ Anthony D. Barnosky, « Palaeontological evidence for defining the Anthropocene » dans C. N. Waters et al. (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 156.

³⁸ James H. Butler, Mark Battle, Michael L. Bender, Stephen A. Montzka, Andrew D. Clarke, Eric S. Saltzman, Cara M. Sucher, Jeffrey P. Severinghaus et James W. Elkins, « A record of atmospheric

gaz halogènes comme les malveillants chlorofluorocarbones (CFC), les hydrofluorocarbones (HFC), et l'hexafluore de soufre SF₆.³⁹

Les métaux.

Mais il n'y a pas que les éléments synthétiques qui soient disséminés : il y a aussi de nombreux métaux. La Terre offre une grande diversité de minerais, dont l'homme tire profit depuis longtemps. Avec l'extraction, puis la purification de métaux, on obtient un degré de concentration du métal qui se trouve rarement de manière naturelle sur Terre. Les techniques métallurgiques permettent de séparer et d'obtenir des degrés de pureté pour des matières comme le magnésium, le calcium, le potassium, le vanadium, le molybdène, le zinc, le titane ou encore l'aluminium qu'on ne trouve jamais à l'état naturel⁴⁰. La seule présence de ce dernier métal à la surface terrestre prouve une origine humaine. En plus de la purification, le travail des métaux produit de nombreux alliages qui sont très peu présents à l'état géologique comme le bronze, le laiton ou les différents types d'acier. Les techniques contemporaines produisent enfin ce qu'on nomme des « minéraux synthétiques » pour des usages spécialisés, comme le graphène. Le résultat en est que la proportion des métaux à la surface terrestre a drastiquement changé et peut servir de preuve que des technologies humaines ont été employées.⁴¹

Autres critères.

Il existe encore plusieurs autres propositions plus « ésotériques » de détection de traces anthropogéniques. On pourrait se baser sur l'étude des stalagmites, dont la croissance enregistre un nombre impressionnant de signaux, de la déforestation aux

halocarbons during the twentieth century from polar firm air », *Nature*, 1999, vol. 399, n° 6738, p. 749–755.

³⁹ Ce dernier est le plus puissant gaz à effet de serre connu, 22 000 fois supérieur au CO₂. Sa propagation massive dans l'atmosphère aurait des conséquences catastrophiques.

⁴⁰ Jan Zalasiewicz prend fréquemment l'exemple de l'aluminium. Néanmoins, si on ne le trouve pas à l'état naturel dans des degrés de pureté élevés, cela est dû avant tout au fort potentiel réducteur de ce métal, qui réagit rapidement avec un oxydant. Il est par conséquent douteux qu'on retrouve de l'aluminium pur dans des millions d'années.

⁴¹ Jan A. Zalasiewicz, Ryszard Kryza et Mark Williams, « The mineral signature of the Anthropocene in its deep-time context » dans C. N. Waters et al. (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 109-117.

pratiques agricoles.⁴² Il est aussi possible de détecter des perturbations anthropogéniques du magnétisme des roches ferreuses. Si l'homme n'a pas la capacité de modifier le champ magnétique terrestre, il perturbe néanmoins les signatures magnétiques des minéraux de plusieurs manières.⁴³

I.2.4.2. Les modifications de la composition du biote.

Après avoir examiné les traces anthropogéniques, la seconde catégorie de critères qui permettraient de distinguer une strate de l'Anthropocène regroupe les bouleversements liés au monde du vivant. Il ne fait pas de doute que l'homme a profondément modifié la structure du monde vivant.⁴⁴ De nombreuses transitions entre des époques géologiques sont liées à un changement dans la composition de la biosphère, que les géologues détectent par des changements dans la composition des fossiles. C'est pourquoi les critères paléontologiques jouent un rôle essentiel. En géologie, les unités biostratigraphiques sont définies par la présence dans les strates d'une certaine abondance de fossiles. Si l'entrée dans le Paléocène a été définie par une couche d'iridium, il n'en reste pas moins que la disparition des fossiles de dinosaures et d'ammonites et l'apparition d'échinoïdes – les oursins – restent des marqueurs importants.

La question qui se pose ainsi est de savoir si les restes organiques vont laisser une signature qui démarque l'Anthropocène de manière caractéristique. Pour cela, la biostratigraphie a développé un ensemble de méthodes pour analyser une zone clairement définie ou biozone. Cette dernière peut être une zone d'assemblage ou une zone d'association.

La zone d'assemblage se fonde sur la présence d'une espèce précise de fossiles, par exemple d'oursins. Ce critère rencontre une difficulté importante dans le cas de l'Anthropocène, puisqu'aucune espèce n'est apparue durant les siècles passés. De fait, il semble que les restes organiques les plus pertinents semblent être ceux de

⁴² Ian J. Fairchild et Silvia Frisia, « Definition of the Anthropocene: a view from the underworld » dans C. N. Waters et al. (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 239-254.

⁴³ Ian Snowball, Mark W. Hounslow et Andreas Nilsson, « Geomagnetic and mineral magnetic characterization of the Anthropocene » dans C. N. Waters et al. (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 119-141.

⁴⁴ Cf. infra, p. 98-107.

Homo sapiens lui-même. Mais, puisqu'on trouve aussi des restes humains datant de l'Holocène et du Pléistocène, ils ne peuvent servir à définir le passage à l'Anthropocène. Le problème est similaire si l'on choisit plutôt les espèces domestiques. L'abondance des chevaux, vaches, chèvres, cochons, chiens et chats est bien sûr remarquable, mais elle s'étend aussi sur plusieurs millénaires.

La zone d'association est une variante plus compliquée de la zone d'assemblage, qui contient simultanément au moins trois espèces fossiles. L'idée n'est plus de chercher des restes humains ou d'espèces domestiques, mais de se baser sur les nombreuses espèces que l'homme introduit sur un territoire, la plupart du temps de manière involontaire. Si l'on s'en tient à la végétation, les espèces de plantes introduites représentent presque 10 % de la flore en France.⁴⁵ Comme on le verra plus loin, l'effet net de ces introductions multiples est une homogénéisation des espèces à l'échelle planétaire. Celle-ci est déjà discernable par l'analyse des grains de pollen. La palynologie, qui étudie ces grains de pollen fossiles, offre ainsi un critère fiable de discrimination entre l'Holocène et l'Anthropocène, puisque le pollen peut se préserver des milliers, voire des millions d'années.⁴⁶

Cette circulation planétaire d'espèces vaut aussi pour le monde animal. En transformant le milieu, l'homme a introduit de nombreuses espèces. Par exemple, les cerfs sont parfois introduits pour la chasse⁴⁷, et ils sont devenus en certains lieux les herbivores dominants des écosystèmes. Tous ces mammifères laisseront des traces fossiles. Pour les fossiles lacustres, on peut citer l'introduction pour les mêmes raisons du saumon et de la truite.

⁴⁵ Peter M. Vitousek, Carla M. D'antonio, Lloyd L. Loope, Marcel Rejmanek et Randy Westbrooks, « Introduced species: a significant component of human-caused global change », *New Zealand Journal of Ecology*, 1997, vol. 21, n° 1, p. 3.

⁴⁶ Juan J. Armesto, Daniela Manuschevich, Alejandra Mora, Cecilia Smith-Ramirez, Ricardo Rozzi, Ana M. Abarzúa et Pablo A. Marquet, « From the Holocene to the Anthropocene: A historical framework for land cover change in southwestern South America in the past 15,000 years », *Land Use Policy*, 2010, vol. 27, n° 2, p. 148–160.

⁴⁷ Jean-Denis Vigne, « Domestication ou appropriation pour la chasse: histoire d'un choix socio-culturel depuis le Néolithique. L'exemple des cerfs (*Cervus*) » dans Jean Desse et Frédérique Audoin-Rouzeau (éds.), *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps: actes des rencontres 15-16-17 octobre 1992*, Juan-les-Pins, APDCA, 1993, p. 201–220.

Il y a enfin la question de l'extinction. Une extinction massive définit un horizon géologique, avec la dernière apparition de certaines espèces fossiles. Certains biologistes affirment que nous sommes au début d'une extinction massive⁴⁸. Or, cela est théoriquement l'un des critères les plus distinctifs pour un changement d'époque, ou de période. Il y a néanmoins, un écueil pratique puisque, contre toute attente, les géologues se basent non pas sur la dernière occurrence d'une espèce pour marquer une extinction, mais sur l'apparition d'un nouveau type de fossile. Nous sommes alors confrontés à la même objection que pour les zones d'assemblage. L'Anthropocène n'a pas encore vu naître une seule espèce.

Le « problème » avec cette sixième extinction massive, c'est qu'il règne encore une grande incertitude à son sujet. Les cinq grandes extinctions précédentes ont vu disparaître entre 75 % et 96 % des espèces, et nous sommes actuellement encore loin de ces pourcentages. Mais si la cadence actuelle des extinctions se poursuit, ce sera une réalité d'ici trois à cinq siècles.⁴⁹

Si cela peut constituer un soulagement, cela pose néanmoins un problème d'un point de vue paléontologique. Des plus de 900 espèces qui ont disparu depuis l'an 1500, aucune n'a laissé auparavant suffisamment de traces fossiles pour que son absence serve à définir l'Anthropocène.

I.2.4.3. Les perturbations des cycles globaux.

Après les sources anthropogéniques et les traces laissées par les changements dans la composition du monde du vivant, la troisième catégorie de critères regroupe l'ensemble des traces qui indiquent des modifications des cycles globaux. Ce sont tous les critères qui donnent un historique de différents paramètres climatiques, océaniques et, plus généralement, qui permettent de comprendre la circulation passée et présente d'un élément chimique particulier. Cette circulation passe principalement par l'atmosphère, les océans et les continents.

⁴⁸ Elizabeth Kolbert, *The sixth extinction: an unnatural history*, New York, Henry Holt and Co., 2014 ; Richard Leakey et Roger Lewin, *The sixth extinction: patterns of life and the future of humankind*, New York, Doubleday, 1995.

⁴⁹ Anthony D. Barnosky, Nicholas Matzke, Susumu Tomiya, Guinevere O'Wogan, Brian Swartz, Tiago B. Quental, Charles Marshall, Jenny L. McGuire, Emily L. Lindsey, Kaitlin C. Maguire et others, « Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? », *Nature*, 2011, vol. 471, n° 7336, p. 51–57.

L'atmosphère.

Le meilleur moyen de connaître les climats du passé est d'étudier les glaces, ce qui est possible grâce aux travaux de pionnier du glaciologue français Claude Lorius.⁵⁰ Ce dernier s'est rendu compte qu'il existait un moyen fiable de reconstruire un historique de la composition atmosphérique, en allant prélever des carottes glaciaires en Arctique et en Antarctique. La glace enregistre l'histoire de l'atmosphère de deux manières. Premièrement, lorsqu'il neige, la glace emprisonne régulièrement de petites bulles d'air. L'étude de ces minuscules capsules temporelles permet de reconstituer un historique de la composition atmosphérique sur des milliers d'années. Ces résultats sont si probants qu'on définit actuellement l'Holocène à partir de là. Deuxièmement et de manière similaire, les aérosols présents dans l'air finissent par se déposer à la surface de la glace. Il s'agit d'un effet local, qui ne reflète pas le fonctionnement du Système Terre sauf si les émissions aérosols sont assez importantes pour atteindre la stratosphère. On parle alors d'un effet global, et on en trouvera dans les carottes glaciaires du monde entier.

Les activités humaines ont modifié la composition de l'atmosphère de plusieurs manières, ce qu'un géologue du futur pourra mesurer grâce aux carottes glaciaires. Elles emprisonnent par exemple des particules sphéroïdes carbonées⁵¹, qui sont de minuscules résidus de la combustion des énergies fossiles. Ils sont seulement produits à de hautes températures (>1000 °C), ce qui signifie qu'on en trouve peu à l'état naturel. Une augmentation marquée et globale est mesurée depuis 1950.⁵²

Mais ces résidus doivent plutôt être rangés parmi les sources anthropogéniques. La véritable importance des carottes glaciaires réside surtout dans son rôle d'archive concernant l'évolution des gaz à effet de serre que sont le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Les données montrent ainsi une grande stabilité tout au long de l'Holocène, puis une augmentation progressive récente de la teneur de ces gaz dans l'atmosphère.

⁵⁰ Claude Lorius et Laurent Carpentier, *Voyage dans l'anthropocène: cette nouvelle ère dont nous sommes les héros*, Actes Sud, Arles, 2010.

⁵¹ *Spheroidal carbonaceous particles (SCP)*.

⁵² Graeme T. Swindles, Elizabeth Watson, T. Edward Turner, Jennifer M. Galloway, Thomas Hadlari, Jane Wheeler et Karen L. Bacon, « Spheroidal carbonaceous particles are a defining stratigraphic marker for the Anthropocene », *Scientific Reports*, 28 mai 2015, vol. 5, p. 10264.

L'étude glaciaire arctique montre aussi les perturbations du cycle du soufre, dues aux activités industrielles. De la même manière, les changements anthropogéniques du cycle de l'azote se lisent dans l'hémisphère nord par une augmentation des oxydes d'azote, dues aux combustions fossiles et à l'agriculture.

La glace enregistre enfin les changements du cycle des métaux, dont le plomb est l'exemple le plus significatif. Les isotopes de plomb retracent de manière précise l'histoire humaine de la pollution au plomb jusqu'à l'époque romaine, et la précision en est telle qu'on arrive même à déterminer de quelle mine provient le métal.⁵³

Les dépôts lacustres.

La glace des pôles n'est pas la seule archive géologique disponible pour établir l'histoire des cycles globaux. L'étude des sédiments lacustres est aussi instructive. Les lacs ont subi des changements anthropogéniques importants, à savoir l'acidification, l'eutrophisation et différentes formes de pollution. La perturbation du cycle de l'azote est telle qu'elle a des conséquences jusque dans les lacs les plus reculés, alpins ou arctiques. Ces derniers jouent le rôle de sentinelles écologiques, puisqu'ils sont en principe préservés de multiples nuisances. Mais, comme on le verra plus loin⁵⁴, la perturbation du cycle de l'azote par l'apport massif d'azote réactif se mesure pourtant aussi dans les sédiments lacustres de ces lacs.

L'eau des lacs contient de petites algues monocellulaires *Bacillariophyta* (diatomées), dont la coque, appelée frustule, a la particularité d'être imputrescible. Elle se dépose au fond des lacs et s'y conserve particulièrement bien en tant que couche sédimentaire. Or, l'azote réactif favorise la croissance des diatomées, ce qui induit une croissance remarquable des dépôts de frustules dans tous les lacs du monde depuis un siècle. La croissance est même exponentielle depuis 1950.⁵⁵ La

⁵³ Jonathan R. Dean, Melanie J. Leng et Anson W. Mackay, « Is there an isotopic signature of the Anthropocene? », *The Anthropocene Review*, 2014.

⁵⁴ Les raisons de la perturbation du cycle de l'azote sont discutées au chapitre III. Cf. infra, p. 122-142.

⁵⁵ Alexander P. Wolfe, William O. Hobbs, Hilary H. Birks, Jason P. Briner, Sofia U. Holmgren, Ólafur Ingólfsson, Sujay S. Kaushal, Gifford H. Miller, Mark Pagani, Jasmine E. Saros et others, « Stratigraphic expressions of the Holocene–Anthropocene transition revealed in sediments from remote lakes », *Earth-Science Reviews*, 2013, vol. 116, p. 17–34 ; Gordon W. Holtgrieve, Daniel E. Schindler, William O. Hobbs, Peter R. Leavitt, Eric J. Ward, Lynda Bunting, Guangjie Chen, Bruce P. Finney, Irene Gregory-Eaves, Sofia Holmgren, Mark J. Lisac, Peter J. Lisi, Koren Nydick, Lauren A.

globalité de la formation de cette couche sédimentaire en fait un critère stratigraphique de choix pour l'Anthropocène.

Les océans.

Mais les lacs ne représentent qu'une infime partie de l'eau liquide de la Terre et des changements importants sont aussi en cours dans les océans. Ils absorbent lentement une grande partie des émissions fossiles de CO₂ de l'atmosphère. Mais cela mène à leur acidification, ce qu'on nomme *l'autre problème du CO₂*. Une conséquence des réactions chimiques consécutive à cet apport important de CO₂ est de rendre plus difficile la précipitation du carbonate de calcium dans l'eau. Or, ce dernier est constitutif pour de nombreux organismes marins qui en ont besoin pour fabriquer leur coquille⁵⁶, ou pour les coraux. Outre le fait de faire disparaître ces organismes marins, l'acidification des océans entraîne des modifications de la composition des sédiments, qui passe d'une forme calcaire vers une forme siliceuse, ce qui peut servir de critère stratigraphique pour l'Anthropocène.⁵⁷

I.2.4.4 Les événements catastrophiques.

La dernière catégorie de critère stratigraphique permettant de repérer de début de l'Anthropocène se distingue des autres en se référant non à des traces laissées par des processus en cours, mais par celles laissées par un événement global, mais ponctuel, comme une éruption volcanique, ou une détonation atomique.

Les éruptions volcaniques.

Les cendres volcaniques émises dans l'atmosphère lors d'une éruption importante forment une couche sédimentaire globale et synchrone, facilement utilisable. Il a

Rogers, Jasmine E. Saros, Daniel T. Selbie, Mark D. Shapley, Patrick B. Walsh et Alexander P. Wolfe, « A Coherent Signature of Anthropogenic Nitrogen Deposition to Remote Watersheds of the Northern Hemisphere », *Science*, 16 décembre 2011, vol. 334, n° 6062, p. 1545-1548 ; Sofia U. Holmgren, Christian Bigler, Ólafur Ingólfsson et Alexander P. Wolfe, « The Holocene–Anthropocene transition in lakes of western Spitsbergen, Svalbard (Norwegian High Arctic): climate change and nitrogen deposition », *Journal of Paleolimnology*, 2010, vol. 43, n° 2, p. 393–412.

⁵⁶ David Archer, « Fate of fossil fuel CO₂ in geologic time », *Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012)*, 2005, vol. 110, n° C9, p. 2.

⁵⁷ Toby Tyrrell, « Anthropogenic modification of the oceans », *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2011, vol. 369, n° 1938, p. 887–908.

ainsi été proposé de se baser sur l'éruption qui a eu lieu à Tambora, en Indonésie, en avril 1815. Cette date coïncide bien avec un début de l'Anthropocène durant la révolution industrielle. Ce critère est particulier en ce qu'il est le seul qui n'ait aucun lien avec une influence humaine quelconque.

Les essais nucléaires.

Pour finir, le critère qui semble avoir les plus grandes faveurs de la communauté scientifique, et de Crutzen lui-même, est de se baser sur les retombées des explosions de bombes atomiques atmosphériques. Selon le géophysicien Gary J. Hancock,

[les radionucléides persistants] nous donnent les meilleurs marqueurs chronologiques pour le début de cet événement anthropogénique tant pour le présent que pour le futur, du fait de leur longue demi-vie [...] et du fait qu'ils étaient présents en quantités négligeables avant leur production et leur dissémination anthropogénique.⁵⁸

En effet, l'entrée dans l'âge atomique a disséminé de grandes quantités de radionucléides dans l'atmosphère. Ils se sont ensuite déposés de manière globale, qu'il est possible de détecter et dater de manière univoque et synchronique.⁵⁹ Le groupe de travail de l'Anthropocène n'est pas insensible à ces atouts et a indiqué au début de 2015 que ce critère était le favori pour l'instant avec la date du 16 juillet 1945, où se déroula le premier essai nucléaire, comme date inaugurale de l'Anthropocène.⁶⁰ Néanmoins, il est assez piquant de remarquer que la plupart de ces isotopes radioactifs n'ont, contre toute attente, que peu d'importance géologique. Si

⁵⁸ Gary J. Hancock et al., « The release and persistence of radioactive anthropogenic nuclides » dans C. N. Waters et al. (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 265.

⁵⁹ Pour un exemple, Jacopo Gabrieli, Giulio Cozzi, Paul Vallelonga, Margit Schwikowski, Michael Sigl, Jost Eickenberg, Lukas Wacker, Claude Boutron, Heinz Gäggeler, Paolo Cescon et others, « Contamination of Alpine snow and ice at Colle Gnifetti, Swiss/Italian Alps, from nuclear weapons tests », *Atmospheric Environment*, 2011, vol. 45, n° 3, p. 587–593.

⁶⁰ Robert Sanders, *Was first nuclear test the start of new human-dominated epoch, the Anthropocene?*, <http://newscenter.berkeley.edu/2015/01/16/was-first-nuclear-test-dawn-of-new-human-dominated-epoch-the-anthropocene/>, (consulté le 9 février 2015) ; Jan Zalasiewicz et al., « When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal », *Quaternary International*, 2014.

actuellement la détection est univoque, la plupart de ces éléments ont une demi-vie⁶¹ beaucoup trop courte et seront indétectables dans un futur lointain. Même le plutonium, souvent cité, a une demi-vie de 24 000 ans seulement. Le meilleur candidat actuel, l'iode-129, a une demi-vie de 15,7 millions d'années. Si on se projette dans 200 millions d'années, alors il restera encore 0,01 % de ce qui est sédimenté aujourd'hui.

I.2.5 DISCUSSION.

Ceci termine la discussion des critères stratigraphiques possibles pour définir géologiquement l'Anthropocène. Les possibilités sont nombreuses. Faut-il plutôt chercher des traces d'activités spécifiquement humaines et dénombrer au mieux les sources anthropogéniques ? Faut-il plutôt s'intéresser au monde du vivant ? Au climat, à l'azote ? Il ne s'agit pas ici de trancher ces débats, ou même d'indiquer une préférence.

Mais si ce foisonnement de critères stratigraphiques sombrera probablement dans l'oubli une fois que le groupe de travail sur l'Anthropocène aura choisi l'un ou l'autre, il ne reflète pas seulement l'incroyable ingéniosité des scientifiques. Il montre surtout jusqu'à quelles profondeurs l'espèce humaine plante ses griffes dans la Terre. La diversité des critères, si elle n'est pas une preuve en soi de l'impact global de l'homme sur la Terre, suggère en tout cas fortement ses dimensions multiples, dont la question climatique n'en est qu'une expression parmi d'autres.

Le choix se fera en fonction des logiques propres à la géologie. Ainsi, il est possible que les critères qui se basent sur la sixième extinction soient écartés au motif qu'elle n'est pas encore assez avancée. Or, il se pourrait bien que cela soit le changement le plus durable dont l'homme aura été capable.

Ensuite, il est assez remarquable que la définition d'une époque qui est littéralement « l'âge de l'homme » se déroule presque entièrement en l'absence des sciences humaines. Il s'agit bien entendu d'un enjeu disciplinaire, mais le savoir mobilisé est quelque peu inédit pour les géologues, et une certaine interdisciplinarité est donc de mise. Néanmoins, aucun critère ne fait appel à une compétence propre des sciences humaines. La détermination d'une influence « anthropogénique » – le

⁶¹ La demi-vie d'une source radioactive est le temps qu'il faut pour que la moitié de la source se désintègre en d'autres éléments.

terme consacré – relève toujours de critères purement naturalistes : présence ou absence de certains éléments, variations isotopiques, changements de concentrations, etc. Par contraste, certains géologues se demandent si l'Anthropocène a vraiment sa place au sein de l'échelle géologique. Tous les événements de l'Anthropocène sont déjà connus de l'humanité et font partie de l'histoire humaine. Les recherches de marques stratigraphiques ne sont qu'une confirmation de ce que nous savons déjà. Contextuellement, ces événements se comprennent mieux lorsqu'on les décrit en termes de civilisations, et non pas par l'Anthropocène, un terme bien trop générique. En ce sens, l'Anthropocène ne serait pas une temporalité géologique, mais bien historique.⁶²

Les discussions autour du critère stratigraphique, pour techniques qu'elles soient, mettent en lumière une distinction importante, qui permet d'éviter beaucoup de confusions autour de l'Anthropocène. S'il existe autant de critères possibles, c'est aussi parce qu'ils essaient de répondre à deux définitions séparées de l'Anthropocène. Quand on pense à l'influence humaine, il est normal de penser à la technologie et aux artefacts. Plusieurs critères placent ainsi une frontière entre nature et artefact, ou du moins entre naturel et anthropogénique, en essayant de montrer ce qui distingue les produits humains de la nature, de manière directe ou indirecte. Par exemple, les radionucléides sont une nouveauté sédimentaire, tout comme l'est le plastique. À la limite, cette logique conduit à se représenter un Anthropocène intégral comme un monde totalement artificiel. L'entrée dans l'Anthropocène se fait dès qu'on arrive à détecter un impact humain. Dans ce sens premier, l'Anthropocène signifie l'anthropisation du monde.

Mais cette recherche de « l'anthropogénique » masque l'idée originelle, qui est d'ordre systémique. Ce que les scientifiques de l'IGBP ont voulu montrer, c'est comment on en est venu à altérer le fonctionnement du Système Terre et la question de l'artefact y est secondaire. Zalasiewicz l'énonce clairement.

⁶² Stan C. Finney, « The 'Anthropocene' as a ratified unit in the ICS International Chronostratigraphic Chart: fundamental issues that must be addressed by the Task Group » dans C. N. Waters et al. (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 25.

L'Anthropocène ne représente pas le début décelable de l'influence humaine [...], mais un changement majeur dans le Système Terre qui est piloté par le forçage humain.⁶³

Un peu plus loin :

Nous réitérons que l'Anthropocène est ici une frontière temporelle, et pas une frontière entre des faciès sédimentaires anthropogéniques « artificiels » et « naturels ».⁶⁴

Ainsi compris, l'Anthropocène ne définit pas une frontière entre un monde naturel et un monde artificiel, mais une altération durable dans le fonctionnement même du Système Terre. Autrement dit, l'Anthropocène n'est pas l'anthropisation. C'est la raison pour laquelle les critères qualifiant les changements systémiques ont une pertinence particulière.

Ces deux significations se retrouvent dans la plupart des débats autour de l'Anthropocène. Ceux qui comprennent l'Anthropocène comme anthropisation préfèrent faire débiter cette époque dans un passé plus lointain. Ceux qui le comprennent comme une altération systémique choisissent des dates plus proches.

Finalement, il reste à évoquer les limites de l'approche stratigraphique elle-même. L'Anthropocène ne soulève pas l'enthousiasme de tous les géologues, tant s'en faut.⁶⁵ Les sceptiques à une ratification officielle de l'Anthropocène mettent le plus souvent en avant la durée infinitésimale de l'Anthropocène à l'échelle géologique. Est-ce qu'un intervalle d'une soixantaine d'années, ou même de quelques milliers d'années, peut véritablement prétendre être une époque géologique ? Cela n'est pas seulement un problème d'échelle, mais aussi de formation de strate. Celle de l'Anthropocène est encore en cours de formation, et se présente de manière très

⁶³ Jan A. Zalasiewicz, Mark Williams et Colin N. Waters, « Can an Anthropocene Series be defined and recognized? » dans C. N. Waters et al. (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 40.

⁶⁴ *Ibid.*, p. 42.

⁶⁵ Pour un résumé des principaux arguments contre l'usage de ce concept, voir: Mike Walker, Phil Gibbard et John Lowe, « Comment on “When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary is stratigraphically optimal” by Jan Zalasiewicz et al. (2015), *Quaternary International*, 383, 196–203 », *Quaternary International*, octobre 2015, vol. 383, p. 204-207.

compliquée. En lieu et place d'une strate, la situation semble plus proche de ce que connaissent les archéologues, qui rencontrent parfois des surfaces palimpsestes⁶⁶, où sur une même surface sont conservées des restes de plusieurs histoires humaines.⁶⁷

Le problème est que de toute évidence, une grande partie de l'Anthropocène se situe dans le futur. Mais cela pose une limite d'ordre méthodologique. Le raisonnement des géologues se basait sur l'expérience de pensée d'une disparition soudaine de l'humanité. Si cette méthode projective d'un géologue propulsé dans un futur lointain est assez peu discutée dans la littérature, on peut mettre en doute sa pertinence. Le géologue Stan Finney se demande, par exemple, si cette méthode est adéquate pour définir une unité de l'échelle des temps géologiques, basée jusque là sur des méthodes bien établies et documentées.⁶⁸

Une première source d'incrédulité est que le scénario unique d'une disparition soudaine de l'humanité est douteux, car improbable. Si une grande partie de l'Anthropocène est à venir, alors il faut admettre que nous ne savons pas encore très bien quelles seront les caractéristiques de cette époque. Un monde à 400 ppm de CO₂, seuil atteint en 2013 et un monde à 1000 ppm de CO₂, qui est un seuil possible, sont totalement différents, le second ne permettant probablement pas à l'homme de survivre, au vu du réchauffement planétaire qu'il induirait⁶⁹.

Le problème n'est pas tant que le futur est par principe inconnu. Au contraire, l'un des atouts des sciences est leur capacité de prévision. Si de nombreux aspects du Système Terre sont encore mal compris, la plus grande inconnue des siècles à venir, devant laquelle la géologie est totalement démunie, est la réaction réflexive de

⁶⁶ Cette complication n'est pas une spécificité de l'Anthropocène, puisque d'autres séries anciennes, appelées « séries condensées », ont le même caractère en stratigraphie, pour le cas inverse à l'Anthropocène : des surfaces de très faible épaisseur et au temps très long.

⁶⁷ Matt Edgeworth, « The 'Anthropocene' as a ratified unit in the ICS International Chronostratigraphic Chart: fundamental issues that must be addressed by the Task Group » dans C. N. Waters et al. (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 91-108.

⁶⁸ S.C. Finney, « The 'Anthropocene' as a ratified unit in the ICS International Chronostratigraphic Chart: fundamental issues that must be addressed by the Task Group », art cit, p. 26.

⁶⁹ J. Hansen, M. Sato, G. Russell et P. Kharecha, « Climate sensitivity, sea level and atmospheric carbon dioxide », *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 16 septembre 2013, vol. 371, n° 2001, p. 20120294-20120294.

l'humanité face au changement global en cours. Ce que sera l'Anthropocène va dépendre avant tout de choix humains. Cette ignorance sur la nature de l'Anthropocène pousse le paléoclimatologue Eric W. Wolff à se demander s'il ne serait pas plus sensé de laisser les générations futures définir l'Anthropocène.⁷⁰

Cet appel à attendre avant de prendre une décision montre que la stratigraphie avance à son rythme propre. Les débats autour de la définition du Quaternaire ont pris plus de soixante années à se dénouer, et il n'est pas impossible que le groupe de travail sur l'Anthropocène prenne autant de temps. Ce conservatisme, dont les stratigraphes aiment à s'enorgueillir, est ce qui confère une valeur certaine à leurs jugements prudents. Il est par conséquent certain qu'une décision favorable à l'Anthropocène aurait un écho scientifique très important. Une première étape importante a cependant été franchie en 2016. En effet, le groupe de travail sur l'Anthropocène a présenté ses conclusions au 35^e Congrès International de Géologie qui s'est tenu de fin août à début septembre 2016 au Cap, en Afrique du Sud. Il y soutient l'introduction de cette nouvelle époque, avec comme recommandation de la faire débiter en 1950.⁷¹

Par ailleurs, il n'est même pas certain que la question du critère stratigraphique ne soit jamais tranchée. Si la définition du clou d'or (GSSP) est le critère géologique le plus strict et formel, il n'est pas en soi absolument nécessaire pour définir une époque géologique. Si c'était le cas, il ne serait pas possible de définir l'Hadéen et le début de l'Archéen, pour lesquels toutes les traces ont été effacées par la tectonique des plaques. Il est aussi possible de partir d'une simple définition temporelle numérique d'un âge.⁷² Certains évoquent ainsi l'idée de se passer complètement du clou d'or, et de définir simplement une date.⁷³

⁷⁰ E.W. Wolff, « Ice sheets and the Anthropocene », art cit, p. 261-262.

⁷¹ Paul Voosen, « Anthropocene pinned to postwar period », *Science*, 26 août 2016, vol. 353, n° 6302, p. 852-853.

⁷² *Global Standard Stratigraphic Age (GSSA)*.

⁷³ Jan Zalasiewicz, Mark Williams, Richard Fortey, Alan Smith, Tiffany L. Barry, Angela L. Coe, Paul R. Bown, Peter F. Rawson, Andrew Gale, Philip Gibbard et others, « Stratigraphy of the Anthropocene », *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and*

Une dernière source de perplexité pour la géologie est d'ordre épistémologique. L'Anthropocène viendrait remettre en cause l'uniformitarisme, un paradigme central de la géologie depuis ses débuts. Proposé pour la première fois au XVIII^e siècle par le géologue écossais James Hutton, ce principe postule qu'on peut comprendre le passé à partir du présent, à savoir que les phénomènes qui se déroulent de nos jours ressemblent à ceux qui avaient cours dans un passé lointain, ce qui est fréquemment résumé par la formule « le présent est la clé du passé. »

Or, selon certains géologues⁷⁴, l'apparition soudaine de l'humanité comme force géologique vient contester la validité de ce principe. Selon eux, cela aurait deux conséquences fondamentales. D'une part, on ne pourrait plus se baser sur le fonctionnement actuel du Système Terre pour expliquer le passé, puisque les conditions actuelles diffèrent. À l'inverse, on ne pourrait pas non plus utiliser certains événements du passé pour éclairer le présent, par exemple les épisodes passés d'augmentation rapide de gaz à effet de serre, puisque les processus n'étaient alors pas les mêmes qu'aujourd'hui.

S'il était recevable, cet argument serait formidable, puisqu'il nous couperait effectivement du passé, et qu'il invaliderait une bonne partie de nos connaissances historiques et géologiques. Pour montrer qu'il ne l'est pas, il faut rappeler que l'uniformitarisme regroupe deux concepts bien distincts, comme l'avait montré Stephen Jay Gould en 1965 déjà.⁷⁵ La première version de l'uniformitarisme est méthodologique et postule que les lois de la nature s'appliquent de manière identique à travers l'espace et le temps. La seconde est substantielle, puisqu'elle affirme que les processus du passé sont encore à l'œuvre aujourd'hui (forme forte), ou du moins que les processus observables aujourd'hui expliquent au mieux le passé (forme faible).

Engineering Sciences, 2011, vol. 369, n° 1938, p. 1036–1055 ; Walker, Gibbard et Lowe s'opposent cependant à ce point de vue pour les périodes récentes. M. Walker, P. Gibbard et J. Lowe, « Comment on “When did the Anthropocene begin?” », art cit, p. 204–205.

⁷⁴ Jasper Knight et Stephan Harrison, « Limitations of uniformitarianism in the Anthropocene », *Anthropocene*, mars 2014, vol. 5, p. 71–75.

⁷⁵ Stephen Jay Gould, « Is uniformitarianism necessary? », *American Journal of Science*, 1965, vol. 263, n° 3, p. 223–228.

L'uniformitarisme méthodologique n'est en rien propre à la géologie, puisque c'est un postulat de base de la physique moderne, posé par Newton. Pour expliquer un phénomène physique, il est présupposé que les mêmes lois s'appliquent de manière uniforme dans l'univers, sur Terre comme sur Pluton, il y a un siècle comme dans deux mille ans. Sans ce postulat, il est impossible de faire de la science.

La version substantielle dit quelque chose de très différent. Lorsqu'elle érige en dogme que les processus actuels et ceux du passé doivent être les mêmes, elle affirme *a priori* ce que la géologie doit découvrir dans les strates. Bien qu'ayant servi historiquement à la géologie, ce principe est problématique, puisqu'il dit à l'avance, avant toute recherche empirique, ce que la science doit découvrir.⁷⁶

Cette distinction permet de désamorcer les affirmations de coupure entre présent et passé. D'une part, l'apparition d'une force géologique nouvelle n'invalide en rien l'uniformitarisme méthodologique. D'autre part, on peut douter raisonnablement de l'impossibilité à établir des parallèles entre le présent et le passé. Il va de soi que chaque événement est unique, et les conditions du passé ne se répètent jamais *exactement*. L'Anthropocène n'apporte ici rien de nouveau, mais cela n'a jamais empêché de pouvoir tirer des analogies utiles entre le passé et le présent.

⁷⁶ Victor R. Baker, « Uniformitarianism, earth system science, and geology », *Anthropocene*, mars 2014, vol. 5, p. 76-79.

CHAPITRE II

Les précurseurs

II.1 DE LA DEFORESTATION A LA FORCE GEOLOGIQUE.

Platon rapporte dans le *Critias* qu'Athènes et sa région étaient autrefois si fertiles qu'il était possible de décharger une grande partie de la population des travaux de la terre et ainsi d'entretenir une grande armée.⁷⁷ Mais c'était autrefois. Depuis lors, des déluges innombrables ont si bien lessivé la terre qu'elle a fini par disparaître complètement, laissant la roche nue. Elle est devenue comme « le squelette d'un corps décharné par la maladie ». Ces vicissitudes du climat ne sont cependant pas les seules responsables de l'érosion des sols. Platon explique qu'auparavant, il y avait des forêts sur les montagnes, mais qu'elles ont été coupées depuis lors, ce qui a permis l'érosion. Il en donne pour preuve les traces encore visibles laissées par des sanctuaires se trouvant habituellement hors de la Cité.

L'anecdote platonicienne est l'un des textes connus les plus précoces montrant une préoccupation environnementale. Si de nombreux mythes plus anciens décrivent des catastrophes naturelles ou divines d'une autre ampleur, l'homme n'en est jamais que le jouet. Dans le *Critias*, Platon suggère que l'homme a sa part de responsabilité dans la perte de fertilité des terres de l'Attique.

Dans les quelques textes antiques qui expriment une inquiétude environnementale, le sujet le plus traité est la fertilité des sols. Le texte le plus détaillé, assez technique, se trouve chez Pline l'Ancien, qui livre des considérations

⁷⁷ Platon, « Le Critias » dans *Platon : Œuvres complètes, tome 2*, Paris, Gallimard, 1950, p. 531 (110e-111e).

agronomiques et explique comment il faut prendre soin des sols, et comment il faut s'y prendre pour cultiver des oliviers sur des collines sans les dénuder⁷⁸.

Le soin à donner à l'environnement ne suit cependant pas qu'un schéma utilitariste, mais s'inscrit aussi dans une conception antique de la nature qui affirme que tout être naturel existe selon un but. Observant que tout gland possède en lui, *potentiellement*, un chêne, Aristote développe l'idée que chaque organisme naît, croît et agit selon sa *nature*, c'est-à-dire selon son essence ou sa forme. Chaque être naturel possède ainsi en lui un principe qui est sa raison d'être. Puisque tout ce qui existe a une raison d'exister, et puisque l'homme est, parmi tous ces êtres, le plus noble, il en conclut que toutes les productions naturelles existent en vue de l'homme.

Si la nature n'est là que pour que l'homme s'en serve, il en résulte que ce qui caractérise les rapports entre l'homme et la nature sont de nature *harmonieuse*. En effet, lorsque l'homme exploite les ressources naturelles, lorsqu'il travaille la terre ou lorsqu'il chasse, il ne fait que mettre en valeur et magnifier la nature, puisque c'est pour cela qu'elle existe. Aristote est le premier à exprimer ce raisonnement. Il est clair pour lui que les plantes existent pour les animaux, et les animaux pour les hommes. Par généralisation, tout ce que produit la nature sert à l'humanité. Il dit qu'il est « nécessaire que ce soit pour les hommes que la nature ait fait tout cela. »⁷⁹

Aristote n'est pas le seul durant l'Antiquité à soutenir que la nature existe pour l'homme. Pline affirme de même qu'on « donnera légitimement la première place à l'homme, pour lequel la nature semble avoir engendré tout le reste. »⁸⁰ Cicéron, pour sa part, assure que « tout ce qui existe dans ce monde et dont les hommes font usage a été fait et disposé pour les hommes. »⁸¹ Le monde appartient à la fois aux dieux et aux hommes, puisque ce sont les seuls êtres doués de raison, et qui vivent selon le droit et la loi. Pour que l'harmonie règne, il faut que toutes les choses et tous les animaux soient ménagés pour les êtres qui s'en servent. C'est pourquoi la nature

⁷⁸ Caius Plinius Secundus, *Histoire naturelle*, traduit par Stéphane Schmitt, Paris, Gallimard, 2013, p. 796-797, Livre XVII, XXIX-XXX.

⁷⁹ Aristote, *Les politiques*, traduit par Pierre Pellegrin, Paris, Flammarion, 1999, p. 112-113, I, 8, 1256-23.

⁸⁰ C. Plinius Secundus, *Histoire naturelle*, *op. cit.*, p. 311, Livre VII, 1.

⁸¹ Marcus Tullius Cicero, *La nature des dieux*, traduit par Clara Auvray-Assayas, Paris, Les Belles lettres, 2002, p. 127.

entière est réservée aux hommes et non aux dieux, puisque les premiers prennent une part active à sa gestion. Ils le font selon leur intérêt, mais la raison les guide dans la domination sur le monde naturel :

L'homme a la maîtrise complète des biens de la terre : nous tirons profit des plaines et des montagnes, les fleuves sont à nous, les lacs sont à nous ; nous semons des céréales, nous plantons des arbres, nous fertilisons les terres par des irrigations, nous contenons les cours d'eau, nous les rectifions, nous les détournons ; de nos mains enfin nous essayons de créer dans la nature comme une seconde nature⁸².

À cette première forme d'anthropocentrisme s'ajoute une seconde, qui s'inspire du *Timée* de Platon et qui a ensuite fusionné avec l'héritage judéo-chrétien. La nature se présente alors comme la création, la production d'un Dieu qui lui est à la fois extérieur et antérieur. La coupure entre le Créateur et la Création se lit distinctement dans le psaume 102 :

Il y a longtemps que tu as fondé la terre,
le ciel est ton ouvrage.

Tout cela disparaîtra, mais toi, tu restes.⁸³

Si l'homme fait lui aussi partie de la création, s'il s'oriente vers son Créateur alors il participera aussi de cette extériorité. C'est pour cela que dans plusieurs passages de la Genèse, l'homme reçoit l'ordre de prendre possession de la Terre.⁸⁴ Après le Déluge, Noé reçoit le même commandement, en échange de quoi Dieu lui promet de ne plus anéantir la vie sur Terre.⁸⁵ Ces passages ont justifié ce que J. Baird Callicott

⁸² *Ibid.*, p. 126.

⁸³ *La Bible: Ancien et nouveau testament: traduite de l'hébreu et du grec en français courant.*, Pierrefitte, Société biblique française, 1982, p. 921. Psaume 102, 26-27.

⁸⁴ « Ayez des enfants, devenez nombreux, peuplez toute la terre et dominez-la; soyez les maîtres des poissons dans la mer, des oiseaux dans le ciel et de tous les animaux qui se meuvent sur la terre. » *Ibid.*, p. 5, Genèse 1.28.

⁸⁵ « Multipliez-vous et peuplez la terre. Vous inspirerez désormais la plus grande crainte à toutes les bêtes de la terre, aux oiseaux, aux petits animaux et aux poissons; vous pourrez disposer d'eux. Tout ce qui remue et qui vit pourra vous servir de nourriture; comme je vous avais donné l'herbe verte, je vous donne maintenant tout cela. » *Ibid.*, p. 12, Genèse 9.1-9.3.

nomme l'interprétation despotique de la Bible⁸⁶, qui exige une domination de l'homme sur le reste de la création.

Le philosophe Dominique Bourg a appelé anthropocentrisme d'immersion la conception de la nature qui s'inspire d'Aristote.⁸⁷ Bien que cette conception légitime la domination humaine, elle ne propose jamais d'en sortir ou de la dépasser. Les conceptions platonicienne et biblique sont par contraste des anthropocentrismes d'arrachement, qui veulent sortir de la nature.

Malgré ces conceptions despotiques, l'idée que l'homme puisse modifier durablement la nature est un concept inconnu durant l'Antiquité et le Moyen Âge. Si la nature est, dans sa globalité, ordonnée à l'homme, l'influence ne peut être que locale. Les premières inquiétudes à ce sujet se font jour quant aux conséquences d'une déforestation et d'une chasse excessive. En France, Philippe Le Bel crée dès 1291 une administration des eaux et forêts, sans grande conséquence, et il faut attendre 1346 pour que Philippe de Valois instaure un premier code forestier, qui régleme l'usage des forêts, en matière de chasse et de coupe. Au XVII^e siècle, l'ordonnance sur le « fait des eaux et forêts » édicté par Colbert montre une conscience des liens entre la gestion de la forêt et les pâturages avoisinants. Ce n'est d'ailleurs pas seulement une préoccupation occidentale, puisque Jared Diamond donne l'exemple d'une gestion impériale durable et très stricte des forêts dans le Japon au XVI^e siècle.⁸⁸

⁸⁶ Callicott contraste cette interprétation despotique avec deux autres lectures possibles de la Bible: l'intendance, et l'interprétation citoyenne. J. Baird Callicott, *Pensées de la Terre: Méditerranée, Inde, Chine, Japon, Afrique, Amériques, Australie: la nature dans les cultures du monde*, traduit par Pierre Madelin, Paris, Wildproject, 2011, p. 45-47. L'église catholique s'est récemment repositionnée par rapport à ces interprétations, avec l'encyclique *Laudato si'* du pape Benoît XVI.

⁸⁷ Dominique Bourg, « Technologie, environnement et spiritualité » dans Dominique Bourg et Philippe Roch (éds.), *Crise écologique, crise des valeurs? Défis pour l'anthropologie et la spiritualité*, Genève, Labor et Fides, 2010, p. 33 ; Dominique Bourg et Alain Papaux, « Dictionnaire de la Pensée Écologique » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Écologique*, Paris, PUF, 2015, p. 758.

⁸⁸ Jared Diamond, *Effondrement : comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, Paris, Gallimard, 2009 [2005], p. 482-506.

Au seuil de la modernité, les témoignages dont nous disposons montrent avant tout des préoccupations quant à la pérennité de certaines ressources, sylvestres, cynégétiques ou agricoles. Les descriptions des modifications humaines sont toujours locales ou régionales, mais personne n'envisage que l'homme puisse modifier la surface de la planète entière de manière durable.

II.1.1 LE COMTE DE BUFFON.

Les choses changent à partir du XVIII^e siècle, alors que l'on commence à comprendre que ces modifications anthropogéniques locales ont lieu un peu partout sur la Terre. Une plume éloquente qui veut prouver que l'ampleur des transformations environnementales est réelle et durable est celle d'un naturaliste français, le comte de Buffon. Dans sa monumentale *Histoire naturelle* publiée en 1749, le comte montre à quel point les pays habités depuis longtemps diffèrent de régions inhabitées. Dans les premiers, il y a peu de forêts, les montagnes sont à nu, et les sols sont moins fertiles en raison du manque d'apport organique. La raison en est que :

les hommes détruisent les bois, contraignent les eaux, resserrent les fleuves, dessèchent les marais, & avec le temps ils donnent à la terre une face toute différente de celle des pays inhabitez ou nouvellement peuplez.⁸⁹

Ces transformations ne sont pas toutes superficielles. Buffon décrit l'animal domestique comme un esclave dont on s'amuse, dont on se sert, que l'on altère et dénature. Il déplore la déchéance que subissent les animaux domestiques, alors que l'animal sauvage ne connaît que besoin et liberté. Malgré cela, il considère que la domination humaine sur la nature est un droit divin.

L'empire de l'homme sur les animaux est un empire légitime qu'aucune révolution ne peut détruire, c'est l'empire de l'esprit sur la matière, c'est non seulement un droit de Nature, un pouvoir fondé sur des lois inaltérables, mais c'est encore un don de Dieu

⁸⁹ Georges Louis Leclerc de Buffon, *Histoire naturelle générale et particulière avec la description du Cabinet du Roy*, Paris, Imprimerie Royale, 1749, vol.1, p. 211.

[...] Le rayon divin dont l'homme est animé, l'anoblit et l'élève au-dessus de tous les êtres matériels.⁹⁰

L'homme est « maître des végétaux », qu'il peut augmenter, diminuer, détruire et multiplier à l'infini. Il est « maître des animaux », puisque lui seul connaît les moyens et les fins et peut vaincre par l'esprit. Il prophétise l'extinction des espèces sauvages, car la multiplication des hommes et des animaux domestiques décime leurs effectifs et les contraint à se réfugier dans des lieux inaccessibles.⁹¹

Dans *Les époques de l'homme*, une histoire de la Terre écrite vers la fin de sa vie, il propose une division en sept époques, dont la dernière s'intitule « Lorsque la puissance de l'homme a secondé celle de la nature »⁹². Buffon y brosse à grands traits l'histoire de l'humanité, mais décrit aussi comment l'homme, au travers de sa capacité à transformer la nature, est devenu une force dans l'évolution de la nature.

Ce n'est donc que depuis environ trente siècles, que la puissance de l'homme s'est réunie à celle de la Nature, & s'est étendue sur la plus grande partie de la Terre [...] Par son intelligence, les animaux ont été apprivoisés, subjugués, domptés, réduits à lui obéir à jamais ; par ses travaux, les marais ont été desséchés, les fleuves contenus, leurs cataractes effacées, les forêts éclaircies, les landes cultivées ; par sa réflexion, les temps ont été comptés, les espaces mesurés, les mouvements célestes reconnus, combinés, représentés, le Ciel & la Terre comparés, l'Univers agrandi, & le Créateur dignement adoré ; par son art émané de la science, les mers ont été traversées, les montagnes franchies, les peuples rapprochés, un nouveau monde découvert, mille autres terres isolées sont devenues son domaine. Enfin la face entière de la Terre porte aujourd'hui l'empreinte de la puissance de l'homme ...⁹³

⁹⁰ Georges Louis Leclerc de Buffon, *Histoire naturelle générale et particulière avec la description du Cabinet du Roy, tome 4*, Paris, Imprimerie Royale, 1749, vol.4, p. 170-172.

⁹¹ *Ibid.*, p. 173.

⁹² Georges Louis Leclerc de Buffon, *Les époques de la nature*, Paris, Muséum national d'histoire naturelle, 1962 [1780], p. 206 (p. 225 dans l'éd. orig.).

⁹³ *Ibid.*, p. 211 (p. 236-237 éd. orig.).

Le propos est résolument optimiste, et il ne fait guère de doute que, dans l'esprit du naturaliste, les transformations humaines sont des améliorations puisque l'homme va multiplier les espèces qui lui sont utiles⁹⁴.

Buffon est convaincu qu'il est possible de contrôler le climat par manipulation du milieu. Situés à la même latitude, Paris et Québec devraient avoir le même climat. Pourtant il fait plus chaud à Paris. Buffon explique cette différence par la présence de forêts à Québec, qui ont un rôle de refroidissement. Si on coupe les arbres, comme cela a été fait autour de Paris, cela induira un réchauffement d'une région. On appréciera sa prescience bien involontaire sur ces questions climatiques.

Rien ne paroît plus difficile, pour ne pas dire impossible, que de s'opposer au refroidissement successif de la Terre & de réchauffer la température d'un climat ; cependant l'homme peut le faire, et l'a fait.⁹⁵

Quoi qu'il en soit, les écrits de Buffon sont parmi les premiers à mêler l'histoire de la Terre et l'histoire humaine au travers des transformations humaines, et à montrer que l'homme est une force qui compte dans l'évolution du monde.

II.1.2 CHARLES LYELL.

Presque un siècle plus tard, l'idée que l'homme soit une force de la nature ne semble plus guère controversée. Mais cela ne signifie pas encore que l'homme soit une force géologique. Dans la première édition de ses *Principes de géologie*⁹⁶, publiée entre 1830 et 1833 et l'une des œuvres fondatrices de la géologie, le géologue anglais Charles Lyell affirme que l'homme est capable de transformer la géographie physique sur une échelle très importante et qu'il faut par conséquent le considérer parmi « les pouvoirs de la nature organique ». Mais il ajoute aussitôt que ces pouvoirs sont insignifiants à une échelle géologique, puisqu'il compare ses effets

⁹⁴ *Ibid.*, p. 217 (p. 248 éd. orig.).

⁹⁵ *Ibid.*, p. 213 (p. 240 éd. orig.).

⁹⁶ Charles Lyell, *Principes de géologie ou illustrations de cette science empruntées aux changements modernes que la terre et ses habitants ont subis*, traduit par Tullia Meulien, Paris, Langlois et Leclercq, 1843 [1830–1833].

à ceux d'autres bêtes (*brute animals*).⁹⁷ Il admet seulement que l'impact humain sur l'environnement est supérieur à celui de toute autre espèce animale. Selon lui, il est de l'ordre d'une centaine d'espèces animales réunies. Mais cette concession ne change en rien ses conclusions, qui sont que l'influence humaine est négligeable à l'échelle géologique. Ce rôle géologique mineur le met cependant en porte-à-faux avec les observations de plus en plus nombreuses de ses contemporains quant aux changements importants en cours durant la révolution industrielle.

II.1.3 GEORGE PERKINS MARSH.

C'est ainsi qu'il ne faut attendre qu'une trentaine d'années pour que la thèse de l'insignifiance géologique de l'homme soit contestée de façon sérieuse et méthodique. Dans son livre *Man and Nature*⁹⁸ publié en 1864, le diplomate et philologue américain George Perkins Marsh attaque frontalement les affirmations de Lyell, dans ce qui est le premier travail d'environnementalisme scientifique de toute l'histoire américaine. L'ouvrage se présente comme une vaste enquête très documentée sur les modifications de l'environnement en prenant des exemples du monde entier, même s'il les tire avant tout des États-Unis, d'Europe occidentale et du pourtour méditerranéen. Le but du livre est de

montrer la caractéristique et, de manière approximative, l'étendue des changements produits par l'action humaine dans les conditions physiques du globe que nous habitons ; de montrer les dangers de l'imprudence et la nécessité de la précaution dans toutes les opérations qui, sur une grande échelle, interfèrent avec les arrangements spontanés du monde organique ou inorganique. [...] et d'illustrer la doctrine selon laquelle l'homme est, par nature et par degré, une puissance d'ordre plus élevée que n'importe quelle autre forme de vie [...]⁹⁹

Marsh écrit son livre à Rome, alors qu'il est nommé par Abraham Lincoln en 1861 comme premier représentant des États-Unis en Italie, mais c'est au cours de ses

⁹⁷ Cité dans Clarence J. Glacken, « Changing ideas of the habitable world » dans William L. Thomas (éd.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press, 1956, vol.95, p. 89.

⁹⁸ L'ouvrage n'a jamais été traduit en français. George Perkins Marsh, *Man and nature*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1965 [1864].

⁹⁹ *Ibid.*, p. 3.

nombreux voyages qu'il a été impressionné par les changements significatifs de la nature dus à l'homme. Il a été particulièrement marqué par l'impact humain sur le cours du Nil, les rivières du Colorado, et la mer d'Aral, tous consécutifs à des changements à la fois cumulatifs et non intentionnels. Il conclut à l'incompatibilité intrinsèque entre les sociétés industrielles et l'équilibre de la nature.

Si les conséquences de la déforestation y sont traitées abondamment, Marsh ne s'en tient pas là et évoque tout un éventail d'actions humaines qui dégradent la nature. Il détaille le mécanisme des invasions biologiques et décrit la révolution qui accompagne la distribution planétaire des plantes et des animaux¹⁰⁰ ; il affirme que l'animal domestique est un agent de l'homme dans la modification de l'environnement, en prenant l'exemple du chameau¹⁰¹ ; il dédie aussi un chapitre aux aménagements humains en lien avec le sable, et détaille les dunes artificielles, etc.

Selon Marsh, les capacités destructrices et l'influence hostile universelle de l'homme sur la nature prouvent la nature double de l'homme. S'il est bien un être physique, il ne fait cependant pas partie de la nature et lui est extérieur.

Le fait que, de tous les êtres organiques, l'homme seul puisse être considéré comme essentiellement une force de destruction, et qu'il déploie des énergies à laquelle la nature – cette nature à laquelle toute vie matérielle et toutes les substances inorganiques obéissent – est totalement impuissante à résister, tend à prouver que, bien que vivant au sein de la nature physique, il n'en fait pas partie, mais qu'il descend d'une filiation supérieure et appartient à une catégorie plus élevée d'existants que ceux nés des entrailles de la nature et soumis à ses ordres.¹⁰²

Marsh est un scientifique respecté et son livre a une influence durable. Après sa parution, l'américain est consulté pour plusieurs textes législatifs en Europe, en particulier en lien avec l'irrigation. Après l'avoir lu, Charles Lyell change d'avis et renonce à ses affirmations sur le rôle géologique mineur de l'humanité. Dans les rééditions des *Principes de géologie*, les comparaisons d'impact entre les hommes et

¹⁰⁰ *Ibid.*, p. 53-112.

¹⁰¹ *Ibid.*, p. 75.

¹⁰² *Ibid.*, p. 36-37.

les « bêtes » ont disparu¹⁰³. L'idée que l'homme puisse être une force géologique est en train de faire son chemin, en particulier chez les géologues.

II.1.4 L'ANTHROPOZOÏQUE.

Une décennie après la publication de *Man and Nature*, l'attention de Marsh, toujours en poste en Italie, est attirée par les travaux du prêtre et géologue italien Antonio Stoppani. Cofondateur de la société italienne de géologie, Stoppani a publié des cours de géologie en trois volumes qui ont une certaine popularité. Dans le second volume, consacré à la stratigraphie, Stoppani introduit l'idée que nous vivons à l'ère *anthropozoïque*, puisque l'homme « est devenu une nouvelle force tellurique dont la force et l'universalité ne palissent pas devant les plus grandes forces terrestres. »¹⁰⁴ Dans la réédition de 1874 de *Man and Nature*, appelée *The Earth as modified by Human Action*, Marsh montre son intérêt pour cette nouvelle période.¹⁰⁵

Dans un chapitre précédent, j'ai parlé de l'influence de l'action humaine sur la surface du globe comme étant immensément supérieure par degrés à celle exercée par des bêtes, même si elle n'est pas essentiellement différente par nature. L'éminent géologue italien Stoppani va plus loin que moi, et traite l'action humaine comme un nouvel élément physique tout à fait *sui generis*. D'après lui, l'existence de l'homme constitue une période géologique qu'il désigne comme l'ère *anthropozoïque*. « La création de l'homme, dit-il, a introduit un nouvel élément dans la nature, d'une puissance totalement inconnue pendant les périodes précédentes. »¹⁰⁶

Si Stoppani va plus loin que Marsh, il n'est pas le premier ni le seul géologue de cette époque qui veuille introduire une « ère de l'homme ». De fait, il existe une petite constellation de néologismes autour de cette idée, ce qui s'explique en partie par le fait que la géologie codifie à cette époque plusieurs autres périodes géologiques. Pratiquement en même temps que Stoppani, le géologue suisse Eugène

¹⁰³ C.J. Glacken, « Changing ideas of the habitable world », art cit, p. 80-81.

¹⁰⁴ Antonio Stoppani, *Corso di geologia: Vol. 2: Geologia stratigrafica.*, Milan, G. Bernardoni e G. Brigola, 1873, vol.2, p. 732.

¹⁰⁵ Marsh utilise ici le terme de période dans le sens d'intervalle de temps, et non dans son sens géologique.

¹⁰⁶ George Perkins Marsh, *The earth as modified by human action*, New York, Charles Scribner's Sons, 1874, p. 609.

Renevier introduit dans sa nomenclature le terme de « période anthropique »¹⁰⁷. Faisant suite au Quaternaire, cette période va de soi pour le Suisse, qui ne s'y intéresse cependant pas, puisqu'il « n'y a guère d'apparition nouvelle, sinon l'homme »¹⁰⁸.

L'Anthropozoïque n'est cependant pas une invention de Stoppani. Le mot est utilisé dès 1854 par le géologue et homme d'église¹⁰⁹ anglais Thomas W. Jenkyn. On le trouve publié dans le *Popular Educator*, une revue hebdomadaire qui offre alors divers cours par écrit, accessibles à un grand nombre. Jenkyn donne régulièrement un cours de géologie dans cette revue, dans lequel il définit l'Anthropozoïque comme « l'époque humaine ». Il pense que des fossiles de cette époque subsisteront dans le futur.

Toutes les roches récentes, appelées dans notre précédente leçon Post-Pléistocène, auraient pu être appelées anthropozoïques, c'est-à-dire des roches liées à la vie humaine.¹¹⁰

Mais l'homme d'Église qu'est Jenkyn a une raison plus fondamentale d'introduire l'Anthropozoïque. Elle justifie la domination humaine sur le monde naturel, légitimée par la Bible.

Une décennie plus tard, en 1865, le révérend irlandais Samuel Haughton fait appel à l'Anthropozoïque de la même façon. Il le définit comme « l'époque dans laquelle nous vivons », ou « l'âge de l'homme »¹¹¹. Pour ce professeur de géologie, les mammifères sont en compétition avec l'homme, mais la supériorité de ce dernier va permettre de les anéantir.

¹⁰⁷ Eugène Renevier, *Tableau des terrains sédimentaires formés pendant les époques de la phase organique du globe terrestre*, Lausanne, Libr. Rouge & Dubois, 1874, p. 15-16.

¹⁰⁸ *Ibid.*

¹⁰⁹ Il était ministre de la congrégation, et faisait partie d'une église protestante anglaise.

¹¹⁰ Thomas W. Jenkyn, « Lessons in Geology XLIX: On the classification of rocks. Chapter V. » dans *The Popular Educator*, Londres, Cassell, Petter, and Galpin, 1854, vol.4, p. 312-316 ; Thomas W. Jenkyn, « Lessons in Geology XLVI: On the effects of organic agents on the Earth's Crust. Chapter IV. » dans *The Popular Educator*, Londres, Cassell, Petter, and Galpin, 1854, vol.4, p. 139-141.

¹¹¹ Samuel Haughton, *Manual of Geology*, Londres, Longman, 1865, p. 138.

La fin du règne des mammifères sur le globe est due principalement à la création de la race humaine, qui a reçu des facultés qui lui permettent de détruire avec facilité toutes les races rivales...¹¹²

Cette supériorité n'est pas due à la force ou à la taille des humains, mais à des qualités spirituelles données directement par Dieu.

L'homme est le produit direct du pouvoir créateur de Dieu, et il gouverne les autres créatures au travers de Son décret explicite.¹¹³

Pour Haughton, l'Anthropozoïque est avant tout le règne de l'homme, c'est-à-dire de sa domination. Il ne se réfère pas à Jenkyn, mais aux travaux du géologue américain James Dwight Dana. Dans ceux-ci, on ne trouve pas trace de l'Anthropozoïque, mais Dana distingue effectivement l'époque la plus récente comme « l'âge de l'esprit et l'ère de l'homme »¹¹⁴ et lui consacre un chapitre de son manuel de géologie. Dana semble peu impressionné par l'âge de l'esprit et son chapitre est consacré avant tout aux reliques humaines et autres considérations d'ordre stratigraphique. Dans l'édition de 1880 cependant, il affirme dans une digression mesurée que l'homme doit être à la « tête du système de la vie », en raison de sa nature spirituelle et de son pouvoir à progresser indéfiniment¹¹⁵.

Son compatriote Joseph Le Conte propose, en 1879, de nommer l'ère actuelle le *Psychozoïque*. Ce professeur de géologie et alpiniste du Yosemite sera avec John Muir l'un des fondateurs du Sierra Club, la plus ancienne organisation non gouvernementale de défense de l'environnement. Selon lui, la Terre a été...

... dignifiée par l'apparition de l'homme comme agent dominant du changement, et c'est pourquoi le nom de Psychozoïque qu'on lui donne parfois est mérité. L'importance géologique de l'apparition de l'homme n'est pas seulement ou

¹¹² *Ibid.*, p. 344.

¹¹³ *Ibid.*

¹¹⁴ James Dwight Dana, *Manual of geology: treating of the principles of the science, with special reference to American geological history*, 2nd ed, Philadelphia, Theodore Bliss and Co, 1870 [1863], p. 573-589.

¹¹⁵ James Dwight Dana, *Manual of geology: treating of the principles of the science, with special reference to American geological history*, 3rd ed, New York, Ivison Blakeman Taylor, 1880 [1863], p. 578-579.

principalement due à sa dignité transcendante, mais à son importance comme agent qui a déjà énormément, et bientôt encore plus profondément, modifié la faune et la flore entière de la Terre.¹¹⁶

Le propos trahit, là encore, une foi religieuse assumée. Le Conte comprend en effet l'histoire de la Terre comme une lente ascension dans le but de permettre l'éclosion de l'homme, le premier être réflexif. Guidée ensuite par « l'esprit divin », l'humanité va s'élever à son tour pour rejoindre la divinité.

Ainsi, tout au long de l'histoire géologique, la Nature a toujours lutté vers le haut, pour atteindre d'abord la vie, puis la vie consciente, puis la vie immortelle auto-consciente. L'homme, est le terme, l'accomplissement, l'idéal du progrès de la Nature. Mais est-ce que le progrès s'arrête ici ? D'aucune manière. L'homme lui-même se charge du progrès et le poursuit. Lorsque l'histoire naturelle se termine, l'histoire providentielle commence. L'histoire de la rédemption progresse à nouveau avec un but encore plus élevé, et la Nature, guidée par l'Esprit Divin, lutte à nouveau et atteint la divinité dans le Christ.¹¹⁷

Chez Le Conte, l'intronisation d'une nouvelle ère se justifie donc par la domination terrestre de l'homme.

À la fin du XIX^e siècle, les promoteurs d'une « ère de l'homme » cherchent ainsi le plus souvent à harmoniser les évolutions de la science avec une lecture chrétienne qui professe la domination de l'homme sur la nature¹¹⁸. Stoppani, dont la définition de l'Anthropozoïque est souvent reprise, puisque Crutzen y fait référence, ne fait ici pas exception. Il est cependant assez piquant de voir que l'eschatologie du géologue religieux n'est que rarement mentionnée. Elle est pourtant bien présente dans son chapitre sur l'Anthropozoïque. Il justifie l'introduction d'une nouvelle époque en faisant une comparaison entre la géologie et l'histoire. Cette dernière se distingue selon lui par une coupure fondamentale, qui fonde le calendrier universel. Il se félicite ensuite qu'un consensus mondial ait décidé d'adopter le calendrier chrétien

¹¹⁶ Joseph Le Conte, « On critical periods in the history of the earth, and their relation to evolution; on the Quarternary as such a period », *The American Naturalist*, 1877, vol. 11, n° 9, p. 556.

¹¹⁷ Joseph Le Conte, *Religion and Science: a series of Sunday Lectures.*, D. Appleton, New York, 1884 [1874], p. 282.

¹¹⁸ Lynn White Jr, « The Historical Roots of Our Ecologic Crisis », *Science*, 1967, vol. 155, n° 3767, p. 1203–1207.

pour marquer le début du temps universel. À ce point, le lecteur comprend que sa comparaison entre histoire humaine et géologique n'en est pas une, mais que la venue du Christ marque à la fois le début de l'Anthropozoïque et du temps universel.

Ceci se passa lorsque le monde résonna avec le grand mot, lorsque la levure chrétienne fut introduite dans la pâte des anciennes sociétés païennes, le nouvel élément par excellence, la nourriture qui remplaçait l'ancienne servitude par la liberté, l'obscurité par la lumière, et la chute et la dégénérescence par le renouveau et le vrai progrès de l'humanité. C'est précisément dans ce sens que je n'hésite pas à proclamer l'ère Anthropozoïque. La création de l'homme est l'introduction d'un nouvel élément dans la nature, une force totalement inconnue dans les anciens mondes.¹¹⁹

Il faudra attendre le XX^e siècle pour voir l'apogée de cette interprétation chrétienne chez Teilhard de Chardin. Le vent de la sécularisation viendra lui de l'Est, de la géologie soviétique de Vernadsky ou d'Aleksei Pavlov. Ce dernier propose en 1922 de renommer le Quaternaire en « système anthropogénique (période) ou Anthropocène ». Le terme est alors peu repris en Occident, du fait d'une traduction erratique, tantôt « Anthropogène », tantôt « Anthropocène »¹²⁰.

Pour résumer, on constate que depuis l'Antiquité jusqu'à la modernité précoce, les penseurs ont eu des préoccupations environnementales avant tout locales, et qui traitaient surtout de déforestation et de fertilité des sols. À partir du XVIII^e siècle, quelques auteurs remarquent que ces transformations ont lieu en de nombreux points du globe. Mais l'impact humain, même important, est jugé négligeable sur le long terme. Il faut attendre la seconde partie du XIX^e siècle pour qu'on reconnaisse l'étendue ainsi que le caractère cumulatif et durable de l'impact humain. Mais les thèses alarmistes et dénonciatrices sont rapidement submergées par le flot de récits progressistes ou eschatologiques qui dominent largement la fin du XIX^e et le début du XX^e siècle.

Si *Man and Nature* signale une prise de conscience de transformations rapides et globales, il faudra attendre encore presque soixante années pour qu'un véritable débat ait lieu quant à la *signification* d'une interférence massive sur le fonctionnement planétaire. Ce débat se fera autour de la figure de Vladimir

¹¹⁹ A. Stoppani, *Corso di geologia: Vol. 2 : Geologia stratigrafica.*, op. cit., p. 732.

¹²⁰ S.L. Lewis et M.A. Maslin, « Defining the anthropocene », art cit, p. 173.

Vernadsky, et à partir de la biosphère et non de l'Anthropozoïque. Les discussions chercheront pour la première fois à penser la signification d'une transformation planétaire rapide.

II.2 DE LA BIOSPHERE A LA NOOSPHERE.

C'est le géologue autrichien Eduard Suess qui invente le mot de biosphère en 1875. Dans un livre qui décrit la genèse des Alpes¹²¹, il introduit toute une série de sphères pour décrire différentes parties terrestres et leurs interactions, en se basant sur « atmosphère », qui est utilisée depuis le XVII^e siècle. C'est ainsi qu'il invente les notions d'hydrosphère, de lithosphère et de cryosphère, toutes employées pour la première fois. Pour décrire les interactions entre ces différentes enveloppes, il insère de manière informelle une nappe supplémentaire, la biosphère. Il ne s'y attarde cependant guère, puisqu'il ne donne aucun contenu spécifique au concept. Il s'en sert cependant à nouveau dans un livre plus tardif qui a une très grande diffusion, *La face de la Terre*¹²². Ainsi, pendant près de cinquante années, « biosphère » se comprend de manière spatiale : c'est la région terrestre qui abrite la vie.

Mais le mot va ensuite prendre une signification tout autre sous la plume du géochimiste Russe Vladimir I. Vernadsky. Peu connu en Occident, il est considéré comme un philosophe majeur dans son pays natal, où il jouit d'une reconnaissance très importante¹²³.

Les conceptions de Vernadsky au sujet de la biosphère sont décrites dans deux livres issus de deux cours donnés à la Sorbonne : *la Géochimie*¹²⁴, paru en 1924 et surtout *la Biosphère*¹²⁵, paru d'abord en russe en 1926, mais bientôt traduit en français en 1929. Bien qu'il reconnaisse sa dette envers Suess en définissant la biosphère comme « enveloppe particulière de l'écorce terrestre, enveloppe pénétrée

¹²¹ Eduard Suess, *Die Entstehung der Alpen*, Vienne, W. Braumüller, 1875.

¹²² Eduard Suess, *La face de la terre (Das Antlitz der Erde)*, traduit par Emmanuel de Margerie, Paris, Colin, 1912 [1909].

¹²³ Cela explique qu'un livre consacré à la noosphère puisse être préfacé par Mikhail S. Gorbachev. Paul R. Samson et David Pitt (éds.), *The biosphere and noosphere reader: global environment, society, and change*, Londres, Routledge, 1999.

¹²⁴ Vladimir I. Vernadsky, *La géochimie*, Paris, Félix Alcan, 1924.

¹²⁵ Vladimir I. Vernadsky, *La biosphère*, Paris, Félix Alcan, 1929 [1926].

de vie »¹²⁶, la lecture de la *Biosphère* montre à quel point Vernadsky a autre chose en tête qu'une sphère. S'il ne s'agit pas d'une conception spatiale, la biosphère n'est pas non plus la somme de tous les êtres vivants, comme on la définit parfois. Pour le Russe, la biosphère est d'abord un phénomène d'ordre cosmique.

La face de la Terre révèle la surface de notre planète, sa *biosphère*, ses régions externes, régions qui la séparent du milieu cosmique. Cette face terrestre devient visible grâce aux rayons lumineux des astres célestes qui la pénètrent, du Soleil en premier lieu. Elle reçoit de tous les points des espaces célestes un nombre infini de rayonnements divers, dont les rayonnements lumineux visibles pour nous ne forment qu'une part insignifiante.¹²⁷

Ces rayonnements, principalement ceux du soleil, ne font pas qu'éclairer la surface de la Terre. Ce sont eux qui permettent d'animer la matière vivante.

La matière de la biosphère pénétrée de l'énergie communiquée, devient active : elle amasse et distribue dans la biosphère l'énergie reçue sous forme de rayonnements, et finit par la transformer en énergie libre, capable d'effectuer du travail en milieu terrestre.

Ainsi cette couche terrestre extérieure ne doit pas être considérée comme le domaine de la matière seule ; c'est une région d'énergie, une source de la transformation de la planète par des forces cosmiques extérieures.

Ces forces transforment la face de la Terre ; dans une large mesure elles la moulent.¹²⁸

Pour Vernadsky, la biosphère est avant tout une création du soleil, qui se manifeste par des processus de transformations de la surface terrestre. La biosphère est ainsi le système fondamental qui transforme notre planète depuis les débuts des temps géologiques.

Il présente la biosphère comme la région de la Terre qui utilise l'énergie solaire pour s'organiser et se transformer. Sa description en fait une organisation dynamique de l'énergie et de la matière. Ce rôle se révèle être fondamental d'un point de vue planétaire et géologique, puisque la biosphère a des fonctions de première importance dans de nombreux mécanismes de la surface terrestre. Sans les forces de

¹²⁶ *Ibid.*, p. 93.

¹²⁷ *Ibid.*, p. 1. L'auteur souligne.

¹²⁸ *Ibid.*, p. 4-5.

la biosphère, « la face de la Terre deviendrait aussi immobile et chimiquement inerte que la face de la lune. »¹²⁹ C'est le monde vivant qui capte avant tout l'énergie solaire, et c'est ainsi que Vernadsky distingue entre matière brute et vivante¹³⁰ pour mieux montrer comment les deux sont entrelacées.

La vie englobe une partie considérable des atomes qui forment la matière de la surface terrestre. Sous son influence, ces atomes se trouvent en un mouvement perpétuel et intense. Des millions de composés de ces atomes les plus divers sont incessamment créés. Or, ce processus subsiste depuis des milliards d'années, depuis l'ère archéozoïque la plus ancienne jusqu'à nos jours, et demeure inaltérable dans ses traits essentiels.¹³¹

L'entrelacement entre le monde organique et inorganique n'est pas le fait du hasard, mais est régulé au travers de cette mise en circulation des atomes inorganiques par le monde du vivant. Vernadsky le montre avec la respiration¹³². Il rappelle que tout organisme vivant respire, mais qu'au niveau de la biosphère, il s'agit de considérer non plus la respiration, mais son résultat qui est, il insiste sur ce point, un phénomène planétaire. Il appelle parfois ce phénomène la *migration biogène* des éléments chimiques¹³³, et parle plus généralement de *cycle géochimique*. Détaillé dans la *Géochimie*, un cycle décrit la circulation d'un élément chimique au niveau planétaire. Vernadsky y décrit comment la quantité et la qualité des êtres vivants influencent le fonctionnement de ces cycles.

La biosphère n'est pas seulement une force de transformation planétaire, elle est surtout le principe fondamental qui permet l'existence de la vie.

La vie offre un ensemble indivisible et indissoluble, dont toutes les parties sont liées non seulement entre elles, mais aussi avec le milieu brut de la biosphère.¹³⁴

¹²⁹ *Ibid.*, p. 30.

¹³⁰ *Ibid.*, p. 22.

¹³¹ *Ibid.*, p. 27.

¹³² *Ibid.*, p. 56-57.

¹³³ *Ibid.*, p. 188.

¹³⁴ *Ibid.*, p. 198.

La biosphère ne saurait exister sans la vie, mais à l'inverse, sans la biosphère aucune vie n'est possible. Ce parti pris holistique et anti-mécaniste explique la sympathie de Vernadsky pour les thèses vitalistes de Henri Bergson. Ce dernier constate que l'univers est créatif et s'apparente plus à un organisme qu'à une machine. Bergson affirme que le processus d'évolution n'existe qu'au travers d'une force qu'il appelle *élan vital*.¹³⁵

Vernadsky ne se borne pas à décrire des flux de matière et d'énergie terrestres. Il s'interroge aussi sur le rôle des techniques humaines sur la biosphère. Il affirme à plusieurs reprises le statut de force géologique de l'humanité.

L'homme civilisé dérange l'équilibre établi. C'est une force géologique nouvelle, dont l'importance devient de plus en plus grande dans l'histoire géochimique de tous les éléments chimiques.¹³⁶

Pour la première fois, quelqu'un discute de cet impact géologique non pas en termes environnementaux, mais géochimiques.

Le rôle de l'humanité civilisée du point de vue de la migration biogène a été infiniment plus important que celui des autres vertébrés. Ici, pour la première fois dans l'histoire de la Terre, la migration biogène, due au développement de l'action de la technique a pu avoir une signification plus grande que la migration biogène déterminée par la masse de la matière vivante.¹³⁷

Ces réflexions sur les changements en cours, qui ne sont encore que des digressions, vont bientôt mener Vernadsky à élaborer et défendre la notion de noosphère.

C'est lorsqu'il donne son cours de 1922 à la Sorbonne que Vernadsky rencontre le prêtre jésuite et paléontologue français Pierre Teilhard de Chardin et le mathématicien et philosophe Édouard Le Roy, qui sont venus l'écouter. Proches de Bergson et membres d'un petit cercle catholique du Muséum d'Histoire Naturelle, ces deux professeurs ont été enthousiasmés par la *face de la Terre*, dont Teilhard de

¹³⁵ Henri Bergson, *L'évolution créatrice*, Paris, PUF, 2007 [1906].

¹³⁶ V.I. Vernadsky, *La géochimie*, *op. cit.*, p. 306.

¹³⁷ V.I. Vernadsky, *La biosphère*, *op. cit.*, p. 226. Voir aussi p. 189.

Chardin a fait une recension, et ont adopté le concept de biosphère de Suess. Les trois hommes se lient d'amitié et de nombreuses discussions ont lieu autour du concept de biosphère. Malgré cela, les deux Français sont au départ ignorants de l'approche géochimique de Vernadsky.

Le Russe, pour sa part, s'intéresse rapidement aux idées évolutionnistes de Teilhard de Chardin. Soucieux avec Le Roy de réconcilier sa foi chrétienne avec les développements récents de la science, le Français défend une interprétation téléologique de la théorie de l'évolution. Il observe que l'évolution de l'univers va vers toujours plus de complexité. Si, au commencement, l'univers ne contient que des particules élémentaires, on voit ensuite émerger des molécules, puis des cellules, des êtres multicellulaires, et finalement l'être humain. Selon lui, il n'y pas de raison que cette complexification soit arrivée à son terme et il pense que l'étape suivante sera une conscience collective humaine, qui prendra en charge le contrôle de l'évolution planétaire. Il nomme l'étape finale de l'évolution de l'univers le point oméga, et pense qu'il s'agit de Jésus.¹³⁸

Si Vernadsky ne partage pas cette interprétation religieuse, il est pour sa part convaincu que la science va mener à un progrès de la condition humaine et terrestre, et que le mieux serait que l'homme prenne en charge la biosphère. Les trois hommes auront des discussions nourries sur les rapports entre l'homme et la biosphère, d'où émergera le concept de noosphère. Signifiant étymologiquement la sphère de l'esprit, la paternité du néologisme est incertaine même si elle est revendiquée par Teilhard de Chardin. Par contre, il ne fait guère de doute que son élaboration est collective. Malgré cela, les trois auteurs vont en donner des interprétations très différentes. Le Roy et Teilhard de Chardin comprennent la noosphère de manière littérale, une sphère supplémentaire ou « nappe pensante » qui plane au-dessus de la biosphère. On ne trouve rien de tel chez Vernadsky, qui ne parle jamais de la noosphère comme d'un supplément à la biosphère, mais plutôt d'un état transformé de cette dernière.

II.2.1 LA NOOSPHERE SELON LE ROY.

C'est le Roy qui utilise la noosphère pour la première fois dans un écrit, dans un livre qui fait suite à son cours de 1927 à la Sorbonne. Le mot apparaît au milieu

¹³⁸ Pierre Teilhard de Chardin, *Le phénomène humain*, Paris, Seuil, 2007 [1955].

d'une défense du vitalisme. On n'y trouve pas de traces de géochimie. Le philosophe raisonne plutôt en termes cartésiens, puisqu'il présente l'aspect mental et physique comme étant complémentaires. La biosphère a une nature duelle : elle est à la fois matérielle et spirituelle.

Le vitalisme, tel que je l'entends, n'est qu'une autre forme de la même affirmation. Il s'incarne dans la notion de la biosphère ; et ce qui le légitime enfin, c'est que la biosphère a une double attache, d'une part avec la sphère de la matérialité brute, puis avec ce qu'il nous faudra plus tard appeler la « noosphère » ; de sorte que l'étude complète en suppose deux phases, conjuguées, mais inverse : l'une physico-chimique, l'autre psychologue.¹³⁹

Mais les idées de Le Roy évoluent bientôt. Dans son cours de l'année suivante, la complémentarité doit laisser sa place à une vision plus hiérarchisée. Si la noosphère a bien été produite par l'évolution, elle cherche désormais son indépendance et à se séparer de la biosphère.

L'hominisation a déchaîné dans la Nature une force de première grandeur dont l'œuvre géogénique est immense : voilà le fait positif que nous avons étudié d'abord. Nous sommes là, en vérité, devant un phénomène d'importance planétaire, peut-être cosmique. Cette force nouvelle, c'est l'intelligence humaine, la volonté réfléchie de l'Homme. Par son travail, la Noosphère se dégage peu à peu de la Biosphère et en devient de plus en plus indépendante, avec une rapidité d'accélération, avec une ampleur d'effets qui croissent toujours. Mais corrélativement, par une sorte de choc en retour l'hominisation a introduit, dans la marche de la Vie, de formidables risques où la réflexion découvre, à son origine, le problème du Mal.¹⁴⁰

D'un côté, Le Roy suggère que la vocation de la noosphère est une séparation de la biosphère. Mais de l'autre côté, il reconnaît que cette force nouvelle oblige à une forme de responsabilité, et que des risques sont associés à cette puissance. De par sa supériorité, « l'homme devient responsable des destinées de la vie »¹⁴¹.

¹³⁹ Édouard Le Roy, *L'exigence idéaliste et le fait de l'évolution*, Paris, Boivin & Cie, 1927, p. 246.

¹⁴⁰ Édouard Le Roy, *Les origines humaines et l'évolution de l'intelligence*, Paris, Boivin & Cie., 1928, p. 331-332.

¹⁴¹ *Ibid.*, p. 332.

II.2.2 LA NOOSPHERE SELON TEILHARD DE CHARDIN.

Si Le Roy a été le premier à écrire sur la noosphère, Teilhard de Chardin va en offrir une description plus cohérente et complète, mais aussi plus empreinte de spiritualité. Dans *Le phénomène humain*, il présente l'histoire de la Terre comme une suite de genèses qui font apparaître des formes et des êtres de plus en plus complexes. Tout commence avec la formation de la Terre, la géogénèse, bientôt suivie par l'apparition de la vie, la biogénèse, dont est issue la conscience, la psychogénèse. La genèse la plus récente est la noogénèse, que Teilhard de Chardin définit comme l'apparition de la capacité réflexive. « Quand, pour la première fois, dans un vivant, l'instinct s'est aperçu au miroir de lui-même, c'est le Monde tout entier qui a fait un pas. »¹⁴² Une fois apparue, la nouvelle capacité s'est propagée aussi vite qu'un feu de forêt, et a embrasé la planète entière.

Pour avoir reconnu et isolé, dans l'histoire de l'Évolution, l'ère nouvelle d'une Noogénèse, nous voici forcés, corrélativement, de distinguer, dans le majestueux assemblage des feuillets telluriques, un support proportionné à l'opération, c'est-à-dire une membrane de plus. Autour de l'étincelle des premières consciences réfléchies, les progrès d'un cercle en feu. Le point d'ignition s'est élargi. Le feu gagne de proche en proche. Finalement, l'incandescence gagne la planète entière. Une seule interprétation, un seul nom, sont à la mesure de ce grand phénomène. [...] C'est vraiment une nappe nouvelle, la « nappe pensante », qui, après avoir germé au Tertiaire finissant, s'étale depuis lors par-dessus de la Biosphère, une *Noosphère*.¹⁴³

Teilhard de Chardin présente ainsi cette progression comme une spiritualisation de l'univers qui s'inspire de *La phénoménologie de l'Esprit* de Hegel.¹⁴⁴ La noosphère est un développement de l'univers qui prend pour la première fois conscience de sa propre existence, à la manière d'un enfant qui se découvre dans un miroir pour la première fois. Chez Teilhard de Chardin, la notion de sphère, qu'il appelle aussi nappe ou enveloppe, est comprise de manière littérale et additive. La biosphère vient recouvrir la géosphère, et la noosphère vient envelopper à son tour la biosphère. Là encore, nulle trace de géochimie.

¹⁴² P. Teilhard de Chardin, *Le phénomène humain*, op. cit., p. 178.

¹⁴³ *Ibid.*, p. 178-179.

¹⁴⁴ G.W.F Hegel, *La Phénoménologie de l'Esprit*, traduit par Gwendoline Jarczyk, Paris, Gallimard, 2002 [1807].

II.2.3 LA NOOSPHERE SELON VERNADSKY.

Les interprétations de Le Roy et de Teilhard de Chardin ont beaucoup de points en commun. Leur point de départ est un dualisme assumé entre le monde physique et mental, avec une valorisation de l'esprit au détriment de la matière. Le regard est confiant et tourné vers un avenir spirituel et transcendant. La méconnaissance de l'approche géochimique de Vernadsky saute aussi aux yeux, puisqu'il n'est jamais fait appel, dans leur raisonnement, à l'idée de cycles géochimiques.

Le contraste avec ce qu'écrit Vernadsky au sujet de la noosphère est saisissant. Comme nous l'avons vu, Vernadsky est convaincu que la technique opère des changements très profonds des cycles géochimiques et que l'humanité est appelée à être la force dominante sur Terre. Mais, contrairement aux deux auteurs français, il n'envisage à aucun moment que la noosphère puisse un jour se séparer de la biosphère.

L'humanité, en tant que matière vivante, est connectée de manière inséparable, avec les flux matériels et énergétiques d'une enveloppe spécifique de la Terre – la biosphère. L'humanité ne peut pas être physiquement indépendante de la biosphère ne serait-ce qu'une minute.¹⁴⁵

Cela contredirait en effet directement ses travaux sur la biosphère, où la vie, dont l'humanité fait partie, est reliée à la Terre par une infinité de liens. Vernadsky insiste plus sur l'idée de force que d'esprit. La similarité avec les argumentaires contemporains autour de l'Anthropocène est d'ailleurs saisissante.

La noosphère est un nouveau phénomène géologique sur notre planète. Pour la première fois, l'homme devient *une force géologique à grande échelle* [...] Cette rareté minérale, le fer pur, est à présent produite par millions de tonnes. L'aluminium pur, qui n'avait jamais existé auparavant sur notre planète, est à présent produit en n'importe quelle quantité [...] Chimiquement, la face de notre planète, la biosphère, est transformée de manière forte par l'homme, de manière consciente, mais encore plus de manière inconsciente.¹⁴⁶

La perspective de transformations *inconscientes*, idée totalement absente chez Teilhard de Chardin, prouve que la noosphère de Vernadsky n'est pas l'état spirituel,

¹⁴⁵ Vladimir I. Vernadsky, « The biosphere and the noosphere », *American Scientist*, 1945, p. xxii–12.

¹⁴⁶ *Ibid.*

collectif et réflexif qu'envisage Teilhard de Chardin. Si Vernadsky a une certaine sympathie pour l'interprétation évolutionniste du paléontologue français, il refuse son eschatologie et l'adapte à ses conceptions holistiques. À aucun moment la noosphère de Vernadsky ne se présente comme une « enveloppe de la pensée ». Elle est de manière plus simple un stade nouveau de l'évolution de la biosphère. En ce sens, noosphère et biosphère ne font qu'un, la première étant l'état transformé et anthropisé de la seconde. C'est une approche immanente, historiciste, sans téléologie, autant tournée vers le passé que l'avenir.

Mais là où Vernadsky et Teilhard de Chardin se rejoignent, c'est dans leur optimisme en l'avenir. Le Russe exprime une foi dans le progrès. Il se montre convaincu que la transition vers la noosphère va se réaliser sous l'égide de la science moderne, et s'attend à une gestion consciente de la biosphère. Selon lui, « le problème de la reconstruction de la biosphère dans l'intérêt d'une humanité pensant librement comme totalité unique »¹⁴⁷ est le plus grand défi de l'humanité. Il est convaincu que l'existence humaine est modifiable et modifiée par la pensée humaine. En conséquence, il argumente que les limites physiques de la biosphère sont les seules contraintes au développement humain. Malgré cet optimisme, Vernadsky n'a jamais affirmé une victoire totale de l'humanité sur la nature et a, au contraire, bien vu que l'humanité pouvait se détruire elle-même.

Il ressort de ces discussions que la noosphère fait l'objet de deux lectures opposées, qui anticipent, comme nous le verrons, les interprétations contemporaines de l'Anthropocène.

Une première lecture définit la noosphère comme la totalité des activités mentales et leurs produits. Bien que l'esprit soit par définition de nature immatérielle, cette lecture considère la sphère de manière littérale et envisage la noosphère comme une couche à la surface terrestre. Elle représente un stade universel, inéluctable et supérieur de l'évolution, où le spirituel domine le matériel. Si on la comprend comme la somme de toutes les activités intellectuelles, le glissement vers la manifestation d'un esprit collectif n'est pas loin. C'est la raison pour laquelle la

¹⁴⁷ *Ibid.*

noosphère a pu être rapprochée de l'infosphère, le cyberspace, ou Internet, et cautionne les spéculations autour de l'émergence d'un esprit collectif et global.

La seconde lecture se tient à distance de ces supputations et définit la noosphère comme l'état anthropisé de la biosphère. La surface terrestre et ses processus sont altérés, reconstruits, soit au bénéfice ou au détriment de l'humanité. Cette lecture identifie une biosphère structurée par les activités mentales, qui est à la fois la face de la Terre, c'est-à-dire sa surface, mais aussi l'ensemble des liens qui unit le monde vivant et non-vivant. Elle implique que la surface terrestre et les cycles géochimiques sont malléables et se laissent plier au travers de certaines techniques par des actions tant volontaires qu'involontaires. Ainsi, la force humaine inscrit sa trace dans le médium planétaire comme un stylet sur la cire d'une tablette.¹⁴⁸

II.3 DE L'HYPOTHESE GAÏA AUX *EARTH SYSTEM SCIENCES*.

Malgré le fait que la popularité du concept de « biosphère » a pratiquement supplanté celui de « nature », les travaux de Vernadsky et son interprétation holistique ont bientôt sombré dans l'oubli en Occident. Ce n'est qu'au début des années 1970 qu'une approche similaire des cycles biogéochimiques a été élaborée par le chimiste anglais James E. Lovelock et la microbiologiste américaine Lynn Margulis. Lovelock reconnaîtra plus tard en Vernadsky un précurseur important, mais il ignore totalement ses travaux lorsqu'il développe sa théorie.

L'hypothèse ou théorie Gaïa postule que la troposphère, la partie de l'atmosphère terrestre la plus proche de la surface du globe, est une partie intégrante et nécessaire de la vie elle-même et qu'elle est régulée par elle depuis des milliards d'années. Autrement dit, cette théorie affirme que des paramètres essentiels de la troposphère comme sa température, sa composition chimique, ses capacités d'oxydation et son acidité sont sous le contrôle direct du biote, c'est-à-dire de l'ensemble des organismes vivants.

L'idée que la vie exerce un contrôle actif sur son environnement physico-chimique a été la source d'un débat critique nourri à l'intérieur de la communauté scientifique depuis que le scientifique anglais James E. Lovelock et la

¹⁴⁸ Ce sera l'interprétation de l'Anthropocène suivi ici. Elle se distingue en particulier de la lecture qui voit dans le « phénomène humain » une propriété émergente de la biosphère, qu'il s'agirait de décrire en termes d'interaction.

microbiologiste Lynn Margulis l'ont décrit pour la première fois au début des années 1970.¹⁴⁹

L'idée germe une décennie auparavant, alors que Lovelock travaille en tant que consultant pour la NASA. L'agence spatiale américaine se prépare alors à lancer la sonde Viking vers Mars dont le but est de chercher la présence de la vie sur la planète rouge. Mais Lovelock pense qu'il existe un moyen plus simple de détection de la vie martienne. Sur Terre, l'atmosphère contient des gaz hautement réactifs comme l'oxygène et le méthane, produits par le monde vivant. Leur seule présence demande une production constante, puisqu'ils réagissent rapidement avec d'autres éléments ou sont absorbés par des minéraux.¹⁵⁰ Or, il suffit d'un télescope infrarouge pour déterminer la composition de l'atmosphère d'une planète. En le pointant vers Mars, on trouve surtout du CO₂, avec quelques traces infimes de gaz réactifs. Lovelock en conclut que l'existence actuelle de la vie sur Mars est hautement improbable. La sonde Viking fut envoyée. Elle ne trouva aucune trace de vie.

De retour en Angleterre au début des années 1970, Lovelock s'associe avec la spécialiste des symbioses Lynn Margulis pour une série d'articles sur ce qui sera l'hypothèse Gaïa. La Terre y est décrite en tant que tout biologique et physique, un système autorégulé capable de maintenir un environnement chimique et climatique favorable à la vie, optimal même, selon les mots de Lovelock. En parlant de géophysologie, les auteurs font le lien entre système planétaire et la physiologie d'un organisme. De la même manière que l'organisme humain maintient une température corporelle constante, il existe des mécanismes planétaires qui stabilisent certains paramètres. La partie innovante et sulfureuse de l'hypothèse est l'affirmation que le biote contrôle ces mécanismes et que la vie maintient une forme d'homéostasie par des boucles de rétroactions négatives. Le nom de Gaïa, la déesse

¹⁴⁹ James E. Lovelock et Lynn Margulis, « Homeostatic tendencies of the Earth's atmosphere » dans J. Oró (éd.), *Cosmochemical Evolution and the Origins of Life: proceedings of the fourth International Conference on the Origin of Life and the first meeting of the International Society for the Study of the Origin of Life, Barcelona, June 25-28, 1973*, Dordrecht, Springer, 1974, p. 93–103 ; James E. Lovelock et Lynn Margulis, « Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the Gaia hypothesis », *Tellus*, 1974, vol. 26, n° 1-2, p. 2–10.

¹⁵⁰ Cette approche nouvelle de planétologie comparée met l'accent sur le caractère exceptionnel de la Terre, en tant que seule planète connue ayant ces caractéristiques biogéochimiques.

grecque représentant la Mère Terre, est suggéré par le voisin de Lovelock, l'écrivain et poète William Golding, l'auteur de *Sa majesté des mouches*.¹⁵¹

Selon un principe de physique nucléaire, on pense que le soleil doit émettre progressivement plus d'énergie radiative. Ainsi, depuis l'apparition de la vie il y a 3,5 milliards d'années, l'intensité solaire a progressé d'au moins 25 %. Et pourtant, la température moyenne terrestre n'a pas augmenté de conserve. Elle est restée au contraire dans une fourchette stable, toujours propice à la vie. Si Lovelock et Margulis conjecturent plusieurs explications à ce phénomène, celle qui a leur faveur est que c'est le biote qui en est responsable, et qu'il le fait pour son bénéfice propre. Comment expliquer sinon la biodisponibilité constante des éléments indispensables à la vie comme le phosphore, le soufre et l'azote, ou l'eau sous forme liquide? Pour Lovelock, l'habitabilité continue de la planète n'est ni le fruit du hasard, ni d'une Providence divine.

L'hypothèse Gaïa passe largement inaperçue pendant presque une décennie. Lovelock écrit alors un livre de vulgarisation¹⁵² qui rencontre un succès enthousiaste auprès du grand public. La personnification de Gaïa dans la prose de Lovelock n'est pas sans rappeler Mère Nature, une déesse qui prend soin et qui punit. Lovelock y pousse aussi l'allégorie physiologique au point d'affirmer que Gaïa est un organisme vivant. Les références culturelles à Gaïa se multiplient. Il y a des herbes Gaïa, une agriculture Gaïa, etc. Des mouvements spiritualistes s'y réfèrent. Lovelock s'en désolidarise dès le début.

Par contraste, la réaction de la communauté scientifique est plus froide. L'hypothèse est d'abord ridiculisée, malgré la respectabilité scientifique des deux auteurs. On l'accuse d'être de la pseudoscience. Ce qui révolte de nombreux scientifiques est qu'elle est ouvertement téléologique, un anathème de la science moderne.

¹⁵¹ William Golding, *Sa majesté des mouches*, traduit par Lola Tranec, Paris, Gallimard, 2014 [1954].

¹⁵² James Lovelock, *La terre est un être vivant : L'hypothèse Gaïa*, traduit par Paul Couturiau et Cristel Rollinat, Paris, Flammarion, 2010 [1979].

Lovelock est accusé par James Kirchner de louvoyer dans ses écrits.¹⁵³ Il se demande si « Gaïa est vivante » et « homéostasie » sont des expressions métaphoriques ou si elles doivent être comprises littéralement. Il distingue dans les textes de Lovelock non pas une hypothèse, mais au moins cinq. Les versions faibles affirment le couplage du monde biologique et géologique. Cette coévolution entre l'environnement et le biote est peu contestée et l'homéostasie est alors une métaphore. Les versions fortes de Gaïa affirment au contraire littéralement que la planète et son biote forment bien un être vivant, qui est régulé directement par le biote.

Ces versions fortes ont attisé le courroux des biologistes néo-darwiniens. Menés par Richard Dawkins, ils attaquent la prétention à la vie de Gaïa. En biologie, tout être vivant est soumis à la sélection naturelle. Comment envisager cela à l'échelle planétaire ? La Terre est-elle en compétition avec les autres planètes ? Sur ce point, Margulis se désolidarise d'avec Lovelock, en avançant que tout être vivant produit des déchets, alors que Gaïa n'en produit pas, mais est plutôt un génie du recyclage.

La question de la régulation biologique de l'atmosphère est aussi contestée. Ne faut-il pas pour cela qu'il y ait une sorte de conscience globale ? L'évolutionniste Ford Doolittle persifle Gaïa en se demandant si un conseil mondial des organismes se réunit pour décider de la marche du monde. Par ailleurs, de nombreux biologistes rejettent l'idée que les organismes vivants seraient en quelque sorte de bons citoyens cosmopolites. Le comportement altruiste postulé par l'hypothèse Gaïa semble en effet en contradiction avec la théorie de l'évolution. Dawkins remarque que les produits du métabolisme sont de deux ordres. Soit ils sont d'une utilité immédiate pour l'organisme, soit ils sont des déchets.

Mais ce qui a fait couler beaucoup d'encre, c'est le terme « optimal ». La version la plus ambitieuse de l'hypothèse affirme en effet que le vivant se crée un environnement optimal. L'histoire de la vie permet cependant de douter de cette

¹⁵³ James W. Kirchner, « The Gaia Hypotheses: Are They Testable? Are They Useful? » dans Stephen Schneider et Penelope Boston (éds.), *Scientists on Gaia*, The MIT Press, Cambridge Mass., 1991, p. 38-46.

affirmation. Il a d'abord été rappelé que ce sont les vainqueurs qui écrivent l'histoire et que le 99,9 % des espèces qui ont disparu auraient peut-être à y redire. La Terre n'a pas toujours été si accueillante que cela pour la vie. Les cinq extinctions massives en témoignent. Ce qu'on nomme la grande oxydation est à cet égard un exemple frappant. L'atmosphère de la jeune Terre ne comportait pas d'oxygène, et les premiers êtres vivants étaient des cellules procaryotes anaérobies. La montée progressive d'un énorme réservoir d'oxygène atmosphérique est la conséquence directe du passage par ces procaryotes d'une photosynthèse anoxygénique à une photosynthèse oxygénique, et est donc un résultat biologique. Cela a été un bouleversement profond qui a permis la cellule eucaryote, l'éclosion d'une vie plus complexe basée sur la respiration oxygénée. Mais du point de vue des organismes procaryotes anaérobies, ce fut un véritable holocauste, puisque l'oxygène est un toxique pour eux. Ils ne survivent aujourd'hui que dans les rares environnements où l'oxygène est absent, comme les systèmes digestifs des animaux.

Bien que Lovelock ait toujours affirmé défendre une version forte de Gaïa, ces critiques l'ont amené à amender ses positions. Il ne parle plus de conditions optimales et explique désormais que « la Terre est un être vivant » est bel et bien une métaphore.¹⁵⁴ Restent les tensions avec la théorie de l'évolution. Une confrontation avec cette dernière est délicate. Comme conciliation, il propose un modèle heuristique dénommé « le monde des pâquerettes ». Soit une planète sur laquelle il n'existe que deux espèces de pâquerettes, des blanches et des noires. Les pâquerettes noires absorbent la lumière et la transforment en chaleur alors que les blanches la reflètent. La planète reçoit un rayonnement solaire qui va croissant. Sous les latitudes froides, les pâquerettes noires prolifèrent plus vite et dominant, alors que les blanches sont mieux adaptées aux latitudes chaudes. Au début, le rayonnement solaire est faible et la planète est couverte de pâquerettes noires. Lorsqu'il augmente, l'équateur, puis les tropiques se couvrent de pâquerettes blanches. À mesure que l'intensité augmente, les pâquerettes blanches finissent par couvrir la planète entière. Toute vie disparaît quand le rayonnement devient trop intense. La dynamique des pâquerettes suit la sélection naturelle, mais il y a un effet homéostatique collatéral.

¹⁵⁴ James Lovelock, *The vanishing face of Gaia: A final warning*, New York, Basic Books, 2009, p. 13 et p. 158.

Par cumul, la planète est chauffée par les fleurs noires quand il fait froid et refroidie par les blanches quand il fait chaud. Si ce monde fleuri n'est qu'une expérience de pensée éloignée de la réalité, il montre le principe d'une régulation biologique sans conscience et en accord avec la sélection naturelle. Il a servi de catalyseur à l'acceptabilité croissante de Gaïa par le monde scientifique. La théorie sort peu à peu de son ostracisme scientifique au cours des années 1990 et passe du statut d'hypothèse à celui de théorie.

Mais la respectabilité scientifique de l'hypothèse Gaïa ne sera vraiment acquise qu'avec le développement des *sciences du Système Terre (Earth system sciences)*, qui en reprend les éléments dans une synthèse systémique.

Les sciences du Système Terre sont issues d'un croisement entre les sciences de la Terre et les sciences systémiques. Le géologue néerlandais Peter Westbroek remarque qu'avant cela, les sciences de la Terre souffraient de l'éclatement de leurs disciplines en une multitude de branches rarement reliées entre elles. La méthodologie était descriptive et le point de vue régional, sans théorie cohérente sur la dynamique globale.¹⁵⁵

Les géophysiciens ont d'abord compris que la tectonique des plaques liait de manière cruciale la croûte terrestre avec le manteau sous-jacent. De nombreux phénomènes géologiques reçurent par là une explication unique, mais la perception des géologues passa rapidement d'une échelle régionale à une échelle planétaire.

Les développements en cybernétique¹⁵⁶, puis en science des systèmes, ont permis, grâce à la croissance des puissances de calcul, de développer les premiers modèles climatiques informatisés. Ces premières simulations de la météo et du climat terrestre sont bientôt devenues des modèles de circulation planétaire des océans et de l'atmosphère. Au fur et à mesure, de plus en plus d'éléments de la biosphère ont été inclus dans ces modèles, et les descriptions purement géophysiques ont cédé leur place à des descriptions en termes de flux bio-géo-chimiques.

¹⁵⁵ Peter Westbroek, « Système Terre » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF, 2015, p. 958.

¹⁵⁶ Dont l'histoire est retracée en partie ici : Jean-Pierre Dupuy, *Aux origines des sciences cognitives*, Paris, La Découverte, 2005.

En 2001, une conférence majeure des sciences du Système Terre a lieu à Amsterdam sous l'égide de l'Union européenne des géosciences. Réunissant plus de mille participants, elle débouche sur *la Déclaration d'Amsterdam*, qui donne la définition suivante du Système Terre :

Le Système Terre se comporte comme un système unique autorégulé comprenant des composantes physique, chimique, biologique et humaine. Les interactions et rétroactions entre les différentes composantes sont complexes et montrent une variabilité spatiale et temporelle sur plusieurs échelles.¹⁵⁷

Lovelock a interprété cette déclaration comme une victoire majeure de la théorie Gaïa, puisque cette définition en reprend les principaux points.¹⁵⁸ Mais cela n'est vrai qu'en partie, car si les sciences du Système Terre voient en Gaïa et Vernadsky des précurseurs, la terminologie est différente et le concept de « Système Terre » a su éviter d'entrer dans les aspects les plus contestés de Gaïa. Une définition courante de Système Terre est proposée par Frank Oldfield et Will Steffen :

Dans le contexte du changement global, le *Système Terre* en est venu à signifier l'ensemble de cycles globaux (souvent appelés cycles biogéochimiques) en interaction au niveau physique, chimique et biologique et des flux d'énergie qui procurent les conditions nécessaires pour la vie sur la planète.¹⁵⁹

C'est cette compréhension en termes de flux de matière et d'énergie et de processus interdépendants qui fonde actuellement la compréhension scientifique du fonctionnement planétaire. C'est sur ce terreau systémique qu'a germé le concept d'Anthropocène. Comme on l'a vu, si la naissance de ces deux concepts fut rapide, la gestation en fut longue et dure depuis plus d'un siècle.

¹⁵⁷ Will Steffen, Jill Jäger, David Carson et Clare Bradshaw (éds.), « The Amsterdam declaration on global change » dans Will Steffen, Jill Jäger, David Carson et Clare Bradshaw (éds.), *Challenges of a Changing Earth: Proceedings of the Global Change Open Science Conference, Amsterdam, The Netherlands, 10-13 July 2001*, Berlin, Springer, 2002, p. 207–208.

¹⁵⁸ J. Lovelock, *The vanishing face of Gaia*, *op. cit.*, p. 179.

¹⁵⁹ L'auteur souligne. Will Steffen, A Sanderson, P D Tyson, J Jäger, Pamela A Matson, III Moore, F Oldfield, K Richardson, Hans Joachim Schellnhuber, II Turner et R J Wasson, *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure*, Heidelberg, Springer, 2005, p. 7.

II.4 L'ANTHROPOCÈNE, UN CONCEPT ORPHELIN ?

Mais dans un article récent, le philosophe Clive Hamilton et l'historien des idées Jacques Grinevald ont attaqué l'idée que l'Anthropocène ait eu des précurseurs.¹⁶⁰ Selon eux, il s'agirait d'un concept si novateur que les concepts mentionnés plus haut n'auraient qu'un lointain rapport avec l'Anthropocène. Cette thèse est quelque peu déstabilisante, car la filiation n'est par ailleurs guère contestée. Crutzen et Steffen commencent plusieurs fois leurs écrits en rappelant leur dette envers l'Anthropozoïque et la noosphère.

Ce que Hamilton et Grinevald craignent, c'est que l'existence de précurseurs pourrait nuire à la radicalité et la nouveauté de l'Anthropocène, et ainsi saper son importance. Selon eux, il est impossible de concevoir l'Anthropocène sans disposer des théories actuelles du Système Terre, ce dont les scientifiques de la fin du XIX^e et du début du XX^e siècle étaient évidemment dépourvus. Ils s'appuient aussi sur la nouveauté des problèmes écologiques contemporains. Le trou dans la couche d'ozone et les risques de basculement global étaient inexistant il y a un siècle, et personne ne les avait prévus. Ils appliquent ensuite cet argument général à une critique plus spécifique de l'Anthropozoïque et de la noosphère.

Selon eux, l'Anthropozoïque et ses variations du XIX^e siècle sont discrédités du fait qu'ils décrivent l'impact humain sur « la face de la Terre », mais ne raisonnent pas en termes systémiques, caractéristique essentielle de l'Anthropocène.

Le couple biosphère/noosphère est lui aussi écarté, puisque l'Anthropocène ne décrit pas les effets d'une conscience collective ou d'un Esprit, mais bien de *l'homo faber*, en tant qu'homme technologique. Même l'interprétation de la noosphère de Vernadsky est disqualifiée, au motif qu'elle s'apparente plus à une enveloppe planétaire qu'à un changement de régime planétaire. Selon eux

[la biosphère] était en fin de compte une couche biogéologique, la force géologique la plus active sur « la face de la Terre », au lieu d'être une composante en coévolution du Système Terre lui-même.¹⁶¹

¹⁶⁰ Clive Hamilton et Jacques Grinevald, « Was the Anthropocene anticipated? », *The Anthropocene Review*, 2015, vol. 2, n° 1, p. 1-14 A noter que Grinevald fait partie du groupe de travail de l'Anthropocène.

¹⁶¹ *Ibid.*, p. 7.

Le reproche principal que les deux auteurs font à la noosphère, c'est qu'elle décrit une montée graduelle de la puissance humaine, alors que l'irruption dans cette nouvelle époque aurait été un événement soudain.

Cette dernière critique est difficile à admettre. D'un côté, quand Teilhard de Chardin compare la propagation de la noosphère avec un feu de forêt¹⁶², c'est bien pour mettre l'accent sur la rapidité de sa diffusion. Et de l'autre, une entrée soudaine dans l'Anthropocène est elle-même loin de faire consensus.¹⁶³

Il faut d'abord s'entendre sur ce que l'on peut demander à un précurseur. Il est notoire que certains historiens des sciences refusent de l'utiliser. Pour Alexandre Koyré, le recours au précurseur empêche de comprendre le développement véritable d'une idée, puisqu'elle a toujours déjà été pensée auparavant par quelqu'un d'autre.¹⁶⁴ Dans une veine similaire, Georges Canguilhem a dit du précurseur qu'il est celui dont on ne sait qu'après qu'il est venu avant. Pour ce philosophe français, le recours au précurseur fait même barrage à l'histoire des idées.

À la rigueur s'il existait des précurseurs l'histoire des sciences perdrait tout sens, puisque la science elle-même n'aurait de dimension historique qu'en apparence [...] Un précurseur serait un penseur, un chercheur qui aurait fait jadis un bout de chemin achevé plus récemment par un autre. La complaisance à rechercher, à trouver et à célébrer des précurseurs est le symptôme le plus net d'inaptitude à la critique épistémologique. Avant de mettre bout à bout deux parcours sur un même chemin, il convient d'abord de s'assurer qu'il s'agit bien du même chemin.¹⁶⁵

C'est pourtant bien du même chemin qu'il s'agit ici. On ne peut pas reprocher à Stoppani de ne pas avoir prévu le trou dans la couche d'ozone, ou de ne pas raisonner en termes de forçage radiatif. La fonction d'un précurseur n'est pas d'être le clone de ce qui vient après lui, mais de reconnaître des liens de filiation. Il n'y a pas plus de génération spontanée des idées que des êtres vivants. Une idée n'apparaît pas *ex nihilo*, elle pousse au contraire toujours sur un sol déjà travaillé. Affirmer

¹⁶² Cf. supra, p. 79.

¹⁶³ Cf. supra, p. 34.

¹⁶⁴ Alexandre Koyré, *La révolution astronomique: Copernic, Kepler, Borelli*, Paris, Hermann, 1961, p. 79.

¹⁶⁵ Georges Canguilhem, *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1994, p. 20-21.

cela, ce n'est pas nier l'originalité d'un contexte de découverte ou l'aspect novateur d'une pensée, mais c'est inscrire les idées au sein d'une histoire.

Le traitement réservé à la biosphère de Vernadsky est le plus injuste. Comme Grinevald le reconnaît lui-même ailleurs¹⁶⁶, il ne fait guère de doute que le Système Terre est l'héritier direct des grandes intuitions de Vernadsky sur la biosphère. Le paradigme systémique contemporain ne peut donc pas être si novateur qu'il provoque une coupure épistémologique, puisque c'est justement Vernadsky qui, le premier, a promu cette forme de systémisme à l'échelle planétaire. Si on admet cela, comment ne pas voir dans la noosphère du russe une préfiguration de l'Anthropocène ?

De même, on peut douter d'une discréditation totale des précurseurs du XIX^e siècle. L'absence de pensée systémique chez eux est indiscutable. Les intuitions développées par Buffon, puis les géologues du XIX^e siècle concernent avant tout l'anthropisation du monde. Si nous avons vu que l'Anthropocène se définit avant tout par sa dimension systémique, il faut cependant admettre qu'une signification en termes d'anthropisation s'est établie.¹⁶⁷

Si les auteurs tiennent tant à brûler les ponts avec le passé, ce n'est pas par un souci épistémologique pour l'histoire des idées. Leur véritable cible est le « bon Anthropocène »¹⁶⁸, une interprétation contemporaine technophile qui glorifie l'intervention humaine, et qui peut, même si elle ne fait pas vraiment, s'appuyer sur la noosphère. Hamilton et Grinevald craignent avant tout les présupposés eschatologique et religieux, l'utopie et le messianisme qui accompagne tant l'Anthropozoïque que la noosphère.

C'est la démarche inverse qui est privilégiée dans ce chapitre. Les débats passés ne sont jamais plus utiles que lorsqu'ils viennent éclairer le présent. La compréhension de nos relations à la nature a une longue histoire qu'il est vain de

¹⁶⁶ Jacques Grinevald, « Biosphère » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF, 2015, p. 94-97.

¹⁶⁷ Cf. supra, p. 52.

¹⁶⁸ Dont les thèses seront décrites au chapitre VII. Cf. infra, p. 228.

vouloir masquer avec l'écran de fumée de « la nouveauté radicale », et les interprétations normatives passées préfigurent les contemporaines.

Pour terminer, il faut rappeler qu'on peut distinguer entre le contenu d'un concept et le jugement de valeur qu'on porte à son sujet. On peut parler de l'Anthropocène sans glorifier *l'anthropos*, comme on peut parler de la Réforme sans considérer qu'il s'agisse d'un progrès. Comme on le verra au chapitre VII, on peut porter des jugements différents sur l'Anthropocène, sans pour autant en contester le contenu.

CHAPITRE III

L'emprise humaine

III.1 L'IMPACT HUMAIN QUANTIFIE.

L'impact humain sur l'environnement est souvent reproché à l'homme, et c'est une question centrale de l'Anthropocène, mais c'est dans la nature de la vie d'interagir avec le milieu. Tout être vivant modifie nécessairement son environnement, c'est l'une des caractéristiques les plus élémentaires de la vie. Le métabolisme demande un accès continu à son entourage. Un organisme n'est jamais autarcique, mais respire, se nourrit, excrète, etc. Cela vaut pour les microbes, les animaux comme pour les plantes. L'échange avec le milieu dépasse d'ailleurs souvent ces besoins métaboliques de base. Les animaux agissent et manipulent directement leur milieu grâce à leur motilité, mais même les plantes transforment leur environnement. Un arbre occupe de l'espace, perd ses feuilles, produit des fruits, etc.

Cependant, toutes les espèces ne sont pas ici égales et certaines ont un impact plus important, puisqu'elles aménagent le milieu à leur avantage. De nombreux animaux se construisent un habitat, un terrier ou un nid. Ce rôle protecteur peut être étendu plus avant et certaines espèces altèrent leur environnement physique sur un rayon bien plus étendu dans le but de redéfinir à leur avantage leur contexte écologique. Si un yaourt se conserve longtemps, c'est parce que les bactéries lactiques qu'on y a introduites acidifient le milieu et excluent toute autre forme microbienne. Ce qui vaut pour les microbes vaut aussi pour des organismes plus complexes. La toile d'une araignée est une construction favorisant la capture de proies. Les castors construisent des barrages à l'effet écosystémique considérable. Ces constructions permettent à l'animal de conserver de l'eau en été, de stocker de la nourriture et de se protéger des prédateurs. Dans le milieu marin, les récifs de corail sont de gigantesques édifices

qui permettent une meilleure dissipation de la température, une stabilisation des sédiments et la mise en place d'un écosystème unique. On appelle ces espèces, qui aménagent leur milieu pour en faire une niche, des *ingénieurs écosystémiques*¹⁶⁹, ou des *constructeurs de niche*¹⁷⁰. Ce sont des organismes qui « définissent, choisissent, modifient et en partie créent leur propre niche »¹⁷¹.

L'aménagement d'un territoire a de nombreux bénéfices, mais une conséquence intrigante en est l'influence que l'espèce peut en tirer sur sa propre évolution. En effet, la sélection naturelle nous apprend que c'est l'espèce la mieux adaptée à son milieu qui transmet ses gènes. Mais cette théorie est muette sur ce qu'est un milieu. Et si l'espèce prend le contrôle de son environnement, elle pourra par conséquent influencer sa propre évolution et introduire une forme de rétroaction, ou de coévolution entre le milieu et elle. Les niches sont souvent transmises de génération en génération, ce qui introduit une forme d'héritage en parallèle de celui des gènes.¹⁷²

L'essor de l'homme dépend en partie de ses capacités avancées de constructeur de niche. Il aménageait déjà activement son milieu à l'âge de bronze¹⁷³, mais l'avènement de l'agriculture du néolithique a amorcé un changement d'échelle. Le rôle d'un environnement contrôlé est régulièrement avancé pour expliquer certaines facettes de l'hominisation. Par exemple, une grande partie de la population mondiale perd à l'âge adulte la capacité de dégrader le lactose, c'est-à-dire à digérer du lait. Cette capacité n'est préservée que dans les populations originaires d'Europe et du pourtour méditerranéen. Il existe plusieurs hypothèses à cette « persistance de la lactase », mais la plus populaire est qu'elle s'est développée parmi les sociétés pastorales, dont les membres boivent du lait d'animaux domestiques depuis des

¹⁶⁹ Clive G. Jones, John H. Lawton et Moshe Shachak, « Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers », *Ecology*, 1997, vol. 78, n° 7, p. 1946–1957.

¹⁷⁰ F. John Odling-Smee, Kevin N. Laland et Marcus W. Feldman, « Niche construction », *American Naturalist*, 1996, p. 641–648.

¹⁷¹ Kevin N. Laland, John Odling-Smee et Marcus W. Feldman, « Niche construction, biological evolution and cultural change », *Behavioral and Brain Sciences*, 2000, vol. 23, n° 1, p. 132–133.

¹⁷² K.N. Laland, J. Odling-Smee et M.W. Feldman, « Niche construction, biological evolution and cultural change », art cit.

¹⁷³ Robert N. Spengler III, « Niche Dwelling vs. Niche Construction: Landscape Modification in the Bronze and Iron Ages of Central Asia », *Human Ecology*, 2014, vol. 42, n° 6, p. 813–821.

millénaires. Ceux qui peuvent digérer cet aliment facilement y ont un avantage nutritionnel important alors que du lait frais est facilement disponible.¹⁷⁴

L'aménagement du milieu par un constructeur de niche a une dimension avant tout locale, même si cela peut avoir des conséquences écosystémiques considérables. Il en faudra cependant bien plus pour que les castors aient un impact global. Néanmoins, d'un point de vue historique, on peut appliquer le concept de « construction de niche » à l'humanité, puisque la plupart des changements de milieux historiques opérés par les hommes sont de cet ordre. Or, aménager son environnement immédiat n'a que peu d'impact sur le fonctionnement du Système Terre, ce qui explique que l'impact humain sur ce dernier ait été longtemps très faible, voire insignifiant¹⁷⁵, et cela alors même que cette anthropisation était déjà clairement discernable. L'Anthropocène, au contraire, postule une pression biophysique globale et systémique. Mais il ne décrit que sommairement comment l'espèce humaine en est venue à devenir une « force géologique ».

Le moyen le plus simple pour passer d'une échelle locale à une échelle globale est le cumul. Un changement est d'abord local, mais sa répétition en des points multiples et sa réitération temporelle finissent par produire, par agrégation, un effet global. Ce passage du local au global fonctionne bien dans le cas de l'atmosphère, puisque cette dernière distribue, homogénéise et fait circuler les composés au niveau planétaire. Ainsi, si les émissions comme les gaz à effet de serre, les CFC, les aérosols sont d'abord locales, leur impact est globalisé rapidement.

Mais tout cumul n'implique pas un impact sur le Système Terre. On peut distinguer entre un aspect cumulatif et un aspect systémique. Un impact cumulatif va d'abord mener à un changement graduel. Un impact systémique indique un changement plus profond, une modification dans les équilibres d'un écosystème, ou plus généralement un basculement de régime du Système Terre. Si un changement cumulatif peut mener à un changement systémique, ce n'est pas toujours le cas. À

¹⁷⁴ Clare Holden et Ruth Mace, « Phylogenetic analysis of the evolution of lactose digestion in adults », *Human Biology*, 2009, p. 597–619.

¹⁷⁵ Avec peut-être l'exception des extinctions de mégafaunes, mais l'impact systémique en est de toute façon marginal.

l'inverse, on peut imaginer un changement systémique qui ne résulte pas d'un impact cumulatif.

Malgré cette distinction, l'impact humain se définit le plus souvent en termes cumulatifs. Si l'idée de constructeur de niche ne permet pas de rendre compte d'un changement global, l'explosion des indicateurs économiques et sociaux décrits par la *grande accélération* indique pour quelles raisons la consommation de ressources globales escalade de manière exponentielle. Il existe un cadre théorique, défini en 1971 par le biologiste Paul Ehrlich et le scientifique de l'environnement John Holdren, auquel il est souvent fait appel pour décrire l'impact environnemental par la société. Le lien entre impact environnemental et ses sources sociales y est décrit par une identité appelée IPAT, qui relie de manière schématique l'impact environnemental (I) à la population (P), au niveau de vie (A), et à la technologie (T).

$$I = P \times A \times T$$

Cette formule est le résultat d'un vif débat qui a lieu dans les années 1960-1970 entre les écologistes Américains Barry Commoner et Paul Ehrlich au sujet des causes des dégradations environnementales.

Barry Commoner est à l'époque un scientifique réputé, devenu célèbre après-guerre pour sa dénonciation des essais nucléaires atmosphériques, puis des nombreux nouveaux polluants déversés dans l'environnement par l'industrie chimique. Pour lui, les questions environnementales sont avant tout des questions de pollution, et l'impact environnemental est le résultat de l'utilisation désinvolte et de la dissémination de substances de synthèse produites par l'industrie¹⁷⁶.

Son contradicteur de l'époque est Paul Ehrlich pour qui les technologies n'ont qu'un rôle bénin. Il argumente dans un livre qui a un grand succès¹⁷⁷ que l'impact environnemental est dû avant tout à une taille excessive de la population mondiale. Selon lui, quelle que soit la technologie employée, une population trop nombreuse finira toujours par dévaster l'environnement.

¹⁷⁶ Barry Commoner, *L'encerclement*, traduit par Durand Guy, Paris, Seuil, 1982 [1971] ; Alexander Federau, « Commoner, Barry » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF, 2015, p. 172-174.

¹⁷⁷ Paul R. Ehrlich, *La bombe P. : sept milliards d'hommes en l'an 2000*, traduit par Frédérique Bauer et Daniel Béchon, Paris, Fayard, 1972 [1968].

Après s'être affrontés, Ehrlich propose la formule IPAT, peut-être comme une manière de se réconcilier avec Commoner. Plusieurs formules similaires sont alors en circulation, mais elles sont bien plus complexes et IPAT est rapidement adoptée par le monde académique pour sa simplicité. Elle n'a malheureusement pas permis de renouer les liens entre Ehrlich et Commoner, puisque le débat s'est au contraire envenimé. À la consternation de Ehrlich, Commoner interprète en effet la formule pour que la taille de la population ne joue plus aucun rôle et prouve sa thèse selon laquelle l'impact environnemental n'est qu'une question de pollution.¹⁷⁸

Quoi qu'il en soit, la simplicité de l'équation et sa prise en compte des facteurs principaux des changements environnementaux ont assuré son succès. Elle a été appliquée en tant qu'outil heuristique pour des questions aussi diverses que l'usage des sols ou l'émission des gaz à effet de serre. Elle est toujours utilisée, et les descriptions de l'Anthropocène¹⁷⁹ y ont fréquemment recours. L'interprétation de IPAT à partir des chiffres contemporains ne donne raison ni à Commoner ni à Ehrlich, puisque c'est la troisième variable, celle qui rend compte du niveau de vie, qui a progressé le plus durant les soixante dernières années.

¹⁷⁸ Pour plus de détails. Marian R. Chertow, « The IPAT equation and its variants », *Journal of Industrial Ecology*, 2000, vol. 4, n° 4, p. 13–29.

¹⁷⁹ Par exemple. Will Steffen, Åsa Persson, Lisa Deutsch, Jan Zalasiewicz, Mark Williams, Katherine Richardson, Carole Crumley, Paul Crutzen, Carl Folke et Line Gordon, « The Anthropocene: From global change to planetary stewardship », *Ambio*, 2011, vol. 40, n° 7, p. 739–761.

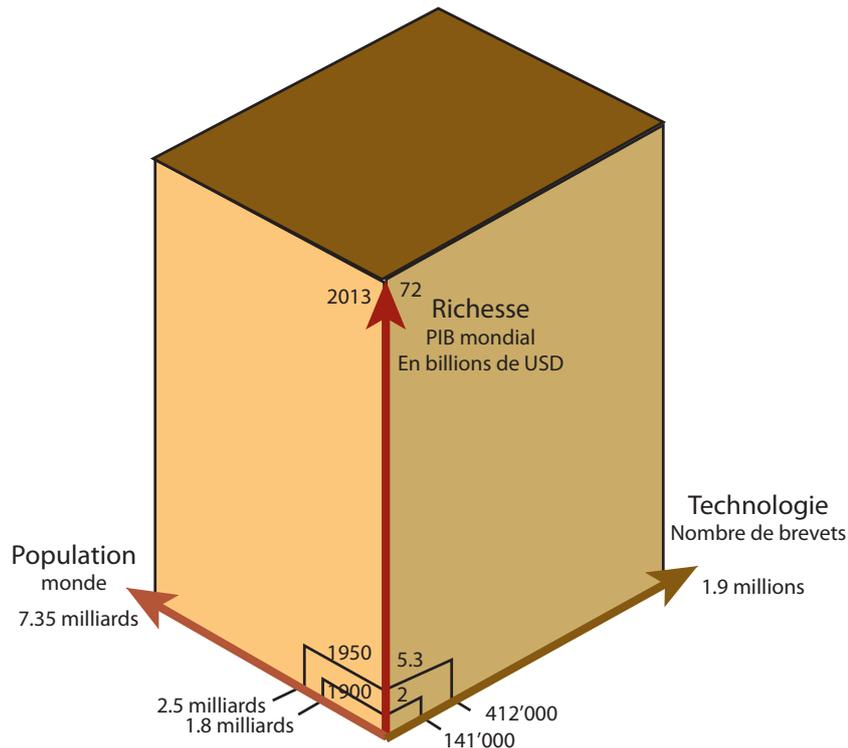


Figure 4 IPAT pour 1900, 1950 et 2013. La plus petite boîte représente l'impact en 1900 ; celle un peu plus grande représente la pression exercée en 1950, et la plus grande représente celle de 2013. L'expansion au cours du temps est un bon exemple de la grande accélération. Les paramètres choisis pour les trois variables sont génériques et sujets à caution. Le progrès technologique se mesure en nombre de brevets, et la richesse en PNB. Source: Steffen et al., 2011, adapté avec des chiffres plus récents.

III.2 LE MONDE DU VIVANT.

Si la formule IPAT donne un cadre schématique de la progression de l'impact humain, elle est trop abstraite pour quantifier et comprendre l'emprise humaine sur la biosphère. Des mesures plus précises existent pour cela, dont la plus simple est de comptabiliser l'appropriation humaine de la surface terrestre. Les travaux à ce sujet sont de plus en plus nombreux. Un précurseur en ce domaine est Peter Vitousek, qui arrive à la conclusion qu'entre 39 % et 50 % de la surface terrestre est utilisée à des fins humaines.¹⁸⁰ Une bonne partie de cette surface sert à l'agriculture, et plusieurs estimations à ce sujet concordent pour affirmer qu'au moins 25 % de la production de la photosynthèse terrestre sert les besoins de l'humanité.¹⁸¹ L'histoire de

¹⁸⁰ Peter M. Vitousek, Harold A. Mooney, Jane Lubchenco et Jerry M. Melillo, « Human domination of Earth's ecosystems », *Science*, 1997, vol. 277, n° 5325, p. 495.

¹⁸¹ Peter M Vitousek, Paul R Ehrlich, Anne H Ehrlich et Pamela A Matson, « Human appropriation of the products of photosynthesis », *BioScience*, 1986, vol. 36, n° 6, p. 368-373 ; Pour une discussion et des chiffres plus actuels. Vaclav Smil, « Harvesting the biosphere: the human impact », *Population and development review*, 2011, p. 622-623.

l'utilisation humaine de la surface a suscité depuis lors un intérêt croissant. Plusieurs modèles concurrents de ALCC (*anthropogenic land cover change*) ont été développés, avec des résultats divergents pour l'instant.¹⁸²

Quels que soient les chiffres, la conséquence directe de l'appropriation humaine de la surface terrestre est le recul des effectifs de la faune sauvage et une perte importante de la biodiversité. La raison première n'en est pas l'extermination volontaire ou la chasse, mais simplement la destruction des habitats. Même lorsque ceux-ci subsistent, ils sont désormais fortement morcelés, découpés et subdivisés par des routes, des barrières, ou d'autres obstacles, ce qui morcelle et affaiblit d'autant les populations animales.

Année	Humains	Faune terrestre sauvage	Eléphants	Animaux domestiques	Bovins
1900	13	10	3,0	35	23
2000	55	5	0,3	120	80

Figure 5 Estimations de la biomasse globale des mammifères terrestres, en 1900 et 2000. (En mégatonnes de carbone, ou Mt C) Source: Smil, 2011, p. 619.

En 2000, la faune sauvage ne pèse plus très lourd. Si l'on s'en tient aux animaux et que l'on accorde foi aux estimations données par Vaclav Smil¹⁸³, la faune terrestre sauvage ne représente plus que 3 % de la biomasse des mammifères terrestres, alors que les animaux domestiques en représentent plus de 67 %. Les humains pèsent près de 31 % de ce total. Il y a seulement un siècle, l'équilibre était sensiblement différent puisque la faune sauvage représentait encore 17 % de cette même biomasse.¹⁸⁴

¹⁸² Kees Klein Goldewijk, Arthur Beusen, Gerard Van Dreht et Martine De Vos, « The HYDE 3.1 spatially explicit database of human-induced global land-use change over the past 12,000 years », *Global Ecology and Biogeography*, 2011, vol. 20, n° 1, p. 73–86 ; Marie-José Gaillard, Shinya Sugita, Florence Mazier, A.-K. Trondman, Anna Brostrom, Thomas Hickler, Jed Oliver Kaplan, Erik Kjellström, Ulla Kokfelt, Petr Kunes et others, « Holocene land-cover reconstructions for studies on land cover-climate feedbacks », *Climate of the Past*, 2010, vol. 6, p. 483–499 ; Jed O. Kaplan, Kristen M. Krumhardt et Niklaus Zimmermann, « The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe », *Quaternary Science Reviews*, 2009, vol. 28, n° 27, p. 3016–3034.

¹⁸³ V. Smil, « Harvesting the biosphere », art cit, p. 619.

¹⁸⁴ Mais ces chiffres peuvent aussi être relativisés. La biomasse végétale est mille fois plus importante que la biomasse animale. Celle des bactéries est probablement équivalente ou supérieure à celle des végétaux. La biomasse des fourmis équivaut à celle des humains. Enfin, une des espèces à la biomasse

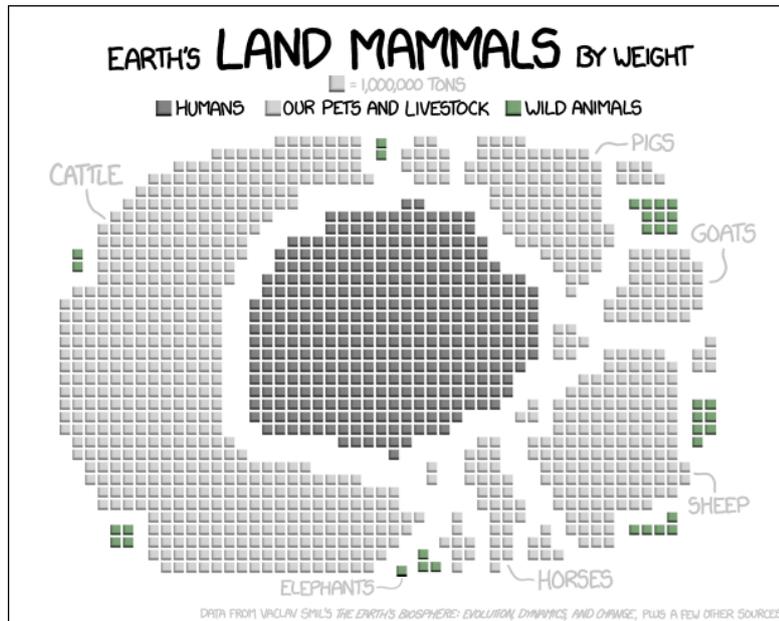


Figure 6 Une représentation graphique de la répartition de la biomasse mondiale des mammifères terrestres, basée sur des données produites par Vaclav Smil. En vert, la faune sauvage. En gris foncé, les humains. Tout le reste est des espèces domestiques. Source : <https://xkcd.com/1338/>.

Quant à la diversité biologique, le *rapport de synthèse de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire*, commandé par le secrétaire général de l'ONU, affirme que « 12 % des espèces d'oiseaux, 23 % des mammifères et 25 % des conifères sont actuellement menacés d'extinction. 32 % des amphibiens sont menacés d'extinction. »¹⁸⁵

On pourrait espérer les océans mieux préservés, ces étendues tellement plus vastes que la surface terrestre, que les humains n'habitent pas. Pourtant, les différents indicateurs montrent là encore une dévastation importante. Les causes n'en sont pas principalement les destructions d'habitat ou les invasions biologiques, mais avant tout la surpêche. Le constat sur les populations d'animaux marins est ainsi similaire à celui des animaux terrestres. Dans son rapport de 2015 sur l'état de santé des océans, le WWF estime que les populations d'animaux marins ont diminué de 49 % entre

la plus importante est le krill de l'Antarctique, à la base de toute la chaîne alimentaire de l'Antarctique.

¹⁸⁵ Millennium Ecosystem Assessment (Program) (éd.), *Ecosystems and human well-being: synthesis*, Washington, DC, Island Press, 2005, p. 35.

1970 et 2012.¹⁸⁶ Ce qui frappe le fonds mondial pour la nature est que le rythme de disparition est beaucoup plus rapide dans les océans qu'en surface. Ce qui a pris un siècle sur terre ne prend que quelques décennies sous l'eau.

Sur terre comme en mer, les perspectives sont sombres. Les débats ne portent plus depuis longtemps sur l'existence ou non d'extinctions, mais sur leur rythme. Si on est encore assez loin des taux d'une grande extinction lorsque 75 % des espèces ont disparu, de nombreuses voix affirment que ce à quoi nous assistons en est le début.¹⁸⁷ La mort du vivant, qu'augure cette sixième extinction, n'a jamais été aussi prévisible.

Si cet arpentage environnemental a son utilité, il sous-estime néanmoins l'impact humain. La raison en est que pour quantifier, il faut délimiter, séparer et catégoriser. Il y a des villes, des campagnes, des parcs, puis des forêts, des montagnes, des landes, etc. Certes, mais cela masque la nature graduelle et diffuse de l'influence humaine, qui déborde justement de frontières bien définies, comme le thé se diffuse de son sachet. Le récit permet ici une meilleure intelligibilité que le dénombrement.

On dit qu'une image vaut mille mots, mais un bon récit vaut mille chiffres. C'est bien l'histoire de la biosphère des derniers milliers d'années qu'il faudrait à présent narrer pour comprendre son état actuel.¹⁸⁸ Un épisode précis, l'histoire de la faune corse, suffira cependant à prendre la mesure des changements biologiques en cours. Ce récit, qu'on doit à l'archéozoologue Jean-Denis Vigne¹⁸⁹, a valeur d'exemple en raison de sa brièveté, de sa netteté et de sa simplicité.

¹⁸⁶ WWF, *Rapport Planète Vivante Océans*, Gland, Suisse, 2015, p. 16.

¹⁸⁷ A.D. Barnosky, N. Matzke, S. Tomiya, G.O. Wogan, B. Swartz, T.B. Quental, C. Marshall, J.L. McGuire, E.L. Lindsey, K.C. Maguire et others, « Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? », art cit ; E. Kolbert, *The sixth extinction*, *op. cit.*

¹⁸⁸ Voir par exemple Bert de Vries et Johan Goudsblom (éds.), *Mappae Mundi: Humans and Their Habitats in a Long-Term Socio-Ecological Perspective. Myths, Maps and Models*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2002.

¹⁸⁹ Jean-Denis Vigne, *Les débuts de l'élevage : Les origines de la culture*, Paris, Le Pommier, 2004, p. 143-156 ; Michel Pascal, Olivier Lorvelec et Jean-Denis Vigne, *Invasions biologiques et extinctions : 11 000 Ans d'histoire des vertébrés en France*, Versailles, Quæ, 2006, p. 36-42.

Grâce à son insularité, la Corse a en effet longtemps été préservée de l'humanité. Si l'Europe continentale est habitée depuis des centaines de milliers d'années, il semble bien que les humains n'aient abordé l'île qu'au IX^e millénaire av. J.-C., et encore ne s'agissait-il que de petits groupes de mésolithiques, des pêcheurs-collecteurs. L'impact de ces derniers a été très faible, principalement de la chasse. Les choses n'ont commencé à changer vraiment qu'à partir du VI^e millénaire av. J.-C., alors que s'installent les premiers sédentaires néolithiques, qui n'en sont plus jamais partis puisque l'île de Beauté est habitée de manière continue depuis lors.

Bien avant l'arrivée de l'homme, durant la dernière phase du Pléistocène (le Tardiglaciaire) qui précède l'Holocène, on trouve six espèces de mammifères sur l'île, toutes endémiques. Il s'agit d'un petit canidé (*Cynotherium Sardus*), d'un petit cervidé, le mégacéros de Caziot (*Megaloceros cazioti*), d'une sorte de lapin rat avec de petites oreilles (*Prolagus sardous*), d'un campagnol, d'un mulot et d'une musaraigne.

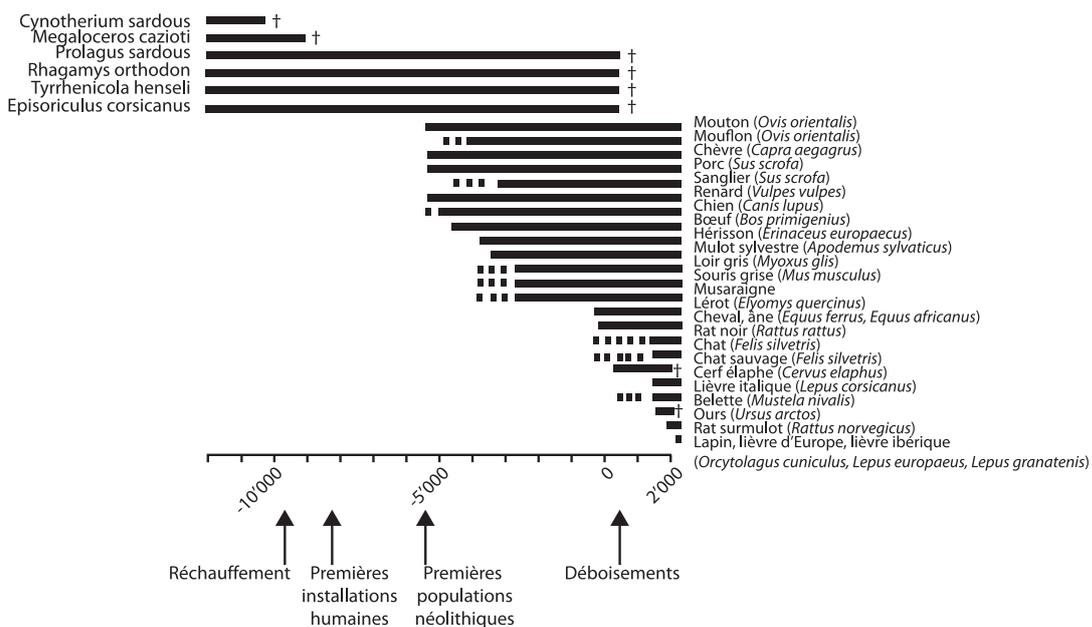


Figure 7 Chronologie des extinctions et invasions de mammifères non-volants en Corse. Source: Pascal, Lorvelec et Vigne, 2006.

Autour de 9200 av. J.-C., lors du réchauffement qui marque la transition vers l'Holocène, les deux plus grandes espèces s'éteignent. Les raisons en sont probablement les changements écologiques majeurs consécutifs à la transition, confirmés par des modifications importantes des effectifs des quatre autres espèces. L'homme ne joue encore aucun rôle dans cette évolution.

L'arrivée des mésolithiques met les quatre espèces survivantes sous pression. Les restes retrouvés sur les sites archéologiques montrent que trois espèces restantes sont activement chassées, surtout le *Prolagus*, qui ressemble à un lapin.¹⁹⁰ Ces prélèvements n'ont cependant pas décimé les populations, et l'apparition par la suite de sédentaires qui pratiquent l'élevage et non la chasse a permis à ces rongeurs de proliférer à nouveau. Pas pour longtemps cependant, puisque des prédateurs, le chien et le renard, sont bientôt introduits. Une compétition se met ensuite en place avec l'introduction de nouveaux rongeurs et d'insectivores, dont le rat noir est le plus virulent. Les quatre espèces affaiblies ne peuvent alors plus lutter et elles se réfugient au sein des forêts. C'est au Moyen Âge central que vient le coup de grâce, lors de grands déboisements qui éradiquent leur dernier habitat. Les quatre espèces disparaissent presque simultanément.

Plusieurs autres espèces ont été introduites depuis lors, au point qu'on dénombre aujourd'hui 26 espèces de mammifères sur l'île, toutes immigrées. Aucune de ces espèces n'a un destin indépendant de l'homme¹⁹¹, et leur introduction illustre la diversité des motifs et des mécanismes à l'œuvre. On peut distinguer plusieurs cas.

Il y a d'abord les espèces domestiques (mouton, chèvre, porc, etc.), introduites volontairement pour l'élevage. Parmi ces populations, certains animaux se sont échappés et sont retournés à l'état sauvage. Le mouflon sauvage, le chat sauvage, ou encore le sanglier corse sont des exemples de ces espèces dites *marronnes*.

D'autres espèces n'ont jamais été domestiques, mais ont été introduites volontairement pour les besoins de la chasse, comme le cerf, le lapin, ou encore le renard. Des introductions volontaires sont aussi possibles en dehors de la chasse. Elles sont liées à des rôles symboliques divers, de prestige ou récréatifs. On pense que c'est le cas du hérisson, et peut-être du loir. C'est le cas encore de l'ours, probablement introduit par des montreurs d'ours au XVI^e siècle, qui a disparu depuis.

Enfin, d'autres espèces ont été introduites involontairement, en raison de leur proximité avec l'homme. Ce sont les espèces dites *anthropophiles*, ou commensales, qui vivent dans le voisinage de l'homme, et qui sont bien adaptées à des

¹⁹⁰ La musaraigne est épargnée.

¹⁹¹ La seule espèce qui échappe à ce destin semble être le phoque-moine, récemment disparu, et qui semble être venu mettre bas en Corse à la faveur du réchauffement climatique.

environnements anthropisés. On y trouve de nombreux micromammifères comme la musaraigne des jardins, le mulot sylvestre, la souris grise ou le rat noir¹⁹².

L'histoire corse de la flore suit celle de la faune. Il existe là aussi différents modes d'introduction des espèces xénophytes, avec une accélération du nombre d'espèces à partir du XX^e siècle.¹⁹³

L'exemple corse est typique de l'histoire environnementale de la Méditerranée. Chypre, la Crète, la Sardaigne ou Majorque ont des histoires similaires à raconter. L'Europe continentale n'est pas en reste, bien que son histoire implique beaucoup plus d'espèces et soit bien plus longue.¹⁹⁴

Le schéma général en est presque toujours identique. L'homme draine avec lui une série d'espèces anthropophiles généralistes, qui entrent en compétition avec des espèces autochtones plus spécialisées et parfois *anthropophobes*. À mesure que les humains modifient l'environnement, les premières se trouvent avantagées au détriment des secondes, qui doivent se réfugier dans des habitats toujours plus éloignés et petits. Une destruction ultérieure de ce dernier sanctuaire signifie souvent leur mort. Ainsi, l'action humaine remplace avec le temps de manière imperceptible, mais rampante une partie ou l'entier de la faune sauvage.

Puisque l'île est passée de six espèces indigènes à vingt-six espèces, on pourrait en conclure que le rôle de l'homme est bénéfique, puisque son influence signifie une *augmentation* de la biodiversité. Au niveau global, il s'agit pourtant bien d'une perte, puisque ces six espèces ne se trouvaient qu'en Corse, alors qu'on trouve le rat noir dans toute l'Europe, une grande partie de l'Asie et de l'Afrique, ainsi qu'en Australie.

Comme l'Europe est habitée par l'homme depuis très longtemps, un regard européen acceptera peut-être volontiers l'idée d'une histoire longue et riche de

¹⁹² Cependant, cela ne vaut pas pour la faune entière. En Corse, les batraciens et les reptiles ont été beaucoup moins touchés par ce phénomène.

¹⁹³ Daniel Jeanmonod et Alessandro Natali, « Les xénophytes de Corse: un danger pour la flore indigène », *Lagascalia*, 1997, vol. 19, n° 1, p. 783–792.

¹⁹⁴ Pour un recensement des principales espèces invasives d'Europe. M. Pascal, O. Lorvelec et J.-D. Vigne, *Invasions biologiques et extinctions*, *op. cit.*

l'interaction de l'homme avec son milieu. Aucun Européen ne pense que les paysages toscans sont particulièrement sauvages. Mais il en va autrement de l'autre côté de l'Atlantique, et une sensibilité américaine sera plus portée à défendre l'existence de la *wilderness*. Elle argumentera avec plus de conviction, par exemple, sur la virginité de la forêt amazonienne et « l'harmonie » des populations indigènes avec la nature. L'anthropisation y est certainement moins visible et certainement aussi moindre, mais, si on y regarde bien, on retrouve là aussi les mêmes processus qu'en Corse. L'héritage humain n'est certes pas lisible du premier coup d'œil. Un regard éduqué peut cependant le déceler. C'est ce qu'a remarqué Philippe Descola en étudiant le peuple des Achuar en Équateur. Il rappelle aussi les travaux d'écologie historique produits par l'anthropologue William Balée sur le peuple indigène Ka'apor, du Brésil voisin. À bien des égards, la présence continue d'humains pendant des millénaires a transformé la forêt vierge en un jardin.

Ce phénomène longtemps méconnu d'anthropisation indirecte de l'écosystème forestier a été fort bien décrit dans les études que William Balée a consacrées à l'écologie historique des Ka'apor du Brésil [...] Les Ka'apor plantent en effet dans leur jardin de nombreuses plantes non domestiquées qui prospèrent ensuite dans les friches au détriment des espèces cultivées, qui disparaissent faute de soin [...] Au fil des générations et du cycle de renouvellement des essarts, une portion non négligeable de la forêt se convertit en un verger dont les Ka'apor reconnaissent le caractère artificiel sans que cet effet ait pourtant été recherché.¹⁹⁵

La mise en circulation des espèces, et le phénomène d'invasions biologiques qui en résulte, est l'un des bouleversements les plus importants de la biosphère, qui vient s'ajouter à la destruction des habitats. Si le « jardinage » amazonien est encore sympathique, l'augmentation des échanges et des voies de circulation transforme cette dissémination des espèces en un phénomène sans précédent. C'est ainsi que la

¹⁹⁵ Philippe Descola, *Par-delà nature et culture*, Paris, Gallimard, 2005, p. 70-71 ; L'ouvrage auquel se réfère Descola : William L. Balée, *Footprints of the forest: Ka'apor ethnobotany-- the historical ecology of plant utilization by an Amazonian people*, New York, Columbia University Press, 1994 ; Pour une anthologie plus récente d'écologie historique de la forêt amazonienne : Susanna B. Hecht, Kathleen D. Morrison et Christine Padoch, *The social lives of forests: past, present, and future of woodland resurgence*, Chicago, University of Chicago Press, 2014.

mondialisation n'influence pas seulement les hommes, mais joue aussi un rôle majeur pour la biosphère.

Dans ce domaine, l'événement historique le plus important pour la biosphère a été la découverte du Nouveau Monde. À leur arrivée, les premiers conquérants ont été frappés par les différences importantes de faune et de flore, tout comme les autochtones ont été impressionnés par les animaux qui accompagnaient les Européens. Les liens commerciaux qui ont suivi ont provoqué un échange biologique gigantesque entre les deux continents. Avant cet *échange colombien*¹⁹⁶, l'Europe n'avait ni courgette, ni tomate, ni pomme de terre. En Afrique, on ne cultivait ni le manioc ni la patate douce. L'Amérique ne connaissait ni l'orange ni la banane, ni les chevaux. Mais comme toujours, c'est le caractère diffus qui est le plus impressionnant. Avant 1492, les forêts européennes et américaines n'avaient qu'une seule espèce d'arbre en commun : le genévrier commun. De nos jours, seulement 10 % des espèces présentes en Europe sont indigènes.¹⁹⁷

En dépit des réticences exprimées plus haut sur la capacité topographique à présenter les invasions biologiques, des modèles ont été élaborés à cet effet. Le scientifique de l'environnement Erle Ellis, l'un des promoteurs de l'Anthropocène, a proposé le concept d'*anthrome* pour décrire un biome – une communauté de plantes et d'animaux – anthropisés.¹⁹⁸ Sa démarche est ensuite similaire aux ALCC¹⁹⁹, puisqu'il a cartographié ces anthromes au niveau planétaire et proposé une série de cartes historiques qui en montre la progression entre le XVII^e et le XX^e siècle. Le résultat montre le passage relativement rapide d'un monde surtout sauvage à un monde très anthropisé.²⁰⁰

¹⁹⁶ Alfred W. Crosby, *The Columbian Exchange: Biological and Cultural Consequences of 1492*, 30th Anniversary edition, Westport, Praeger, 2003 [1973].

¹⁹⁷ Alan Mitchell, *Tous les arbres de nos forêts*, Paris, Bordas, 1991, p. 26.

¹⁹⁸ Erle C. Ellis et Navin Ramankutty, « Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world », *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2008, vol. 6, n° 8, p. 439–447.

¹⁹⁹ Cf. supra, p. 99.

²⁰⁰ Erle C. Ellis, Kees Klein Goldewijk, Stefan Siebert, Deborah Lightman et Navin Ramankutty, « Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000 », *Global Ecology and Biogeography*, 2010, vol. 19, n° 5, p. 589–606.

Ce sont là les principaux processus d'anthropisation du monde vivant. Il s'agit d'abord d'un écocide : le monde sauvage disparaît sous nos yeux, en raison de destructions d'habitats, de réductions des populations, d'extinctions. Mais il disparaît aussi parce qu'il s'anthropise, par la circulation des espèces, par l'avantage pris par les espèces anthropophiles sur les anthropophobes.

Cette dynamique ne concerne pas seulement les espèces animales ou végétales, mais le monde du vivant dans son entier. Les biologistes australiens Michael R. Gillings et Ian T. Paulsen ont montré à quel point le microbiote, ou monde microbien, évoluait en fonction des grandes phases de l'Anthropocène : paléanthropocène, révolution industrielle et grande accélération. Les changements environnementaux entraînent des épisodes de sélection naturelle « dirigée » chez les populations microbiennes. Les biologistes citent des exemples liés aux changements dans l'alimentation humaine, à la résistance aux antibiotiques, au changement climatique, ainsi que ceux liés biogéochimie microbienne.²⁰¹

Les transformations de la biosphère sont un risque pour le Système Terre, de par l'intrication fondamentale entre la vie, en particulier la vie microbienne, et les grands cycles biogéochimiques. La complexité de ces phénomènes montre à quel point les questions environnementales ont évolué. Il n'y a que quelques décennies, ces dernières se résumaient encore à des questions de pollution, comme le pensait Barry Commoner.

III.3 LES CYCLES GLOBAUX.

Le mot de pollution dérive du latin *pollutio* qui signifie « souillure » dans un contexte avant tout sacré. La définition contemporaine de pollution est d'être une altération négative d'un milieu naturel par l'introduction de substances. De par son origine étymologique, le terme est ainsi associé à celui de « contamination », voire de « poison ». Ces termes sont souvent synonymes à l'usage, par exemple pour les cas de pollution au mercure ou les contaminations radioactives. C'est encore cette conception d'un dommage direct qui prédomine dans le livre dénonciateur des

²⁰¹ Michael R. Gillings et Ian T. Paulsen, « Microbiology of the Anthropocene », *Anthropocene*, mars 2014, vol. 5, p. 1-8.

pesticides de Rachel Carson, *Printemps silencieux*.²⁰² Les choses se sont bien compliquées depuis lors. Les toxicologues étudient désormais des dommages plus diffus et à long terme : micropolluants, perturbateurs endocriniens, etc.

À l'échelle globale, le lien avec la toxicité devient très incertain. Par exemple, peut-on parler de pollution quand la substance introduite est déjà présente, et n'est pas ou peu toxique en soi ? D'après ce que l'on sait, l'atmosphère a toujours contenu du gaz carbonique. On ne la contamine pas quand on respire, et comment distinguer entre du CO₂ résultant d'une combustion, et celui d'une respiration ? Même s'il peut provoquer des malaises à très haute dose²⁰³, cela ne suffit pas à faire du gaz carbonique un poison, un contaminant ou un toxique. Malgré cela, l'introduction massive de CO₂ a un impact global. On ne parle pas alors de pollution, mais bien de perturbation puisqu'il ne s'agit pas d'un empoisonnement, mais d'une question de flux.²⁰⁴ Ces modifications de flux ne sont importantes que dans la mesure où elles affectent le fonctionnement global du Système Terre.

Cette transition du local au global voit ainsi s'estomper l'approche toxicologique au profit de l'approche systémique, puisque c'est le fonctionnement du Système Terre qui est perturbé.

Mais comment fait-on pour aborder quelque chose d'aussi complexe et mal comprise que le Système Terre ? Le moyen le plus simple est de suivre la piste des éléments chimiques. Plusieurs de ces éléments comme l'oxygène, le carbone, le soufre ou l'azote sont indispensables à la vie, et leur disponibilité constante implique une circulation cyclique sur la Terre. Si tel n'était pas le cas, ces éléments finiraient par s'accumuler quelque part et les flux se tariraient. L'étude du Système Terre peut ainsi se décomposer en l'étude d'une série de grands cycles élémentaires et globaux. Cela ne signifie pourtant pas que les cycles ont toujours fonctionné de la même

²⁰² Rachel Carson, *Printemps silencieux*, traduit par Jean-François Gavriland, Marseille, Wildproject, 2012 [1962].

²⁰³ Une pièce fermée et occupée dépasse régulièrement les 1000 ppm de CO₂. Des valeurs au dessus de 3000 ppm sont atteintes lorsque l'on dort une nuit dans une pièce mal aérée.

²⁰⁴ Dominique Bourg et Kerry Whiteside, *Vers une démocratie écologique : le citoyen, le savant et le politique*, Paris, Seuil, 2010, p. 16.

manière sur Terre. Quand la vie est apparue sur Terre, l'atmosphère était dépourvue d'oxygène et il était même un poison pour les premières cellules vivantes.²⁰⁵

Concernant la matière, la Terre fonctionne en effet en circuit fermé. Les seuls apports externes proviennent de chutes de météorites, et à l'inverse, les seules pertes sont des gaz légers qui parviennent à s'échapper dans l'espace. Les éléments des grands cycles ont, par ailleurs, une stabilité telle qu'on peut les considérer comme quasi éternels. Enfin, la possibilité d'une transformation d'un élément en un autre, par la fission ou la fusion, n'a aucune incidence pratique sur le pourcentage des éléments terrestres.

Une discipline qui étudie les cycles est la biogéochimie. Discipline sœur de la géophysique et de la géochimie, ancrées depuis longtemps au sein des sciences de la Terre, la biogéochimie a vraiment pris son importance avec l'acceptation progressive de la théorie Gaïa. Elle en reprend l'hypothèse centrale, l'idée que de nombreux aspects des grands cycles sont régulés par des processus biologiques, et non pas seulement physico-chimiques.

L'étude individuelle des cycles peut faire penser qu'ils coexistent les uns à côté des autres, mais c'est là une vue de l'esprit. La respiration relie déjà le cycle du carbone à celui de l'oxygène. Les interactions entre les cycles du soufre et de l'oxygène sont particulièrement complexes. Les liens entre les cycles sont parfois très étroits : les océanographes savent que les cycles de l'azote et du phosphore évoluent conjointement dans les profondeurs océaniques, puisqu'il y règne un rapport constant de 15:1 entre les nitrates et les phosphates, dont la régulation est un phénomène biologique.²⁰⁶ Ce sont ces interdépendances multiples entre les cycles qui créent véritablement le Système Terre.

²⁰⁵ Donald E. Canfield, *Oxygen: a four billion year history*, Princeton, Princeton University Press, 2014.

²⁰⁶ Appelé ratio Redfield. Toby Tyrrell, *On Gaia: a critical investigation of the relationship between life and Earth*, Princeton, Princeton University Press, 2013, p. 120-127 ; Le ratio Redfield est généralement considéré comme constant pour les océans modernes. Néanmoins, on observe, en raison des activités humaines, une augmentation de ce ration. Ce ratio n'est ainsi pas constant durant toute l'histoire de la Terre, et il décrit plutôt un état d'équilibre dynamique du système océanique. Voir Markus Pahlow et Ulf Riebesell, « Temporal trends in deep ocean Redfield ratios », *Science*, 2000, vol. 287, n° 5454, p. 831-833 ; Jean P. Béthoux, Pascal Morin et Diana P. Ruiz-Pino, « Temporal

La description d'un grand cycle suit quelques métaphores qui tiennent en peu de mots. Pour chaque élément, il existe un certain nombre de *réservoirs* (atmosphère, océan, lithosphère, biosphère, etc.) dont on cherche à déterminer la capacité et la contenance. Mais l'intérêt ne vient vraiment qu'avec l'étude des interactions entre ces réservoirs, c'est-à-dire les processus qui établissent des *flux* entre eux. Quand un réservoir accepte l'élément, on parle de *puits*. Quand, au contraire, il l'émet, il est une *source*. Le fonctionnement d'un cycle sur le long terme implique que les flux entrant et sortant d'un réservoir soient à l'équilibre, mais cela ne doit pas toujours être le cas. Pour le comprendre, il faut cependant dépasser ces métaphores hydrauliques et user de notions systémiques.

III.3.1 NOTIONS SYSTEMIQUES.

Le Système Terre est ce qu'on appelle un système complexe. Pour l'étudier, les spécialistes des sciences de la Terre et les climatologues construisent des modèles qui suivent des dynamiques non-linéaires. Un système est dit linéaire lorsque les causes s'ajoutent aux causes, et que les conséquences sont proportionnelles aux causes. Le caractère fondamental des systèmes linéaires est ainsi le cumul ou l'additivité des causes. Par exemple, pour contrecarrer une force, il suffit d'appliquer une force équivalente de sens contraire. Une grande partie des modèles physiques, les forces de Newton, les équations d'onde ou la mécanique quantique sont linéaires

Si les systèmes linéaires constituent une classe très importante de systèmes dynamiques, ils n'en représentent qu'un cas spécial. Lorsque les conséquences ne sont pas proportionnelles aux causes, on est en présence d'un système non-linéaire. Dans un système non-linéaire, les principes de proportionnalité et de superposition ne valent plus, ou seulement de manière approximative. L'exemple le plus célèbre de système non-linéaire se trouve dans les équations de Navier-Stokes, qui décrivent l'évolution des fluides ordinaires dans un milieu continu. Elles sont à la base aussi bien des modèles climatiques que des modèles de courants marins. L'intérêt de la non-linéarité est qu'elle autorise de nouveaux phénomènes. Par exemple, le système peut venir appuyer l'effet d'une petite cause et le renforcer, ce qui donne lieu à des

trends in nutrient ratios: chemical evidence of Mediterranean ecosystem changes driven by human activity », *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2002, vol. 49, n° 11, p. 2007-2016.

dynamiques exponentielles ou explosives. On parle alors de boucle de *rétroaction positive*.²⁰⁷ À l'inverse, le système peut aussi tempérer certaines causes. Dans ce cas, il a un effet stabilisateur, et on parle alors de boucle de *rétroaction négative*.²⁰⁸ Le concept de rétroaction permet de rendre compte en des termes relativement simples de cas où les chaînes causales viennent à se compliquer, en formant des boucles.

III.3.1.1 Les attracteurs.

Dans un modèle, chaque état du système est décrit par un ensemble de variables quantifiées qui peuvent évoluer dans le temps. Ainsi, l'état du système solaire peut être décrit à partir de la position de chaque planète. Si on prend l'ensemble des variables, on a alors *l'état du système*. L'ensemble de tous les états possibles définit ce qu'on appelle *l'espace d'état*. Ce dernier représente toutes les configurations possibles, ou son potentiel évolutif. On peut représenter l'espace d'état graphiquement en donnant un axe par variable. Ainsi, un système à deux variables indépendantes se représentera en deux dimensions. Mais évidemment, les systèmes plus intéressants auront de nombreuses dimensions. L'espace d'état d'un modèle rudimentaire du système solaire comportera déjà vingt-sept dimensions : trois dimensions par position pour chacune des huit planètes, plus le soleil.

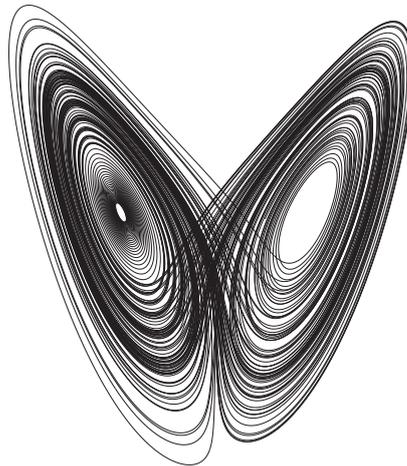


Figure 8 Un attracteur de Lorenz, dans un espace de phase. Source : Wikipédia.

²⁰⁷ *Feedback.*

²⁰⁸ *Negative feedback.*

Dans les systèmes mécaniques, la dynamique se décrit en général à partir des positions *et* des vitesses. L'ensemble des variables se dédouble donc et on parle alors non plus d'espace d'état, mais *d'espace de phase*. L'évolution temporelle d'un système dans l'espace de phase se représente graphiquement par une trajectoire.

Il a été observé que souvent, quelles que soient les conditions initiales, les trajectoires de l'espace de phase convergeaient vers certaines structures et que, par conséquent, le système évoluait seulement dans une partie bien déterminée de l'espace de phase. On nomme cette partie un *attracteur* du système. Une fois que le système est entré dans la zone de l'attracteur, il n'en sortira plus. Ainsi, l'attracteur « agit » de façon à rendre certaines zones de l'espace de phase indisponibles. Un système peut avoir plusieurs attracteurs. Les attracteurs ont de nombreuses formes et se caractérisent par leur dimension. Le cas le plus simple est l'attracteur ponctuel, de dimension 0 et consistant en un état unique. Si on fait rouler une balle dans un bol, elle oscillera un temps le long des parois, mais avec le jeu des frottements, elle finira inévitablement au fond du récipient et y demeurera immobile, à l'équilibre.

Un attracteur de dimension 1 est une boucle, où tous les états de l'attracteur sont revisités de manière périodique. Par exemple, un pendule qui oscille sans frictions aura une trajectoire elliptique dans l'espace de phase.

Mais il existe aussi des attracteurs plus sophistiqués, baptisés attracteurs étranges ou complexes. Ils contraignent le système en une région spécifique de l'espace des états, mais les trajectoires n'en sont pas cycliques pour autant et admettent de grandes fluctuations. Si les trajectoires individuelles semblent hasardeuses, la prise en compte de toutes les trajectoires laisse cependant voir qu'une grande régularité est à l'œuvre et que le système se structure une fois qu'il entre dans l'attracteur. L'attracteur le plus célèbre est celui de Lorenz. Dans le cadre de la modélisation du climat, Edward Lorenz étudiait en 1963 la circulation des fluides et en particulier les mouvements de convection. Le modèle simplifié qu'il propose comporte seulement trois variables en lien avec l'intensité des flux et la température. Les trajectoires dans l'espace d'état montrent comment ce système convectif gravite autour de deux pôles distincts, les attracteurs.

III.3.1.2 La bifurcation.

On parle de *bifurcation* d'un système lorsqu'une instabilité de sa structure mène à un changement de sa forme dynamique. En d'autres mots, lorsqu'un petit changement dans l'un des paramètres mène à un grand changement dans l'organisation du système. Une bifurcation a lieu lorsqu'un système entre dans le champ d'un attracteur, ou passe d'un attracteur à un autre. Les transitions de phase comme les changements d'état de la matière – la fusion, la sublimation, la solidification ou la vaporisation – sont des bifurcations.

Le seuil où la bifurcation a lieu est appelé le point de basculement (*tipping point*) ou seuil critique. Sa première utilisation est à nouveau due à Edward Lorenz, dans sa conférence de 1965 intitulée « causes du changement climatique ». Dans cette conception du climat, la Terre est comprise comme étant « un système complexe, équilibré de manière précaire. Le système montre un potentiel dangereux de changement dramatique, de manière intrinsèque ou au travers de l'intervention technologique, et plus vite que n'importe qui le suppose »²⁰⁹.

Mais il faudra attendre encore quarante années pour que l'idée de seuil critique s'impose en climatologie. Le terme se met à circuler après que le climatologue James Hansen ait affirmé : « Nous sommes sur le précipice des seuils critiques du système climatique, au-delà desquels il n'y a pas de rédemption »²¹⁰. En 2007, deux spécialistes de la théorie Gaïa appellent à une redéfinition des politiques climatiques autour de la notion de seuil critique.²¹¹

L'idée de basculement ne reste pas longtemps cantonnée à la climatologie. Le géologue Antony Barnosky l'applique en 2012 à la biosphère.²¹² L'effondrement

²⁰⁹ Cité dans Spencer R Weart, *The discovery of global warming*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 2003, p. 40 ; pour plus de détails: Chris Russill, « Climate change tipping points: origins, precursors, and debates », *WIREs Clim Change Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2015, vol. 6, n° 4, p. 427-434.

²¹⁰ James Hansen, « Is there still time to avoid 'dangerous anthropogenic interference' with global climate? », American Geophysical Union, San Francisco, 2005, p. 8.

²¹¹ Timothy M. Lenton et Hans Joachim Schellnhuber, « Tipping the scales », *Nature reports climate change*, 2007, p. 97-98.

²¹² Anthony D. Barnosky, Elizabeth A. Hadly, Jordi Bascompte, Eric L. Berlow, James H. Brown, Mikael Fortelius, Wayne M. Getz, John Harte, Alan Hastings, Pablo A. Marquet et others, « Approaching a state shift in Earth's biosphere », *Nature*, 2012, vol. 486, n° 7401, p. 52-58.

brutal d'un écosystème local est un phénomène bien étudié et observé, mais ce que Barnosky et ses collègues décrivent, c'est qu'il est possible que l'écosystème global puisse s'effondrer de la même manière, comme cela s'est déjà produit plusieurs fois par le passé.

Les humains ont déjà altéré la biosphère de manière substantielle, si bien que certains soutiennent qu'il faut reconnaître les temps que nous vivons comme une nouvelle époque géologique, l'Anthropocène. La comparaison des changements planétaires actuels avec ceux qui caractérisent les changements d'états globaux passés, et l'énorme forçage global que nous continuons d'exercer, suggère qu'un autre changement d'état global est hautement plausible dans les décennies ou siècles à venir, s'il n'a pas déjà commencé.²¹³

Les auteurs décrivent ce basculement comme un changement de fonctionnement de la biosphère abrupt et irréversible, en contradiction avec la dynamique graduelle à laquelle les scientifiques sont plutôt habitués.

Une manière heuristique de résumer ces notions systémiques est de présenter l'état du système au sein d'un *paysage adaptatif*²¹⁴ comme une bille roulant le long d'un ensemble de collines. La position de la bille représente l'état actuel du système, et le paysage l'ensemble des états possibles. Lorsque la bille est au fond d'une vallée (A), elle n'en bouge pas, et cela signifie pour le système un équilibre stable. Si on perturbe quelque peu la bille, elle grimpera le long d'une pente et s'éloignera de l'équilibre, mais les mécanismes de régulation, les boucles de rétroactions négatives, vont bientôt la ramener vers l'équilibre du fond de la vallée. Après quelques oscillations, tout rentre dans l'ordre. Mais si on lui donne assez d'impulsion, la bille peut s'approcher, puis dépasser un sommet, ou point critique (B) et, après quelques fortes oscillations, venir trouver un nouveau point d'équilibre (C). Le système passe alors par une phase très dynamique, et l'équilibre nouveau peut se révéler très différent de l'ancien. On dit d'un système qui chemine d'une vallée (A) vers un sommet (B) qu'il « érode sa résilience », puisqu'il passe d'une grande stabilité à une grande instabilité.

²¹³ *Ibid.*

²¹⁴ Il s'agit d'un concept formel, d'abord utilisé en biologie de l'évolution.

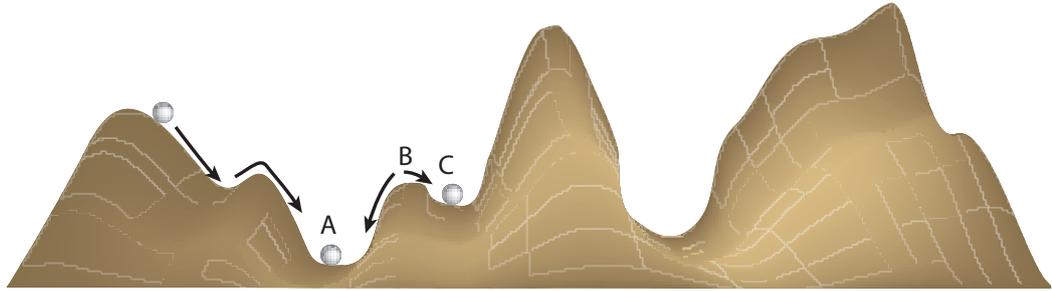


Figure 10 Un paysage adaptatif (*fitness landscape*). La bille représente un état du système, et les flèches indiquent la direction vers laquelle le système pousse la bille. Des perturbations peuvent mener la bille vers de nouveaux points d'équilibre. Dans le cas du Système Terre, non seulement les états du système changent, mais le paysage adaptatif évolue également.

Ces notions systémiques permettent de réviser et de contextualiser une notion écologique très ancrée concernant la nature, l'existence d'un « équilibre de la nature ». C'est l'idée que la nature est forte et qu'après une perturbation, elle finira toujours par retrouver son équilibre. En termes systémiques, l'équilibre dynamique de la nature existe bel et bien et se présente sous la forme des rétroactions négatives. Mais son pouvoir est loin d'être infini. La thèse inverse, défendue par exemple par Patrick Blandin²¹⁵, que l'équilibre de la nature n'existe pas et qu'elle suit au contraire une trajectoire, a aussi une portée limitée. Une fois suffisamment perturbé, un système complexe passera par une phase dynamique très importante, mais il ne cherchera pas le changement perpétuel (une trajectoire) et finira par trouver un nouvel équilibre dynamique.

III.3.2 LE CYCLE DU CARBONE.

D'un point de vue systémique, le réchauffement climatique en cours est avant tout la conséquence d'une perturbation du cycle du carbone. Le cycle du carbone possède de très grands réservoirs dont le plus grand est la lithosphère, qui contient encore plus de carbone que les océans, un autre grand réservoir. Par contre, malgré ce qu'on pourrait conclure en contemplant les immenses forêts terrestres, seule une petite fraction du carbone sur Terre est stockée au sein des êtres vivants. Si l'atmosphère est un réservoir supérieur à la biosphère, il est pourtant lui aussi modeste si on le compare à la lithosphère et aux océans. Son rôle d'échangeur est pourtant central dans le cycle du carbone, parce que c'est le seul à être relié à tous les autres

²¹⁵ Patrick Blandin, *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité: conférence-débat organisée par le groupe Sciences en questions, Paris, INRA, 4 octobre 2007, Versailles, Quæ, 2009.*

réservoirs, et qu'une grande partie des interactions du cycle passe par les airs. L'augmentation actuelle vient de l'injection soudaine dans l'atmosphère de grandes quantités de matières organiques qui n'ont plus participé au cycle depuis des millions d'années. Le problème vient du fait que les puits les plus importants, le puits continental et les océans, même si leur cadence a augmenté, ne suivent pas le rythme des émissions anthropogéniques, qui restent par conséquent prisonniers du réservoir atmosphère.

La conséquence directe de cette injection est une perturbation importante des conditions climatiques. En effet, la température moyenne à la surface terrestre est régulée par *l'effet de serre*, et les cinq gaz les plus importants de cet effet sont la vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et les halocarbures. De ces cinq gaz, les trois premiers font partie du cycle du carbone et sont responsables de presque 80 % de l'effet de serre total.

Une partie du gaz carbonique atmosphérique est absorbée par les océans. Une fois dissous dans l'eau, le gaz carbonique forme de l'acide carbonique, qui forme à son tour du bicarbonate (HCO₃⁻), dans une suite de réactions complexes. Le point essentiel en est que le CO₂ dissous dans l'eau est un acide, qui sera naturalisé par des bases présentes dans les océans, mais sur une échelle de milliers d'années. Par ailleurs, l'augmentation de la concentration de CO₂ va rendre plus difficile la précipitation du carbonate de calcium, qui permet à de nombreuses espèces de produire leurs coquilles ou squelettes. L'acidification des océans représente ainsi un risque majeur pour tous les coquillages et les récifs de corail.²¹⁶

Le réchauffement induit aussi une élévation du niveau des mers en raison de la dilatation thermique de l'eau, une fonte des glaces continentales, une modification du cycle hydrologique avec une accentuation entre les régions humides et arides. Enfin,

²¹⁶ Marie-Antoinette Mélières, Chloé Maréchal et Nicolas Hulot, *Climats: passé, présent, futur*, Paris, Belin, 2015, p. 369.

l'un des effets déjà observables est une augmentation des événements extrêmes comme les vagues de chaleur, les cyclones, les inondations, etc.²¹⁷

La preuve la plus directe de la modification anthropogénique de l'atmosphère est donnée par les courbes de Keeling qui mesurent les taux de dioxyde de carbone atmosphérique depuis le mont Mauna Loa, à Hawaï. Avant que Charles Keeling ne commence à mesurer le CO₂ atmosphérique en 1958, il était difficile d'avoir accès à des données continues et fiables. Les mesures se poursuivent depuis lors et sont désormais faites par son fils, Ralph. Depuis 1958, les mesures sont passées de 310 ppm en moyenne à plus de 400 ppm, et Ralph Keeling estime qu'elles ne redescendront plus en-deçà de cette limite avant longtemps.

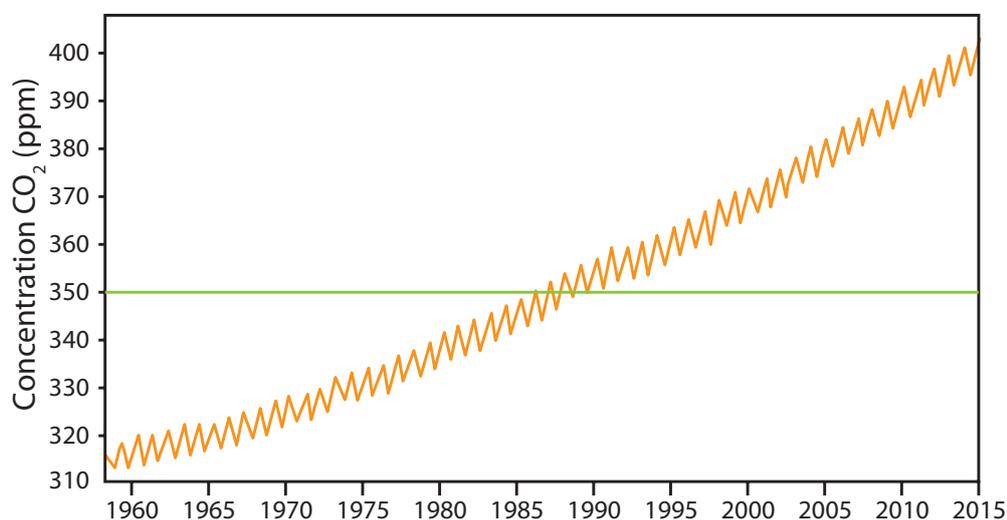


Figure 11 La courbe de Keeling mesurant les taux de gaz carbonique à Mauna Loa, à Hawaï. Les petites dents reflètent les variations saisonnières, en fonction des variations entre photosynthèse active et respiration hivernale de la végétation de l'hémisphère nord. La limite des 350 ppm, indiquée ici, avait été définie en 2008 par James Hansen comme l'objectif à atteindre à long terme pour conserver un climat stable, et c'est la valeur définie comme limite planétaire (voir plus bas) Source : Scripps Institution of Oceanography, accédé le 11 juin 2015.

La courbe de Keeling, qui montre déjà une progression de 25 %, prend tout son sens lorsqu'on la compare avec des mesures indirectes historiques obtenues à partir des carottes glaciaires. On y voit que, durant cette période, la concentration de carbone atmosphérique a oscillé entre un minimum de 180 ppm et un maximum de

²¹⁷ La littérature à ce sujet est abondante. Par exemple David Archer, *The Long Thaw: How Humans Are Changing the Next 100,000 Years of Earth's Climate*, Princeton, Princeton University Press, 2010.

300 ppm.²¹⁸ Il est probablement exact d'affirmer que l'humanité n'a jamais vécu auparavant des taux de dioxyde de carbone tels que ceux que nous connaissons actuellement.

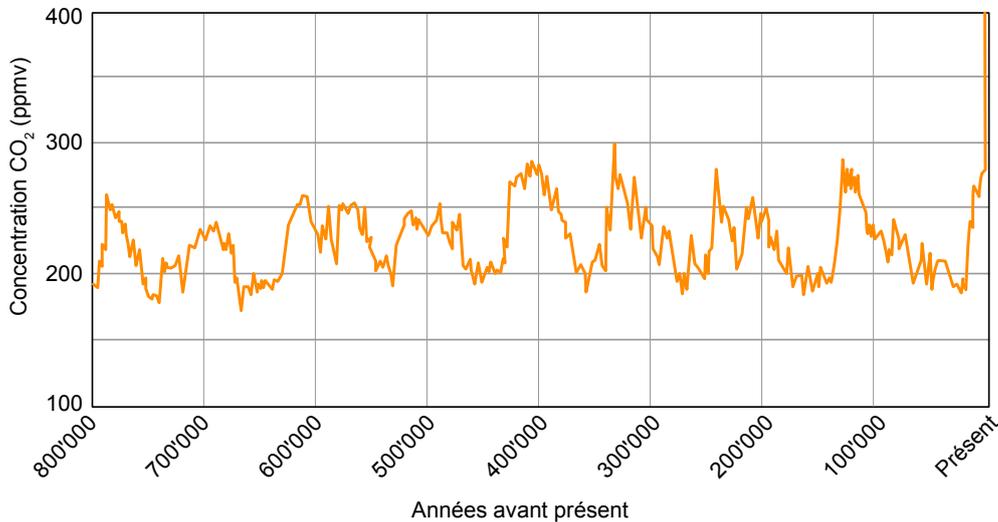


Figure 12 La concentration de CO₂ atmosphérique pour les 800 000 dernières années. Les données viennent des mesures indirectes fournies par les carottes glaciaires, qui permettent de remonter jusqu'à 800 000 années, et de mesures atmosphériques directes pour l'accélération tout à droite de la courbe. À noter que les mesures sont de plus en plus précises temporellement, à mesure que l'on se rapproche du présent. Un point de mesure ancien peut représenter une période d'un millier d'années. Source: Lüthi et al., 2008.

L'effet de serre est un phénomène bien compris d'un point de vue scientifique, qui ne suscite pas la controverse, contrairement à ce qu'insinuent certains climatosceptiques²¹⁹. En particulier, la corrélation entre le taux de CO₂ et la température terrestre moyenne est historiquement bien établie.²²⁰ Et de fait,

²¹⁸ Dieter Lüthi, Martine Le Floch, Bernhard Bereiter, Thomas Blunier, Jean-Marc Barnola, Urs Siegenthaler, Dominique Raynaud, Jean Jouzel, Hubertus Fischer, Kenji Kawamura et Thomas F. Stocker, « High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present », *Nature*, 15 mai 2008, vol. 453, n° 7193, p. 379-382.

²¹⁹ Néanmoins, la plupart des climatosceptiques ne contestent pas tant l'existence et le fonctionnement de l'effet de serre, mais pointent plutôt les insuffisances et inconnues des modèles actuels, comme le rôle des nuages, la dynamique de la vapeur d'eau, pour nier la validité de ces modèles.

²²⁰ D. Archer, *The Long Thaw: How Humans Are Changing the Next 100,000 Years of Earth's Climate*, op. cit., p. 75-76 ; D. Archer, « Fate of fossil fuel CO₂ in geologic time », art cit.

l'augmentation de la température moyenne de la Terre par rapport à l'époque préindustrielle atteint déjà presque 1 °C (Figure 13).²²¹

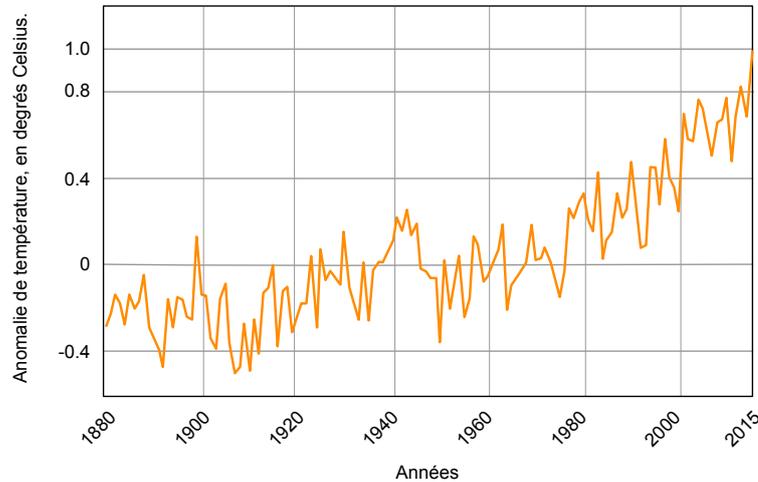


Figure 13 Anomalie de la température moyenne globale pour les mois de novembre de 1880 à 2015, par rapport à la moyenne du XX^e siècle. Source : NOAA, Climate at a Glance.

Ce lien fort qui existe entre les concentrations de gaz à effet de serre et la température moyenne de la planète illustre une forme de cécité qui a touché les négociations climatiques de la COP21, qui s'est tenue à Paris en décembre 2015. Le document final de ce sommet fixe comme objectif de contenir le réchauffement à 1.5 °C, voire 2 °C d'ici 2100. Mais ce chiffre de 2 °C, pourtant ambitieux, occulte la question de savoir de combien la Terre se sera réchauffée en 2150, ou en 2200, car la Terre ne cessera pas de se réchauffer en 2100. Le niveau qui sera finalement atteint dépend avant tout de la concentration des gaz à effet de serre. Les discussions insinuent par ailleurs souvent qu'il suffirait d'arrêter les émissions pour que les choses rentrent dans l'ordre. Mais il n'en est rien. les émissions passées sont suffisantes pour avoir un effet sur des milliers d'années.²²²

²²¹ NOAA, *Climate at a Glance: global temperature trend compared to 20th century average.*, Asheville, National Centers for Environmental Information.

²²² Matthew Collins, Reto Knutti, Julie Arblaser, Jean-Louis Dufresne, Thierry Fichefet, Pierre Friedlingstein, Xuejie Gao, William J. Gutowski, Tim Johns, Gerhard Krinner, Mxolisi Shongwe, Claudia Tebaldi, Andrew J. Weaver et Michael Wehner, « Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility » dans Intergovernmental Panel on Climate Change (éd.), *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*, Cambridge, Cambridge University Press, 2014, p. 1029-1136.

Qu'advient-il du gaz carbonique atmosphérique, une fois que les émissions fossiles cesseront, puisque les ressources en charbon, pétrole et gaz ne sont pas infinies ? Sitôt que cela arrivera, les taux de CO₂ atmosphériques commenceront à décliner, puisque le gaz sera lentement absorbé par la biomasse, les sols, et surtout les océans. Dans ce dernier réservoir, le CO₂ se dissout pour former de l'acide carbonique, qui réagit à son tour pour former du bicarbonate. La proportion entre CO₂ dissous, acide carbonique et bicarbonate dépend de la salinité, du pH et de la température de l'eau, mais la conséquence en est une baisse progressive du pH des eaux océaniques, c'est-à-dire une acidification des océans. Sur une échelle de milliers d'années, ces acides sont neutralisés par des bases présentes dans l'eau, comme les ions carbonates (CO₃²⁻), qui jouent le rôle de tampon, mais l'augmentation actuelle du CO₂ est beaucoup trop rapide pour empêcher des changements dans l'acidification des eaux.

Cette augmentation de l'acidité a une influence directe sur la précipitation du carbonate de calcium (CaCO₃). Cela a de graves conséquences sur de nombreux organismes marins, qui utilisent le carbonate de calcium pour fabriquer des squelettes ou des coquilles. Les espèces menacées sont les coquillages, les coraux, mais aussi des algues ou du plancton.²²³

D'après le géophysicien américain David Archer, la capacité océanique d'absorption du CO₂ diminuera dans le futur, à mesure que les tampons basiques présents dans les océans seront utilisés. Selon lui, ce processus s'achèvera dans environ 10 000 ans, mais laissera encore environ 25 % du CO₂ fossile dans l'atmosphère. Ce dernier quart finira par être absorbé par la lithosphère, mais ce processus prendra entre 100 000 et 200 000 années. Archer appelle cette absorption lente la *longue queue* du gaz carbonique.

L'hypothèse de Archer est controversée, mais la plupart des climatologues rejoignent ses conclusions, à savoir que l'impact des émissions anthropogéniques se fera sentir durant des milliers d'années, même si elles cessaient totalement dès à présent, ce qui est improbable.²²⁴ D'après le rapport du GIEC de 2013 (AR5), un

²²³ M.-A. Mélières, C. Maréchal et N. Hulot, *Climats, op. cit.*, p. 361-362.

²²⁴ Alvaro Montenegro, Victor Brovkin, Michael Eby, David Archer et Andrew J. Weaver, « Long term fate of anthropogenic carbon », *Geophysical Research Letters*, 2007, vol. 34, n° 19 ; G.-K.

millier d'années après la fin des émissions anthropogéniques, « environ 20 à 30 % des émissions cumulées de carbone seront encore dans l'atmosphère. »²²⁵ Les modèles du GIEC prédisent par ailleurs que la baisse progressive des taux atmosphériques de CO₂ ne conduira pas à une baisse de la température moyenne globale, mais au mieux à sa constance. Le rapport en conclut que sur une échelle de milliers d'années, la température moyenne globale est déterminée par la somme totale des émissions de CO₂, indépendamment de sa chronologie.²²⁶

Dans un article récent, Ricarda Winkelmann et al. estiment que si on brûlait toutes les réserves actuelles de combustibles fossiles, l'Antarctique fondrait certainement entièrement.²²⁷ Archer et Brovkin estiment eux que la concentration de CO₂ atteindrait alors un pic à 1800 ppm et qu'elle ne descendrait pas en dessous des 1000 ppm pendant plus de 10 000 années.²²⁸

Les incertitudes concernant le réchauffement climatique n'ont que peu à voir avec le fonctionnement de l'effet de serre. Les inconnues, et elles sont nombreuses, se situent plutôt dans le fonctionnement du cycle du carbone lui-même, plus

Plattner, R. Knutti, F. Joos, T. F. Stocker, W. Von Bloh, Victor Brovkin, D. Cameron, Emmanuelle Driesschaert, S. Dutkiewicz, M. Eby et others, « Long-term climate commitments projected with climate-carbon cycle models », *Journal of Climate*, 2008, vol. 21, n° 12, p. 2721–2751 ; Thomas L. Frölicher et Fortunat Joos, « Reversible and irreversible impacts of greenhouse gas emissions in multi-century projections with the NCAR global coupled carbon cycle-climate model », *Climate Dynamics*, 2010, vol. 35, n° 7-8, p. 1439–1459 ; F. Joos, R. Roth, J. S. Fuglestedt, G. P. Peters, I. G. Enting, W. von Bloh, V. Brovkin, E. J. Burke, M. Eby, N. R. Edwards et others, « Carbon dioxide and climate impulse response functions for the computation of greenhouse gas metrics: a multi-model analysis », *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2013, vol. 13, n° 5, p. 2793–2825.

²²⁵ M. Collins, R. Knutti, J. Arblaser, J.-L. Dufresne, T. Fichet, P. Friedlingstein, X. Gao, W.J. Gutowski, T. Johns, G. Krinner, M. Shongwe, C. Teballdi, A.J. Weaver et M. Wehner, « Long-term Climate Change », art cit, p. 1104.

²²⁶ *Ibid.*, p. 1107.

²²⁷ Ricarda Winkelmann, Anders Levermann, Andy Ridgwell et Ken Caldeira, « Combustion of available fossil fuel resources sufficient to eliminate the Antarctic Ice Sheet », *Science Advances*, 2015, vol. 1, n° 8, p. e1500589.

²²⁸ David Archer et Victor Brovkin, « The millennial atmospheric lifetime of anthropogenic CO₂ », *Climatic Change*, 2008, vol. 90, n° 3, p. 283–297.

précisément autour de l'importance et du rôle de plusieurs boucles de rétroactions, qu'elles soient positives ou négatives.

Une première inconnue concerne la fonte des pergélisols. Le dégel progressif, dû au réchauffement climatique, des sols gelés ou pergélisols qui se trouvent principalement en Russie, s'accompagne d'une reprise de leur décomposition progressive, ce qui rejette du méthane et du CO₂ additionnel, créant une boucle de rétroaction positive. Un risque analogue de rétroaction positive existe concernant le méthane prisonnier des sédiments marins. Des quantités gigantesques de méthane gisent en effet au fond des océans sous forme de clathrates, ou méthanes hydratés. Il s'agit de complexes où des molécules d'eau emprisonnent le gaz. Il est spéculé que le réchauffement pourrait permettre une libération de ce méthane. Mais l'effet en serait dévastateur, au vu des quantités stockées et du fait que le méthane est un gaz à effet de serre trente fois plus puissant que le dioxyde de carbone.

D'un autre côté, il existe aussi plusieurs rétroactions négatives, parfois encore peu ou pas comprises. Par exemple, une atmosphère plus riche en CO₂ stimule la végétation, ce qui occasionne une croissance de la biomasse, qui piège dès lors, temporairement, plus de gaz carbonique. Des changements brutaux dans la circulation profonde océanique n'est pas non plus à exclure. Un effondrement de la circulation méridienne Atlantique de retournement (AMOC) pourrait venir refroidir le climat de la région de l'Atlantique Nord, comme cela est arrivé il y a 12 800, durant l'épisode appelé le Dryas récent.

Enfin, le rôle des nuages est depuis longtemps l'une des plus grosses inconnues des modèles climatiques. Puisque les nuages sont blancs et reflètent le rayonnement, plus de nuages signifie une température globalement plus basse. Or, il existe un lien entre la formation des nuages et le cycle du soufre. Les aérosols soufrés présents dans l'atmosphère permettent à la vapeur d'eau de se condenser et de former des nuages, ce qu'on observe par exemple dans les traînées des avions. Mais le phénomène n'est pas assez bien compris pour qu'on puisse l'intégrer dans les modèles climatiques.

III.3.3 LE CYCLE DE L'AZOTE.

Si les perturbations du cycle du carbone sont évidemment d'une importance cruciale, cette omniprésence de la « question carbone » a un revers. Trop souvent,

changement climatique et changement global sont utilisés de manière interchangeable. Et comme l'Anthropocène est souvent employé comme synonyme de changement global, l'amalgame entre climat et globalité le réduit alors à ne signifier rien d'autre que « réchauffement planétaire ».²²⁹

Or, le changement anthropique a bien des aspects et il concerne d'autres cycles biogéochimiques. Les cycles du soufre et de l'azote sont en effet bien plus perturbés que celui du carbone. Ainsi, si les concentrations troposphériques de CO₂ ont augmenté de plus de 40 % par rapport à l'ère préindustrielle, dans le même temps, celles des oxydes d'azote (NO_x) et d'ammonium (NH₄⁺) ont triplé. Il n'y a donc *a priori* aucune raison de penser que les dangers associés à une déstabilisation des autres cycles soient moindres que dans le cas du carbone.

Ceci explique le parti pris ici d'un traitement concis du cycle du carbone, dont les enjeux sont largement connus. La situation est tout autre pour le cycle de l'azote, dont les enjeux sont largement ignorés. Il est bien plus difficile de se renseigner à son sujet, et les incertitudes sont aussi plus grandes. Mais une chose est sûre : c'est à ce jour le cycle le plus perturbé de tous. Il n'est d'ailleurs pas inintéressant de remarquer que sa perturbation anthropogénique ne vient pas des émissions fossiles et qu'il présente ainsi une facette différente de l'entrelacement entre les humains et les cycles globaux.

Si le cycle de l'azote a pu être perturbé à ce point, c'est que, contrairement au cycle du carbone, l'azote n'a quasi pas de cycle géologique. C'est un cycle principalement sous contrôle biologique, avec des temps de résidence courts, liés au cycle court du carbone, et donc avant tout à la matière organique. En ce sens, sa résilience est aussi beaucoup plus grande que celle du cycle du carbone.

L'importance de l'azote n'est pas évidente au premier abord. Chacun sait qu'il faut de l'oxygène pour respirer, mais c'est le carbone qui est l'élément fondamental de la vie. Il est si omniprésent dans les processus chimiques de la vie que la chimie organique est un synonyme de la chimie du carbone. Mais qu'en est-il de l'azote ? Si

²²⁹ Un exemple clair de cette réduction se trouve dans *L'événement Anthropocène*, où Anthropocène et changement climatique ne font manifestement qu'un. Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz, *L'événement Anthropocène : la Terre, l'histoire et nous*, Seuil, Paris, 2013.

on retrouve bien du carbone dans tous les maillons de la vie, on y trouve aussi toujours de l'azote. Le carbone, disponible en abondance, fournit à la vie son matériau de base pour produire une kyrielle de choses, des sucres comme la cellulose aux lipides et aux protéines. L'azote, pour sa part, est plutôt un fournisseur de qualité que de quantité. Il est nécessaire à la chlorophylle, qui permet la photosynthèse. On en trouve dans les acides nucléiques, les composants de l'ADN et de l'ARN qui déterminent le caractère génétique de tout être vivant. Il est encore présent dans les acides aminés à la base des protéines dont sont faits les tissus vivants. Enfin, il y a de l'azote dans les enzymes qui contrôlent le métabolisme de toute cellule vivante.

Tout être vivant contient ainsi de l'azote. Un adulte humain en possède en lui environ 1 kg et ses besoins annuels sont de l'ordre de 2 kg.²³⁰ Mais l'être humain ne peut pas assimiler l'azote sous sa forme gazeuse (N₂). Pour synthétiser ses propres protéines, il doit assimiler dix acides aminés essentiels, qui contiennent tous de l'azote, nécessaire à sa survie. C'est l'agriculture qui fournit directement ou indirectement 90 % de ces acides aminés, le solde venant principalement de la pêche.

L'azote est abondant sur Terre puisqu'il constitue presque 80 % de l'atmosphère, sous la forme du gaz inerte diazote (N₂). L'azote est cependant très peu présent dans la croûte terrestre, contrairement aux autres éléments essentiels à la vie. Un magma fraîchement solidifié n'en contient pas, et l'azote qu'on trouve dans nos sols provient ainsi d'une manière ou d'une autre de l'atmosphère. Cette abondance de l'azote atmosphérique masque une très grande indisponibilité. La presque totalité des organismes vivants ne peut en effet pas accéder à l'azote sous cette forme. La raison en est qu'il faut beaucoup d'énergie pour casser les liaisons de N₂, qui est par conséquent un gaz inerte. Cette stabilité explique aussi en partie la rareté de toutes les autres formes de l'azote. Ce contraste mène au paradoxe de l'azote. Bien que le monde vivant soit plongé dans une atmosphère majoritairement faite d'azote, il est très souvent à la recherche de cet élément. L'azote est d'ailleurs le facteur limitant le plus important à la croissance des végétaux, et donc de toute la chaîne alimentaire. Cette réalité duelle est décrite par la distinction que font les botanistes entre l'azote bio-indisponible (surtout le N₂ gazeux) et *l'azote réactif* (Nr) ou bio-disponible, qui

²³⁰ James Galloway et Ellis Cowling, « Reactive nitrogen and the world: 200 years of change. », *Ambio*, 2002, vol. 31, n° 2, p. 65.

regroupe toutes les autres formes, et dont le monde vivant sait faire façon. Le cycle de l'azote décrit ainsi l'entrée et la sortie de l'azote de l'atmosphère, et sa circulation sous ses formes réactives. C'est un cycle très complexe, partiellement incompris²³¹, et qui se caractérise par de grands réservoirs²³². Les petits flux entre ces réservoirs sont essentiellement sous contrôle biologique.

III.3.3.1 La fixation de l'azote.

Si l'azote atmosphérique est un gaz inerte, il existe néanmoins des moyens de le convertir en azote réactif, processus appelé *la fixation de l'azote*. Avant 1913, la fixation de l'azote est l'apanage presque exclusif d'un très petit groupe d'organismes vivants.²³³ Il n'existe qu'une centaine d'espèces de bactéries et d'archées²³⁴ qui sont les seules capables de casser les molécules de N₂ atmosphériques. L'ensemble du monde vivant est ainsi dépendant du métabolisme de ces cellules procaryotes, dont l'origine est très ancienne et qui produisent de l'ammoniac à partir du diazote, ce dont aucune cellule eucaryote n'est capable. Il en existe plusieurs types. Des bactéries fixatrices, des cyanobactéries, se trouvent dans les océans et les lacs. Le sol quant à lui abrite des bactéries fixatrices libres comme l'*Azotobacter*, ainsi que quelques espèces anaérobies. Enfin, il existe des espèces qui forment des symbioses avec des plantes. Ces espèces ont une importance décisive pour l'être humain. Il existe des symbioses avec des arbres, mais les bactéries les plus connues appartiennent au groupe des *Rhizobium*, qui vivent de manière symbiotique dans les nodosités des racines des plantes légumineuses.²³⁵ C'est la raison pour laquelle un sol s'enrichit lorsqu'on y plante une légumineuse, alors qu'il s'appauvrit lorsqu'on y plante une céréale. Ce dernier fait est connu depuis très longtemps et explique la présence des légumineuses dans de nombreux systèmes agraires avec rotations de

²³¹ Par exemple, un processus qui représente plus de 50 % du cycle marin, *Anammox*, n'a été découvert qu'en 1999.

²³² Elle ne sera décrite ici que de manière schématique, sans parler de sa partie marine.

²³³ L'azote réactif est aussi produit au travers des éclairs, et dans une moindre mesure, par l'activité volcanique, mais ces deux filières ne sauraient répondre aux besoins des êtres vivants.

²³⁴ Des microorganismes unicellulaires procaryotes que les biologistes distinguent des bactéries.

²³⁵ Des exemples de légumineuses, ou fabacées, comprennent les pois chiches, les lentilles, les petits pois, les haricots, le soja, mais aussi la réglisse, le lupin, le trèfle, les luzernes, ou encore des arbres comme le robinier faux-acacias.

culture. En Égypte antique déjà²³⁶, on alternait la culture du blé ou de l'orge avec celle du trèfle, une légumineuse qui servait au fourrage. Cette technique était également connue des Grecs anciens et des Latins. Elle a été à la base de la première révolution agricole moderne du XVI^e siècle, qui a détruit le vieux mythe agronomique selon lequel le sol a besoin de « repos », puisqu'un système de rotation avec légumineuses a permis de se passer de la jachère.²³⁷

Avant même que l'azote ne soit identifié comme un élément, les flux d'azote réactif ont été une préoccupation constante pour l'agriculture, puisque c'est le principal facteur limitant de la productivité végétale. En dehors de la culture de légumineuses, les méthodes traditionnelles consistent à enrichir le sol en azote sous forme d'engrais, c'est-à-dire d'apports de déchets organiques d'origine végétale ou animale. Mais le rôle de l'azote en tant que nutriment minéral est resté inconnu très longtemps, jusqu'au milieu du XIX^e siècle.

III.3.3.2 Le contexte historique.

L'identification de l'azote et de ses rôles est une histoire de chimistes et d'agronomes. L'azote lui-même n'a été découvert que vers la fin du XVIII^e siècle, grâce au travail de plusieurs chimistes.²³⁸ C'est le chimiste suédois Carl Wilhelm Scheele qui a compris le premier que l'air était composé de deux fluides, l'un fortement réactif, l'oxygène, l'autre inerte, l'azote. Des raisonnements similaires sont faits à la même époque par l'écossais Daniel Rutherford et le français Antoine Laurent Lavoisier. Ce dernier baptise ce second gaz *azote*, du grec ζωή (la vie), auquel il rajoute l'alpha privatif, puisqu'un animal exposé à de l'azote pur meurt asphyxié. Quelques années après, un autre chimiste français, Jean Antoine Claude Chaptal, lui donne le nom alternatif de *nitrogène*, en référence à sa présence dans le nitre, aussi appelé salpêtre, ou nitrate de potassium.

Il faut attendre le milieu du XIX^e siècle pour que son lien avec la croissance des végétaux soit établi d'abord par le chimiste et agronome français Jean-Baptiste

²³⁶ Marcel Mazoyer et Laurence Roudart, *Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine*, Paris, Seuil, 2002, p. 211-213.

²³⁷ *Ibid.*, p. 416-418.

²³⁸ Sauf indications contraires, les références historiques qui suivent sont tirées de Vaclav Smil, *Enriching the earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the transformation of world food production*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2001.

Boussingault, puis par le chimiste allemand Justus von Liebig. Ce dernier établit une loi du minimum pour les nutriments minéraux, qui vaut encore dans ses grandes lignes et que connaît tout jardinier. Plusieurs minéraux sont des nutriments pour les plantes, et leur croissance est limitée par celui dont la présence adéquate fait défaut.

Si Boussingault montre, dès 1838, que les légumineuses enrichissent le sol en azote, il faut attendre 1886 pour en comprendre le mécanisme. Hermann Hellriegel et Hermann Wilfarth découvrent alors la présence de micro-organismes fixant l'azote dans les nodosités des racines des légumineuses.

À partir du moment où le rôle fertilisant de l'azote réactif a été compris, les gisements et sources disponibles d'azote sont devenus un enjeu géostratégique, et les sources traditionnelles que sont les légumineuses et les déchets organiques ont été considérées comme insuffisantes. Deux types de gisements d'Amérique du Sud ont rapidement été importés massivement en Europe : le *guano*, des excréments d'oiseaux marins solidifiés, et le *salpêtre du Chili*, ou nitrate de sodium.

Pour que du guano s'accumule, il faut de grandes colonies d'oiseaux ou de chauves-souris, mais aussi un climat aride et dépourvu de précipitations. Les côtes du Pérou offrent ces conditions, et on y trouve les plus grands gisements de guano au monde. Les importations vers l'Angleterre commencent dès la publication des travaux de von Liebig, en 1840. L'enthousiasme est tel que le gouvernement péruvien nationalise ces ressources en 1842. Le volume des exportations augmente rapidement, mais le guano de haute qualité est vite épuisé et il devient clair que son usage sera éphémère. Le pic de production est atteint dès 1870.

La seconde source est le salpêtre du Chili, ou nitrate de sodium. Ce composé blanc s'est accumulé et a formé des dépôts importants au Chili, au Pérou et en Bolivie, principalement dans le désert d'Atacama. Les nitrates s'accumulent grâce à des précipitations d'origine marine dans un environnement extrêmement aride. Pour que ces nitrates subsistent, il faut de plus compter sur la quasi-absence d'organismes pouvant les traiter et les transformer. Ce sont les conditions du désert d'Atacama depuis des millions d'années, ce qui a permis l'accumulation de dépôts importants. L'extraction du minerai brut, le *caliche*, a commencé en 1826 et les exportations à partir de 1830. Cela ne s'est pas fait pas sans tensions et a même provoqué une « guerre du nitrate » de 1879 à 1881 opposant le Chili à la Bolivie et au Pérou, qui

s'est soldée par la victoire du premier. Les réserves en nitrates de sodium sont plus élevées que celles de guano, mais elles s'épuisent rapidement. La raison en est que les nitrates ne sont pas seulement des engrais, mais permettent aussi de fabriquer des explosifs. La moitié des importations de nitrates des États-Unis à cette époque est destinée à cet usage.

Le guano et le salpêtre du Chili sont en théorie des ressources renouvelables, comme le sont le charbon et le pétrole. Mais les besoins européens du début du XX^e siècle sont à une autre échelle, et il apparaît assez rapidement que la sécurité alimentaire d'une population européenne en croissance ne peut être assurée au travers de ces deux sources. Le problème est particulièrement important pour l'Allemagne, qui est au début du XX^e siècle le premier importateur mondial de nitrate de sodium ce qui la rend très vulnérable, puisqu'elle ne domine pas les mers. L'industrie chimique, allemande en particulier, va alors chercher à produire de l'azote réactif par d'autres moyens. Elle cherche à synthétiser de l'ammoniac (NH₃), à partir duquel on peut faire des engrais sous forme d'urée ou de nitrates. Plusieurs moyens sont envisagés pour parvenir à cette fin.

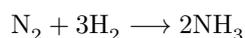
Le charbon est une première possibilité. Comme le charbon était originellement de la matière organique, il contient de petites quantités d'azote. La fabrication de coke produit de l'ammoniac comme sous-produit, ce dont l'industrie ne savait d'abord pas quoi faire pendant des décennies. Au début du XX^e siècle, la production d'ammonium de sulfate issu du charbon atteint ainsi 500 000 tonnes par an, une quantité appréciable, mais encore insuffisante. Ce que les chimistes cherchent à faire, c'est d'accéder à cette ressource infinie qu'est l'azote atmosphérique, et d'imiter les fixateurs procaryotes.

Un premier processus est mis au point en 1895 par Adolf Frank et Nikodem Caro. Ils parviennent à faire réagir de l'azote avec du carbure de calcium pour obtenir de la cyanamide calcique, qui est un engrais. Bien que ce procédé *Frank-Caro* soit industrialisé en 1905, ses besoins énergétiques très importants limitent sa diffusion.

Une seconde méthode a été mise au point en 1904 en Norvège. Le procédé *Birkenland-Eyde* permet de fixer l'azote au moyen d'un arc électrique, en reproduisant ce qui se passe lorsqu'un éclair survient. Là encore, les besoins énergétiques très importants du procédé limitent son utilisation.

III.3.3.3 Le procédé Haber-Bosch.

Mais c'est la troisième méthode qui aura une importance historique décisive. Il revient au chimiste allemand Fritz Haber d'avoir découvert un procédé de synthèse de l'ammoniac relativement moins énergivore et plus facile à mettre en œuvre. La découverte et la mise au point du procédé s'étalent sur une décennie et, comme pour de nombreuses grandes inventions, sa paternité intellectuelle est parfois difficile à démêler complètement. En 1904, Fritz Haber considère la réaction très simple qui suit :



Personne jusque-là n'a réussi à obtenir cette réaction, et le consensus veut qu'elle soit impossible à réaliser. En 1900, l'un des plus célèbres chimistes de l'époque, Wilhelm Ostwald, avait affirmé à l'entreprise chimique allemande BASF y être parvenu. Cependant, un jeune chercheur, Carl Bosch, qui avait rejoint l'entreprise seulement une année auparavant, avait alors montré que l'ammoniac obtenu ne provenait pas de l'atmosphère, mais de l'appareil lui-même.

L'année suivante, le chimiste français Henry Louis le Chatelier tenta l'expérience en utilisant la même méthode que Ostwald. Mais, contrairement à ce dernier, il parvenait pour la première fois à obtenir de l'ammoniac grâce à l'utilisation d'un catalyseur de fer. Le rendement était cependant insuffisant, et Le Chatelier pensait pouvoir l'augmenter à plus haute pression. Ses appareils ne résistèrent pas et explosèrent en tuant un des assistants. Le Chatelier mit alors fin à ses recherches.

C'est le point de départ de Haber. En 1904, il obtient de petites quantités d'ammoniac par la méthode de Le Chatelier. Il publie ses résultats, mais conclut que la démarche n'en vaut pas la peine, et il abandonne.

En 1906, le chimiste allemand Walter Nernst publie le théorème éponyme, qui devient bientôt le troisième principe de la thermodynamique, qui lui vaudra le prix Nobel. Les valeurs publiées par Haber en 1904 sont alors les seules en contradiction avec son théorème, et Nernst met en doute leur véracité. Une controverse s'en suit entre les deux hommes, ce qui pousse Haber à remettre l'ouvrage sur le métier.

Haber sait déjà dans quelle direction chercher. Pour provoquer la réaction de synthèse de l'ammoniac, il faut une pression très élevée, mais une température pas

trop élevée.²³⁹ Il faut aussi trouver un meilleur catalyseur que le fer et évacuer régulièrement l'ammoniac produit. Il demande l'aide de l'anglais Robert le Rossignol, qui sait fabriquer des appareils pouvant résister à une très haute pression. Ils mettent au point une méthode permettant l'évacuation régulière de l'ammoniac. Les chercheurs font de nombreux essais de pression, température et de catalyseur et, en 1909, Haber découvre que l'osmium, puis l'uranium sous différentes formes permettent d'obtenir des rendements suffisants pour espérer une exploitation commerciale.

Haber a vendu les droits sur le procédé en 1908 au groupe chimique allemand BASF, avant même sa découverte. Mais la percée de 1909 n'en est qu'au stade expérimental. La solution de laboratoire de Haber doit être convertie en un procédé industriel, ce qui se fera en 1913 sous la supervision de Carl Bosch, qui est entre temps monté dans la hiérarchie et qui finira par diriger l'entreprise. Le *procédé Haber-Bosch* permet, pour la première fois, de produire de l'azote réactif de manière illimitée et à un coût énergétique raisonnable.²⁴⁰ D'immenses complexes chimiques sont bientôt construits à cette unique fin. Malheureusement, la Grande Guerre change les priorités et ils serviront avant tout à fabriquer des explosifs et non des engrais.

III.3.3.4 Un siècle de fixation d'azote (1890-1990).

Le procédé Haber-Bosch ne reste pas longtemps confiné à l'Allemagne. Après la fin de la Première Guerre mondiale, les brevets de BASF sont confisqués ou volés, et plusieurs pays commencent à produire et utiliser des engrais synthétiques de manière massive. Le résultat en est une productivité agricole qui s'envole. Si on ne peut la réduire à cela, la disponibilité nouvelle de nourriture est pourtant une raison de l'augmentation importante de la population au XX^e siècle. La production d'engrais synthétiques a connu pendant une bonne partie du siècle passé une croissance exponentielle, ce qui en fait l'exemple type de la *grande accélération*. Cette augmentation permise par le procédé Haber-Bosch, est le facteur principal du

²³⁹ Pour une présentation plus détaillée à la fois des principes physiques en jeu et de l'histoire de la découverte du procédé Haber-Bosch, voir *Ibid.*, p. 61 - 82.

²⁴⁰ Bien qu'aujourd'hui, il consomme tout de même entre 1 % et 2 % de la production énergétique mondiale.

bouleversement actuel du cycle de l'azote. En effet, alors que les engrais organiques utilisés jusque-là ne font que recycler de l'azote réactif déjà en circulation, les engrais synthétiques en sont une source totalement neuve. Ce surplus vient s'ajouter aux autres sources anthropogéniques d'azote réactif. À l'heure actuelle et par ordre d'importance, on en compte quatre :²⁴¹

1. **les engrais synthétiques** produits par le procédé Haber-Bosch. C'est la source la plus importante ;
2. **la combustion d'énergies fossiles** : étant issus de matières organiques, le charbon et le pétrole contiennent nécessairement des quantités d'azote qui sont oxydées lors de la combustion ;
3. **la culture d'espèces fixatrices d'azote**, surtout les légumineuses, produit de l'azote anthropogénique ;
4. **les autres formes de libération d'azote**, par la prise de contrôle de surfaces : déforestation, cultures sur brûlis, assèchement de marais, etc. Il s'agit principalement de combustion de biomasse.

Il y a un peu plus d'un siècle, en 1890, l'humanité fixait environ 15 Tg²⁴²/année d'azote réactif, au moyen unique des cultures de légumineuses.²⁴³

²⁴¹ Peter M. Vitousek, John D. Aber, Robert W. Howarth, Gene E. Likens, Pamela A. Matson, David W. Schindler, William H. Schlesinger et David G. Tilman, « Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences », *Ecological applications*, 1997, vol. 7, n° 3, p. 737–750 ; Bess Ward, « The Global Nitrogen Cycle » dans Andrew H. Knoll, Donald E. Canfield et Kurt Konhauser (éds.), *Fundamentals of geobiology*, Oxford, Wiley-Blackwell, 2012, p. 39.

²⁴² 1 Tg, ou téra gramme, vaut 10¹² grammes et équivaut à une mégatonne (Mt), ou million de tonnes.

²⁴³ Voir aussi. James N. Galloway, Frank J. Dentener, Douglas G. Capone, Elizabeth W. Boyer, Robert W. Howarth, Sybil P. Seitzinger, Gregory P. Asner, Cory C. Cleveland, P. A. Green, Elizabeth A. Holland, D. M. Karl, A. F. Michaels, J. H. Porter, A. R. Townsend et C. J. Vöosmarty, « Nitrogen Cycles: Past, Present, and Future », *Biogeochemistry*, septembre 2004, vol. 70, n° 2, p. 153-226.

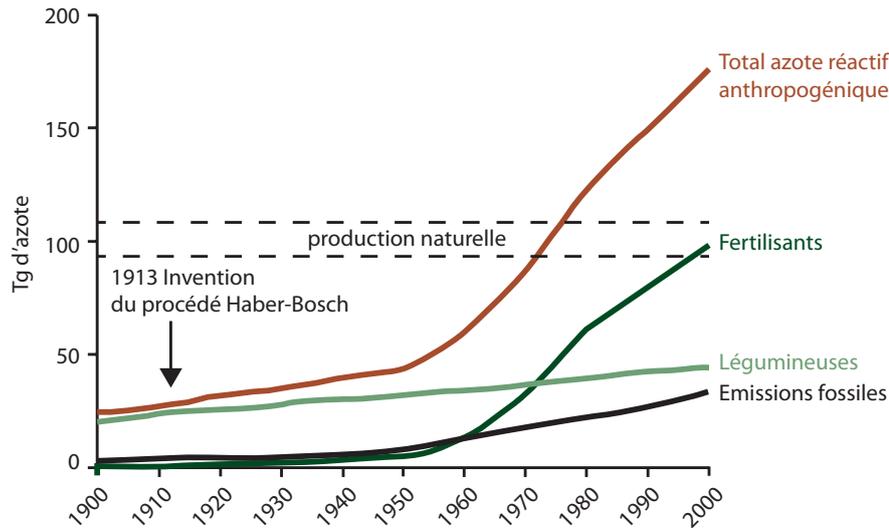


Figure 14 Sources d'azote anthropogénique, au cours du XX^e siècle. Source: Kaiser 2001.

Un siècle plus tard, cette production a décuplé, puisque la production anthropogénique atteint les 156 Tg. De ce total, 40 Tg sont désormais fixés au moyen des légumineuses. À cela s'ajoutent les quelque 85 Tg/année d'azote réactif produits par le procédé Haber-Bosch. Enfin, la combustion fossile en libère aussi une quantité de l'ordre de 24.5 Tg/année.

Ces chiffres prennent leur signification lorsque l'on sait que la production biologique terrestre totale est de l'ordre de 100 Tg /année. Autrement dit, l'humanité extrait désormais plus d'azote réactif que le reste de la nature. Selon Galloway et Cowling, ce cap a été franchi dès 1965.²⁴⁴ La conclusion en est que le cycle de l'azote n'est plus sous contrôle biologique, mais humain.²⁴⁵ Un changement de tendance est des plus improbables pour le XXI^e siècle, puisqu'au contraire la dépendance aux engrais synthétiques s'accroît.

²⁴⁴ J. Galloway et E. Cowling, « Reactive nitrogen and the world », art cit, p. 67 ; Les données de Jocelyn Kaiser confirment cette estimation. Jocelyn Kaiser, « The other global pollutant: nitrogen proves tough to curb », *Science*, 2001, vol. 294, n° 5545, p. 1268-1269.

²⁴⁵ Cette affirmation est tempérée si on prend en compte la production océanique mais n'est pas invalidée pour autant, car les systèmes océaniques et terrestres interagissent peu dans le cas de l'azote.

Tableau 1 Flux majeurs du cycle de l'azote, en Tg. Sources : Galloway et Cowling, 2002 pour 1890, et Knoll, Canfield et Konhauser, 2012, p. 38, pour 2010. Le rapprochement de deux sources montre les incertitudes liées à l'estimation des flux. Il n'y a pas de raison à ce que la production liée aux éclairs ait changé. Et Galloway insiste sur le fait que la fixation au niveau terrestre naturel a décru, ce qui n'apparaît pas ici. Les champs vides indiquent un manque de données.

Fixation de l'azote	1890	2010
Terrestre naturel	100	107
Océanique naturel		110-158
Culture de légumineuses	15	31,5
Fertilisants	0	100
Combustion fossiles	0,6	24,5
Volcans		5
Eclairs	5	21

III.3.3.5 La dépendance humaine à l'azote.

La domination du cycle de l'azote a pour contrepartie une dépendance alimentaire invraisemblable à l'industrie de l'ammoniac, qui s'incarne dans des centaines d'usines aux proportions souvent gigantesques. Selon Vaclav Smil, la moitié de l'azote que nous consommons provient d'engrais synthétiques, et sans eux, deux cinquièmes de la population mondiale actuelle n'existerait pas.²⁴⁶ Comment une telle dépendance a-t-elle pu s'installer aussi rapidement ? Une partie de la réponse se trouve dans l'augmentation rapide de la population, mais les choix agricoles du XX^e siècle expliquent aussi la situation actuelle.

Les systèmes agraires contemporains sont basés sur une utilisation intensive et massive d'engrais. Si, on arrêta d'en appliquer, sans rien changer d'autre, la sanction en serait que les récoltes seraient divisées par deux. Cela implique que, pour nourrir l'humanité, il faudrait à la place doubler les surfaces agricoles.

Mais cela ne veut pas dire que sans engrais, la moitié de la population humaine mourrait de faim. Les agrosystèmes actuels sont calibrés pour l'utilisation intensive d'engrais. Il est normal que si on en retire une composante centrale, ils fonctionnent moins bien. Les variétés qui sont actuellement cultivées ont été sélectionnées en fonction de leur capacité à assimiler des concentrations toujours plus grandes d'azote. En effet, les céréales qui poussaient il y a un siècle auraient été incapables d'emmagasiner les quantités de nitrates qui sont désormais appliqués sur les champs.

²⁴⁶ V. Smil, *Enriching the earth, op. cit.*, p. xv.

Mais d'autres techniques agricoles, qui emploient d'autres variétés existent. Cela pose la question centrale : est-il désormais seulement possible de se passer des engrais synthétiques ?

Trois pistes sont avancées pour réduire leur usage : la question du rendement, la question du mode de vie, plus précisément des choix diététiques, et enfin celle des modes de production alternatifs.

La première piste, la question du rendement, se pose quand on sait que de nombreux pays produisent pour plus de 50 kg d'azote par habitant et par année²⁴⁷, alors que les besoins d'un adulte ne sont que de deux 2 kg/an. La raison de cette différence est que les cultures ne peuvent absorber qu'une partie des engrais appliqués sur les champs. Il est dans la nature du cycle que l'azote circule, et par conséquent une partie des engrais appliqués sur les champs est perdue pour les cultures et se dissémine dans l'écosystème. L'utilisation d'engrais sans égard pour l'environnement appartient à une époque, espérons-le, révolue et de larges gains d'efficacité ont été obtenus grâce à la méthode agricole appelée *production intégrée*. Le but de cette dernière est de réguler et limiter l'usage des engrais. Mais malheureusement, les pertes seront toujours inévitables.

La seconde piste est celle du régime alimentaire. Pourrait-on se passer d'engrais, si nous devenions tous végétariens ? C'est un fait que la production d'une protéine animale demande bien plus de surface agricole que pour une protéine végétale. Si l'on considère les pays occidentaux, l'introduction des engrais synthétiques a permis des changements alimentaires importants. Cela s'est traduit avant tout par une consommation accrue de viandes et de produits laitiers, et s'est fait au détriment des légumineuses, dont la consommation a fortement chuté.

Smil estime ainsi que si les États-Unis réduisaient leur consommation carnée d'un tiers, cela diminuerait leurs besoins en engrais d'un quart.²⁴⁸ Selon lui, l'utilisation des engrais n'est pas une nécessité existentielle pour les pays développés, dont l'agriculture est suffisamment robuste pour garantir un approvisionnement en protéines. C'est grâce aux surplus de rendement des engrais que ces sociétés peuvent se permettre un régime alimentaire aussi carné. On ne peut cependant pas généraliser cette conclusion à tous les pays du monde.

²⁴⁷ La moyenne mondiale est de 13 kg par habitant et par année.

²⁴⁸ V. Smil, *Enriching the earth*, op. cit., p. 165.

Pour certains pays comme la Chine, la dépendance est existentielle : elle n'est pas la conséquence d'un choix alimentaire, mais le moyen de sécuriser une subsistance pour tous. Comment ces pays, qui ont tous une agriculture millénaire, ont-ils pu devenir à tel point dépendants des engrais synthétiques ?

En ce qui concerne la Chine, l'explication se trouve dans l'histoire récente. Une décennie après la prise de pouvoir du parti communiste, Mao Zedong lance en 1958 la politique économique du *grand bond en avant*, censée être un moyen de modernisation rapide de l'économie. Pour Mao, moderniser veut dire industrialiser, et le succès d'un tel projet se mesure en tonnes d'acier produites. Pour cela, des millions de paysans sont forcés de quitter leur terre pour fournir la main-d'œuvre nécessaire à l'industrie. Pour pallier le manque agricole, l'agriculture est réorganisée, c'est-à-dire collectivisée. Le résultat est catastrophique, et mène à la plus grande famine de l'histoire de l'humanité, qui s'est étendue de 1959 à 1961. Devant l'ampleur du désastre, Liu Shaoqi et Deng Xiaoping s'opposent directement à Mao Zedong et parviennent à faire acheter à la Chine cinq usines anglaises de production d'ammoniac. Mais Mao ne leur pardonne pas. Ils seront des victimes de la *révolution culturelle*, qui sévit à partir de 1966. Durant cette dernière réforme, le pays plonge dans l'anarchie, mais voit aussi la population s'accroître de manière rapide²⁴⁹, puisqu'elle passe de 660 millions en 1961 à 870 millions en 1972. Le seul moyen à disposition pour nourrir ce surplus de population est alors de recourir massivement et rapidement aux engrais. Cela explique que deux tiers de l'azote consommé en Chine proviennent de la synthèse de l'ammoniac. C'est la raison pour laquelle la Chine ne peut se passer d'engrais synthétiques, même si le pays se convertissait aujourd'hui dans son ensemble à un régime végétarien frugal. Sans engrais, la production agricole ne pourrait plus nourrir la population du pays. La Chine n'est pas un cas isolé. D'après Smil,

à l'exception du Nigéria, la production moyenne de protéine par hectare dépasse actuellement le maximum de ce qui peut être produit par l'agriculture traditionnelle dans les dix pays à bas revenus les plus peuplés du monde, et une agriculture sans

²⁴⁹ Pour une raison qui reste inconnue à l'auteur.

fertilisants ne pourrait pas produire suffisamment de nourriture même si les populations de ces pays étaient prêtes à subsister de façon purement végétarienne.²⁵⁰

Ces limites jettent une ombre sur la troisième piste, celle des modes de production alternatifs. Les systèmes agraires qui ne font pas appel à des engrais synthétiques, comme l'agroécologie²⁵¹ ou la perma-culture²⁵², sont parfois présentés comme un moyen plus écologique de nourrir la planète.²⁵³ Il est malheureusement difficile de trouver des chiffres dans la littérature concernant leur productivité, en particulier en lien avec l'apport en protéines, mais il est acquis que ces modes de productions alternatifs ont du retard en termes de rendement.²⁵⁴ Alternativement, pour certains, le Graal de l'agronomie serait d'avoir des variétés de céréales capables de la même symbiose avec les bactéries *Rhizobium* que les légumineuses. Plusieurs recherches sont en cours pour produire des céréales génétiquement modifiées capables de cet exploit, mais cela relève pour l'heure plus du fantasme technophile que d'une réalité.²⁵⁵

²⁵⁰ V. Smil, *Enriching the earth*, op. cit., p. 172.

²⁵¹ Hélène Hollard, Bénigne Joliet et Marie-Christine Favé, *L'agroécologie: une réponse locale et globale*, Paris, Sang de la terre, 2015.

²⁵² Bill Mollison et David Holmgren, *Perma-culture 1*, traduit par Dominique Soltner, Condé-sur-Noireau, Ch. Corlet, 2015 [1978].

²⁵³ Marie-Monique Robin, *Les moissons du futur: comment l'agroécologie peut nourrir le monde*, Paris, la Découverte, 2012. Voir aussi son documentaire télévisuel homonyme.

²⁵⁴ Miguel Altieri donne par exemple des rendements en kg / hectare. Miguel A. Altieri, « Applying agroecology to enhance the productivity of peasant farming systems in Latin America », *Environment, Development and Sustainability*, 1999, vol. 1, n° 3-4, p. 197-217 ; Selon un article de 2015, l'écart de rendement entre agriculture traditionnelle et agroécologie tendrait à se resserrer, mais sans que des chiffres soient avancés. Lauren C. Ponisio, Leithen K. M'Gonigle, Kevi C. Mace, Jenny Palomino, Perry de Valpine et Claire Kremen, « Diversification practices reduce organic to conventional yield gap », *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2015, vol. 282, n° 1799.

²⁵⁵ Frank B. Dazzo, Youssef G. Yanni, Rizk Rizk, M. Zidan, Abu-Bakr M. Gomaa, Andrea Squartini, Yu-Xiang Jing, Feng Chi et Shi-Hua Shen, « Recent Studies on the *Rhizobium*-Cereal Association » dans Yi-Ping Wang, Min Lin, Zhe-Xian Tian, Claudine Elmerich et William E. Newton (éds.), *Biological Nitrogen Fixation, Sustainable Agriculture and the Environment*, Dordrecht, Springer, 2005, p. 379-380.

Pour nourrir la population mondiale, il est donc impossible à l'heure actuelle de se passer d'engrais synthétiques. Un mode d'alimentation moins carné allégerait la dépendance au procédé Haber-Bosch, mais ne la supprimerait pas. Or, nous allons voir à présent que l'injection massive d'azote réactif a des répercussions importantes sur l'environnement.

III.3.3.6 Où va tout cet azote ?

L'utilisation d'engrais synthétiques, ainsi que la fixation biologique naturelle constituent la première moitié du cycle de l'azote, qu'on appelle nitrification. Elle transforme le diazote atmosphérique en nitrates qui s'accumulent dans le sol et les eaux. Dans le cycle naturel, ce passage du diazote vers les nitrates se fait en plusieurs étapes, qui font à chaque fois intervenir des bactéries spécialisées. L'azote passe ainsi par la forme ammoniac, puis devient nitrites avant de terminer en nitrates. C'est sous cette dernière forme que les plantes peuvent l'assimiler, et la plupart des engrais sont composés de nitrates.

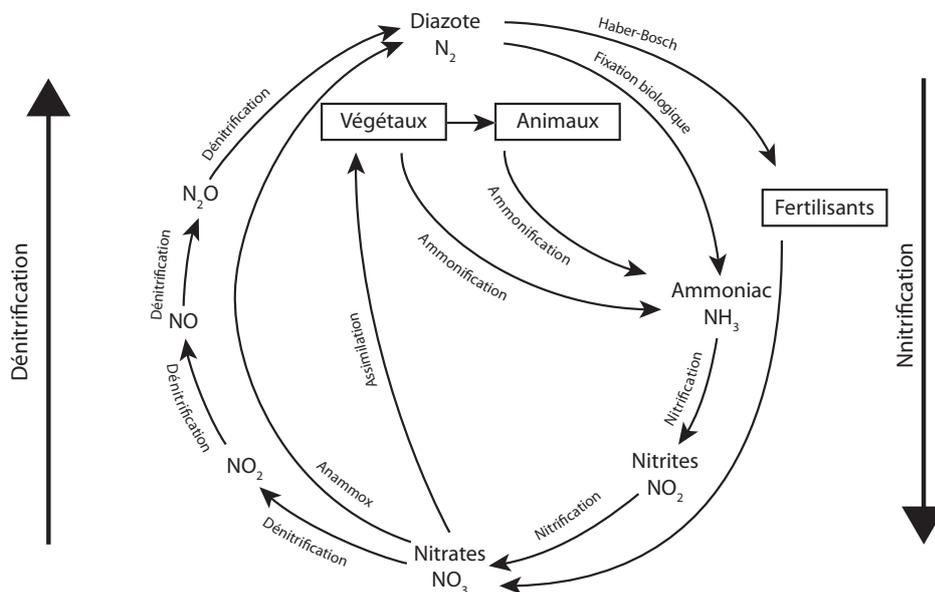
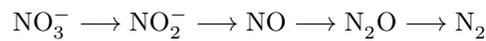


Figure 15 Le cycle de l'azote, montrant les principales formes inorganiques de l'élément. L'intervention humaine au moyen de fertilisants est présentée sur la droite. Source : Ward in Knoll et al., 2012, p. 41. (Modifié).

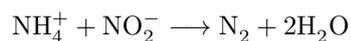
La seconde partie du cycle s'appelle dénitrification. Après une succession d'étapes, elle libère à nouveau dans l'atmosphère l'azote contenu dans les nitrates dans l'atmosphère. Ce sont de nouveau des bactéries spécialisées qui en sont responsables. Les dénitrificateurs peuvent utiliser les nitrates comme un substitut

respiratoire. Ces bactéries respirent de l'oxygène quand il est présent, mais se servent de nitrates quand il fait défaut. Dans une longue séquence, où elles capturent à chaque fois un atome d'oxygène, elles respirent successivement les nitrates, nitrites, le monoxyde d'azote, le protoxyde d'azote, pour finir par relâcher du diazote dans l'air.



Une dénitrification complète suit cette séquence de bout en bout, avec comme bilan de ramener l'azote sous sa forme inerte dans l'atmosphère. L'avant-dernière étape, qui produit du protoxyde d'azote (N_2O), ou gaz hilarant, en est un passage obligé. Lorsque la dénitrification est incomplète, ce qui arrive en cas d'abondance d'azote, le protoxyde d'azote s'accumule et finit par entrer dans l'atmosphère. Malheureusement, il s'agit d'un gaz à effet de serre 298 fois plus puissant que le CO_2 , et qui reste longtemps dans l'atmosphère. Il ne s'agit pas d'un phénomène marginal, puisque le protoxyde d'azote représente environ 8 % des sources anthropogéniques contribuant au réchauffement climatique durant le siècle à venir.

Il existe une seconde filière de dénitrification, appelée oxydation anaérobie d'ammoniac, ou *anammox*. Elle est faite par des bactéries appelées planctomycètes, qu'on trouve dans les eaux douces, ou les terrains saumâtres. Elle consiste à oxyder de l'ammoniac avec des nitrites, pour produire du diazote et de l'eau.



Normalement, il existe un équilibre entre les différentes parties d'un cycle. Dans le cas contraire, le cycle ne peut pas fonctionner à long terme. Dans le cas de l'azote, il faut ainsi que sur le long terme, les flux de nitrification et de dénitrification s'équilibrent. L'enjeu est majeur pour le monde de la vie, car si les dénitrificateurs étaient plus efficaces, ils priveraient les plantes de nitrates, ce qui leur serait fatal. Mais l'équilibre n'est et ne doit pas toujours être respecté. Il se produit alors des formes d'accumulation au sein d'un des réservoirs, et c'est ce que l'on observe actuellement avec les nitrates. Un excès de nitrates ne signifie pas une prolifération des dénitrificateurs, comme on pourrait le penser. Ainsi, les dénitrificateurs semblent ne pas être capables de gérer le rythme plus soutenu de création d'azote réactif, et c'est ainsi que ce dernier s'accumule dans les différents compartiments de l'environnement, c'est-à-dire dans les sols et les eaux. Les connaissances sont encore

lacunaires concernant cette accumulation, en partie dû au fait que l'azote ne reste pas simplement sous forme de nitrate, mais circule constamment sous différentes formes dans ce qu'on nomme la cascade de l'azote.²⁵⁶

III.3.3.7 Les conséquences de la perturbation du cycle de l'azote.

Mais les conséquences sont visibles. À première vue, l'introduction d'azote réactif est une bénédiction pour les écosystèmes. Comme ce nutriment est une ressource rare, sa profusion implique une productivité végétale accrue. Mais il en résulte l'eutrophisation, premier problème identifié lié à l'usage de fertilisants. Lorsque les nitrates²⁵⁷ enrichissent les cours d'eau, les lacs et les zones côtières à partir des sols, cela induit une prolifération d'algues dont la décomposition consomme ensuite tout l'oxygène de l'eau et tue ainsi la faune qui s'y trouvait par hypoxie. Mais il ne s'agit là que de la pointe de l'iceberg du problème de l'azote réactif.

Le second problème est que l'azote réactif déstabilise les écosystèmes. L'augmentation de la productivité végétale qui suit l'ajout de nitrates n'est que de courte durée. Des formes de saturation apparaissent ensuite, suivies par une série de déstabilisations et un déclin de l'écosystème. Les espèces fixatrices d'azote perdent en effet leur utilité et peuvent même disparaître, ainsi que les végétaux qui entrent en symbiose avec elles. La perte de biodiversité ne se limite d'ailleurs pas à ces espèces. Les engrais chimiques ont une influence néfaste sur le réseau alimentaire du sol, puisqu'ils détruisent des portions entières de celui-ci. Les engrais sont des sels, qui pompent l'eau des bactéries, des champignons, des protozoaires et des nématodes.²⁵⁸ Ainsi, un sol enrichi en engrais verra sa vie souterraine diminuer, alors que cette dernière contribuait à l'enrichir.

La prolifération d'azote modifie le milieu et contribue ainsi à modifier la composition d'un écosystème. Il acidifie par ailleurs les sols et les eaux. Dans les

²⁵⁶ J. Galloway et E. Cowling, « Reactive nitrogen and the world », art cit, p. 67-68.

²⁵⁷ Ou par ces autres nutriments minéraux que sont les phosphates, ou le potassium.

²⁵⁸ Jeff Lowenfels et Wayne Lewis, *Collaborer avec les bactéries et autres micro-organismes*, traduit par Jean-René Dastugue, Rodez, Editions du Rouergue, 2008, p. 26.

forêts tempérées²⁵⁹, des espèces invasives, grandes consommatrices d'azote, supplantent les espèces existantes, du fait d'un avantage compétitif nouveau.

Si les nitrates sont un nutriment pour les végétaux, leur présence excessive dans l'air et l'eau est un toxique pour l'homme. L'excès de présence d'azote réactif est lié à des maladies respiratoires, cardiaques et à différentes formes de cancers.²⁶⁰ Les changements écosystémiques qu'il induit favorisent aussi la propagation de la malaria et du choléra.

Enfin, c'est la saturation des sols en azote qui provoque la dénitrification incomplète, ce qui produit des gaz à effet de serre sous forme de protoxydes d'azote.

Le problème le plus grave est peut-être dans les niveaux d'incertitudes qui existent autour du cycle de l'azote. Bien que le phénomène prenne une ampleur inédite, on ne sait pas prédire aujourd'hui avec une certitude suffisante quelles conséquences à long terme vont engendrer une saturation globale de l'azote.²⁶¹

III.3.3.8 Une expérience de géophysique à grande échelle.

La description des perturbations du cycle du carbone et de l'azote sont similaires sur plusieurs points et montrent une certaine similarité.

Dans les deux cas, la perturbation résulte d'une intensification des flux du cycle par l'introduction massive d'un élément. Dans le cas du carbone, il s'agit de gaz carbonique et de méthane dans l'atmosphère. Dans le cas de l'azote, des différentes formes d'azote réactif dans les sols et les eaux.

Dans les deux cas, le cycle est incapable de traiter rapidement ce surplus, ce qui résulte en une accumulation. Dans le cas du carbone l'accumulation se fait dans

²⁵⁹ John Aber, William McDowell, Knute Nadelhoffer, Alison Magill, Glenn Berntson, Mark Kamakea, Steven McNulty, William Currie, Lindsey Rustad et Ivan Fernandez, « Nitrogen saturation in temperate forest ecosystems », *BioScience*, 1998, p. 921-934.

²⁶⁰ Alan R. Townsend, Robert W. Howarth, Fakhri A. Bazzaz, Mary S. Booth, Cory C. Cleveland, Sharon K. Collinge, Andrew P. Dobson, Paul R. Epstein, Elisabeth A. Holland, Dennis R. Keeney, Michael A. Mallin, Christine A. Rogers, Peter Wayne et Amir H. Wolfe, « Human health effects of a changing global nitrogen cycle », *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1 juin 2003, vol. 1, n° 5, p. 240-246.

²⁶¹ N. van Breemen, E. W. Boyer, C. L. Goodale, N. A. Jaworski, K. Paustian, S. P. Seitzinger, K. Lajtha, B. Mayer, D. van Dam, R. W. Howarth, K. J. Nadelhoffer, M. Eve et G. Billen, « Where did all the nitrogen go? Fate of nitrogen inputs to large watersheds in the northeastern U.S.A. », *Biogeochemistry*, avril 2002, vol. 57-58, n° 1, p. 267-293.

l'atmosphère, les océans et les continents. Dans le cas de l'azote, les réservoirs sont les sols, la biosphère et les réseaux hydriques. Dans les deux cas, les perturbations sont telles que certains se demandent à quel moment le système basculera.²⁶²

Mais il y a aussi des différences. Le cycle du carbone est bien moins perturbé que celui de l'azote. En 2012, les émissions fossiles ont injecté 6 Gt de carbone dans l'atmosphère. Bien que loin d'être négligeables, ces montants restent faibles en comparaison des 100 Gt échangés entre l'atmosphère et l'océan et des 100 Gt assimilés par la photosynthèse. Pour l'azote, au contraire, la production humaine excède la production naturelle depuis des décennies. À cette échelle, il n'est plus approprié de parler de *perturbation* d'un cycle, mais plutôt de *contrôle* ou de *domination*. On est bien plus proche d'une *expérience géophysique à grande échelle*, comme l'avait définie Roger Revelle et Hans Suess en parlant, à l'époque, des émissions fossiles.²⁶³ En effet, comme nul autre, le cycle de l'azote a été mis au service de l'homme, de manière intentionnelle et pour son bénéfice. On pourrait se demander si, au travers du procédé Haber-Bosch, on n'assiste pas à la première expérience consciente et soutenue de géo-ingénierie.

Certes, dans sa définition actuelle, le mot renvoie à quelque chose de différent. Il s'agit de la « manipulation délibérée à large échelle de l'environnement planétaire dans le but de contrecarrer le changement climatique anthropogénique »²⁶⁴. On nomme ainsi les tentatives spéculatives qui visent à contrôler la surface moyenne de la Terre, que ce soit avec des techniques de captation de carbone, d'émissions de soufre dans la stratosphère, ou même en voulant peindre les montagnes ou les villes en blanc. Comment ne pas voir dans cette définition de la géo-ingénierie la compréhension réductrice du changement global comme un enjeu exclusivement

²⁶² A.D. Barnosky, E.A. Hadly, J. Bascompte, E.L. Berlow, J.H. Brown, M. Fortelius, W.M. Getz, J. Harte, A. Hastings, P.A. Marquet et others, « Approaching a state shift in Earth's biosphere », art cit ; J.N. Galloway, F.J. Dentener, D.G. Capone, E.W. Boyer, R.W. Howarth, S.P. Seitzinger, G.P. Asner, C.C. Cleveland, P.A. Green, E.A. Holland, D.M. Karl, A.F. Michaels, J.H. Porter, A.R. Townsend et C.J. Vöosmarty, « Nitrogen Cycles », art cit.

²⁶³ Roger Revelle et Hans Suess, « Carbon Dioxide Exchange Between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades », *Tellus*, 1957, vol. 9, n° 1, p. 18-27.

²⁶⁴ The Royal Society, *Geoengineering the climate science, governance and uncertainty*, Londres, Royal Society, 2009, p. 1.

climatique ? Il n'est pourtant pas extravagant de soutenir qu'une expérience géophysique à grande échelle, intentionnelle et basée sur des compétences en sciences de l'ingénierie mérite de plein droit l'appellation de géo-ingénierie.

Si les inquiétudes concernant les émissions de CO₂ sont légitimes, celles autour du cycle de l'azote devraient l'être tout autant. S'il est possible de produire de l'énergie sans émettre de gaz carbonique, il n'est pas possible de faire pousser un légume ou une céréale sans azote. Il n'y a aucun substitut aux nutriments minéraux. La dépendance mondiale croissante au procédé Haber-Bosch pose donc directement la question d'une déstabilisation de son cycle.

III.3.4 LA NOTION DE LIMITE PLANETAIRE.

Outre ceux du carbone et de l'azote, d'autres cycles globaux, comme celui du fer ou de l'eau, subissent également des perturbations importantes. La situation du cycle du phosphore ressemble à celle de l'azote. Comme pour ce dernier, l'extraction du phosphate a mené à un doublement de ses flux. Mais contrairement à l'azote, le phosphore est un minéral qui doit être extrait et dont la ressource est limitée.

Un autre cycle qui subit une grande pression est celui du soufre. La cause en est la combustion de charbon, qui entraîne des changements très importants de la concentration d'aérosols dans l'atmosphère. Auparavant régulées par l'activité volcanique et les émissions de sulfure de diméthyle (DMS) du phytoplancton marin, le cycle suit à présent les émissions anthropogéniques, qui est venu décupler les émissions volcaniques.²⁶⁵ Or, les aérosols de soufre jouent un rôle de refroidisseur, puisqu'ils reflètent les rayons solaires. Et cet effet vient contrecarrer, ou plutôt masquer, en partie les perturbations du cycle du carbone. Le soufre ne nous sauvera pas du gaz carbonique, car le répit obtenu n'est que de courte durée. Contrairement au gaz carbonique, les aérosols ne restent que peu de temps dans l'atmosphère.

L'énumération des actions perturbatrices d'origine humaine peut ainsi s'égrener longtemps. Elles ont atteint une ampleur suffisante pour altérer le fonctionnement planétaire de plusieurs manières. Et de fait, les dernières décennies ont connu trois alertes importantes dans le fonctionnement du Système Terre : le trou dans la couche

²⁶⁵ Daniel P. Schrag, « Geobiology of the Anthropocene » dans Andrew H. Knoll, Donald E. Canfield et Kurt Konhauser (éds.), *Fundamentals of geobiology*, Oxford, Wiley-Blackwell, 2012, p. 430.

d'ozone, le changement climatique et l'érosion de la biodiversité. Mais il est difficile d'avoir une vue d'ensemble de l'état de la planète, puisque chaque question est toujours traitée de façon isolée. Ne pourrait-on pas regrouper les principaux domaines perturbés par l'action humaine, comme le cycle de l'azote, le cycle du carbone, les menaces sur la biodiversité, etc. et les considérer *ensemble*, de manière à surveiller les processus planétaires critiques ?

C'est l'idée des *limites planétaires*, avancée par des figures majeures travaillant sur le changement global comme Johan Rockström, Robert Costanza, Will Steffen, Paul Crutzen ou encore James Hansen. Dans un article paru en 2009, intitulé « Limites planétaires : l'exploration d'un espace sûr pour l'humanité »²⁶⁶, il est présenté une analyse du risque pour neuf processus ou domaines du Système Terre considérés comme critiques.²⁶⁷ On y retrouve les principaux aspects de l'emprise humaine comme les changements du cycle du carbone, de l'azote, ou encore de la biosphère.

Ce que les limites planétaires cherchent à déterminer, c'est à quel point les perturbations humaines peuvent déstabiliser le Système Terre sur une échelle planétaire. La détermination des capacités de résilience de la planète est la seconde préoccupation de la notion de limite.

Pour cela, chacun des neuf domaines reçoit une variable de contrôle, dont la valeur doit permettre de juger de l'état de « santé » du processus. Dans une

²⁶⁶ Johan Rockström, Will Steffen, Kevin Noone, Åsa Persson, F. Stuart III Chapin, Eric Lambin, Timothy M. Lenton, Marten Scheffer, Carl Folke, Hans Joachim Schellnhuber, Björn Nykvist, Cynthia A. de Wit, Terry Hughes, Sander van der Leeuw, Henning Rodhe, Sverker Sörlin, Peter K. Snyder, Robert Costanza, Uno Svedin, Malin Falkenmark, Louise Karlberg, Robert W. Corell, Victoria J. Fabry, James Hansen, Brian Walker, Diana Liverman, Katherine Richardson, Paul J. Crutzen et Jonathan Foley, « Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity », *Ecology and Society*, 2009, vol. 14, n° 2, p. 32.

²⁶⁷ Une version révisée est parue en 2015, dont la terminologie est reprise ici. Will Steffen, K Richardson, J Rockstrom, S. E Cornell, I Fetzer, E. M Bennett, R Biggs, S. R Carpenter, W de Vries, C. A de Wit, C Folke, D Gerten, J Heinke, G. M Mace, L. M Persson, V Ramanathan, B Reyers et S Sörlin, « Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet », *Science*, 2015, vol. 347, n° 6223.

application très directe des principes systémiques, les scientifiques cherchent d'abord à déterminer pour chaque variable où se situent les seuils critiques. On s'en souvient, ces seuils sont ceux où le processus change radicalement de comportement et établit un équilibre nouveau.

Une fois que ces seuils dangereux sont déterminés, il est possible de fixer les limites planétaires, à une distance de sécurité des seuils. « Les limites [...] sont un ensemble de variables de contrôles déterminées par l'homme et mises à une distance « sûre » des niveaux dangereux (pour les processus qui n'ont pas de seuil connu au niveau continental ou global) ou du seuil global. »²⁶⁸ La marge entre la limite et le seuil critique est justifiée par des considérations de prudence. Il est en l'état très difficile de déterminer avec précision les seuils critiques du fait de connaissances encore très lacunaires dans le fonctionnement de ces systèmes complexes. C'est pourquoi la zone d'incertitude autour du seuil critique peut être très grande.

Une fois que les limites planétaires sont connues, il est possible de dire pour chaque domaine si son état actuel est sûr, incertain ou dangereux, en fonction de la proximité de sa variable de contrôle avec sa limite.

²⁶⁸ J. Rockström, W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S.I. Chapin, E. Lambin, T.M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H.J. Schellnhuber, B. Nykvist, C.A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P.K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R.W. Corell, V.J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P.J. Crutzen et J. Foley, « Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity », art cit.

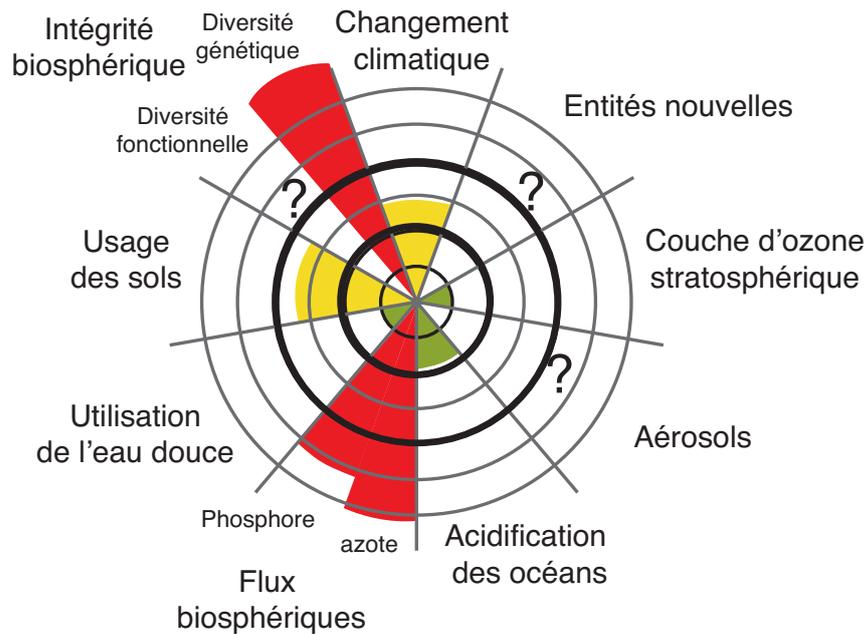


Figure 16 Les neuf limites planétaires, en 2015. La couleur verte indique les domaines qui sont dans une zone sûre. La zone jaune indique une zone d'incertitude et la zone rouge à haut risque. Trois domaines n'ont pas de variable de contrôle associé et ne peuvent être quantifiés. Source : Steffen et al., 2015.

L'enjeu des limites planétaires est de vouloir garantir « un espace fonctionnel sûr pour l'humanité basé sur les processus biophysiques intrinsèques qui régulent la stabilité du Système Terre »²⁶⁹. En fixant ces limites, les scientifiques espèrent ainsi éviter le franchissement d'un seuil critique irréversible.

Les deux premières limites sont liées au cycle du carbone. Il s'agit du *changement climatique* (1), suite à l'émission de gaz carbonique, suivie par son absorption marine qui provoque l'*acidification des océans* (2).

La troisième limite concerne l'état de *la couche stratosphérique d'ozone* (3). Il est encore question de l'atmosphère pour la quatrième limite qui concerne *les aérosols* (4). Comme nous l'avons vu, ils jouent un rôle dans la formation des nuages. Ils influencent ainsi les précipitations et plus généralement le cycle de l'eau. On suppose d'ailleurs que les aérosols jouent un rôle important dans le déroulement de la mousson. Les aérosols ont par ailleurs un impact sérieux sur la santé humaine. Enfin, du fait qu'ils produisent des nuages, ils ont une influence non négligeable sur le bilan

²⁶⁹ W. Steffen, K. Richardson, J. Rockstrom, S.E. Cornell, I. Fetzer, E.M. Bennett, R. Biggs, S.R. Carpenter, W. de Vries, C.A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G.M. Mace, L.M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers et S. Sorlin, « Planetary boundaries », art cit, p. 1259855-1.

radiatif global. La concentration des aérosols dans l'atmosphère a doublé depuis l'ère préindustrielle.

La cinquième limite traite des questions de pollution. Elle s'intitule *entités nouvelles* (5) et elle prend en compte les substances d'origine synthétique qui sont introduites dans l'environnement dont l'effet biologique ou géophysique est indésirable. Le nombre de ces substances artificielles qui circule au niveau mondial dépasse les 100'000 et la dissémination en grandes quantités de ces substances fait craindre un risque systémique.²⁷⁰

La *déstabilisation des grands cycles* (6), à l'exception de celui du carbone, est la limite suivante. Elle se subdivise pour l'instant en deux sous-limites, celle du cycle de l'azote et celle du cycle du phosphore.

La septième limite considère l'appropriation humaine de la surface terrestre. *Les changements d'usage des sols* (7) mérite une limite pour son rôle déstabilisateur de la biodiversité. Souvent perçue comme un problème régional, l'appropriation humaine des sols représente pourtant un risque systémique important, en particulier pour la biodiversité.

L'utilisation globale de l'eau douce (8) est un autre aspect du contrôle terrestre humain. L'eau douce est globalement sous contrôle humain, principalement au travers de sa gestion planétaire des rivières. Or d'une part, ces flux sont une partie du cycle de l'eau, et de l'autre, ils sont essentiels aux écosystèmes terrestres et marins.

Enfin la dernière limite décrit l'état ou *l'intégrité de la biosphère* (9). Comme pour la limite des cycles biogéochimiques, elle se subdivise en deux sous-limites ; la première mesure *la diversité génétique*, qui détermine le potentiel de la vie à évoluer lors de changements graduels ou brusques. La seconde mesure *la diversité fonctionnelle*, c'est-à-dire la capacité de la biosphère à contribuer au fonctionnement du Système Terre.

À ce jour, de nombreuses connaissances manquent pour pouvoir présenter un état des lieux fiable des limites planétaires. La détermination des seuils critiques est hasardeuse. Mais il y a pire. Pour trois domaines, les aérosols, la diversité biologique

²⁷⁰ On peut cependant se demander si cette limite se justifie. En effet, la pollution n'est pas en soi un enjeu systémique. Les problèmes de pollution trouvent normalement une solution par dilution, sauf quand le polluant est radioactif, en quel cas, on le concentre.

fonctionnelle et les entités nouvelles, il n'a même pas été possible de définir les variables de contrôle, ce qui rend toute estimation de la limite impossible.

Il est possible de mesurer les concentrations d'aérosols à une échelle régionale, mais les variations entre les régions sont si importantes qu'une définition globale est impossible.

En ce qui concerne les entités nouvelles, on ne sait simplement pas comment définir de variable de contrôle. Enfin, il existe bien un index qui mesure la diversité biologique fonctionnelle. Mais c'est un choix temporaire, puisqu'il n'y a pas de lien clair entre le choix actuel de cette variable et le fonctionnement du Système Terre, alors même que diversité biologique fonctionnelle et Système Terre sont intimement liés.

Malgré ces manques, trois limites sont solidement étayées²⁷¹ et l'approche permet de présenter une synthèse très parlante de l'état de la planète. Sur les neuf limites, quatre sont déjà franchies. Il s'agit des cycles bio-géo-chimiques, du changement climatique, de l'utilisation des sols, et l'intégrité de la biosphère. Trois domaines se trouvent encore dans la zone sûre : l'acidification des océans, la couche d'ozone et l'usage de l'eau.

Bien que le modèle présente neuf limites distinctes, on peut remarquer qu'il ne s'agit pas de neuf variables indépendantes. Par exemple, l'acidification des océans et le changement du climat sont étroitement reliés. De même, les atteintes à l'intégrité de la biosphère, particulièrement celle de la vie microbienne, a des conséquences sur l'évolution des cycles bio-géo-chimiques. C'est cette co-dépendance des limites qui prouve à quel point elles décrivent bien un système.

Le concept des limites planétaires suscite des débats politiques nourris entre les chercheurs, le monde politique et la société civile²⁷² au sujet des questions de durabilité. En effet, si ce concept s'oppose de manière directe au modèle économique dominant, qui se base sur la croissance et dont une prémisses est un usage non restrictif des ressources de la planète, il n'est pas plus tendre envers son alternative,

²⁷¹ Le changement climatique, la couche d'ozone et l'acidification des océans.

²⁷² Victor Galaz, Frank Biermann, Carl Folke, Måns Nilsson et Per Olsson, « Global environmental governance and planetary boundaries: An introduction », *Ecological Economics*, 2012, vol. 81, p. 1–3.

le développement durable. Dans sa définition classique, issue du rapport Brundtland²⁷³, le développement durable repose sur l'approche par « trois piliers », économique, social et écologique. Il est usuel de critiquer cette approche en remarquant l'inégalité de traitement flagrante entre ces trois piliers. Si l'aspect économique prend souvent le pas sur les deux autres, le développement durable cherche au moins à en tenir compte.

Mais ce n'est pas ce déséquilibre que critique l'approche par limites. Comme l'énonce sa devise, « agir local, penser global », le développement durable est une approche fondamentalement locale, qui va donc, dans son volet environnemental, tendre à vouloir réduire les dégradations ou externalités locales. Ce que montre l'approche par limites, c'est qu'une réduction des externalités locales est inutile si en parallèle le cumul global est hors de contrôle. Ainsi, bien que l'introduction des pots catalytiques ait permis des progrès relatifs de l'environnement local, dans le même temps les émissions mondiales des gaz à effet de serre liées aux transports ont suivi une progression exponentielle.

Les limites planétaires définissent un ensemble de frontières pour l'humanité si elle entend conserver les conditions de vie et la résilience qui sont caractéristiques de l'Holocène. Pour Johan Rockström, l'initiateur du concept de limites planétaires et directeur du *Centre de la Résilience de Stockholm*, l'Holocène est le jardin d'Eden pour l'évolution de l'humanité.

Les conditions de l'Holocène ont été propices pour l'évolution sociale, avec une température globale moyenne qui est restée dans la fourchette étroite de 1 °C. Bien que la vie, dans sa diversité spectaculaire, existe depuis des millions d'années, la biosphère n'apparaît dans sa dimension contemporaine qu'à l'Holocène. [...] Les écosystèmes et les processus naturels qui permettent la formation des premières civilisations se sont cristallisés [sic] à cette ère unique, menant finalement à notre économie globalisée. Ces conditions ont permis l'émergence et l'épanouissement de l'agriculture.²⁷⁴

²⁷³ World Commission on Environment and Development, *Our common future*, Oxford, Oxford University Press, 1987.

²⁷⁴ Johan Rockström, « Bounding the Planetary Future: Why We Need a Great Transition », *Great Transition Initiative*, 2015.

Le respect des limites se base sur un argument prudentiel. Si l'Holocène présente les conditions idéales pour l'humanité, c'est surtout « le seul état du Système Terre dont nous savons avec certitude qu'il peut accueillir les sociétés humaines contemporaines. »²⁷⁵

Par contraste, l'entrée dans l'Anthropocène est le monde dans lequel nous entrons lorsque les limites sont franchies. Il est décrit comme une nouvelle Chute pour l'humanité.

L'Anthropocène pose une question nouvelle : « quelles sont les conditions planétaires non-négociables que l'humanité se doit de respecter pour éviter le risque d'un changement environnemental néfaste ou même catastrophique sur une échelle globale ? » Nous faisons une première tentative dans l'identification des limites planétaires pour les processus clés du Système Terre qui ont un seuil critique, et dont le franchissement pourrait pousser la planète hors de l'état désiré de l'Holocène.

L'interprétation systémique prédit un monde aux conditions potentiellement dangereuses, certainement instable, passablement inhospitalier et surtout inconnu. À ceux qui seraient tentés par le changement planétaire, les auteurs invoquent le principe de précaution. Il n'est pas sage de rechercher des conditions de vie substantiellement différentes de celles que nous connaissons.

Les limites planétaires fournissent ainsi une interprétation particulièrement forte de l'Anthropocène. Alors que dans l'hypothèse de l'Anthropocène précoce, les époques de l'Holocène et de l'Anthropocène en viennent presque à se confondre, elles sont ici en opposition totale.

L'Anthropocène est à éviter à tout prix et cette valorisation de l'Holocène montre à quel point il est difficile de se cantonner à un terrain factuel pour les questions écologiques. Plusieurs aspects des limites planétaires ont ainsi une teneur *normative* assez franche. Le concept même de limite est déjà normatif. Bien qu'informée scientifiquement, sa détermination est un choix social et politique, en fonction du

²⁷⁵ W. Steffen, K. Richardson, J. Rockstrom, S.E. Cornell, I. Fetzer, E.M. Bennett, R. Biggs, S.R. Carpenter, W. de Vries, C.A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G.M. Mace, L.M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers et S. Sorlin, « Planetary boundaries », art cit.

risque que les sociétés sont prêtes à courir. La normativité se lit encore lorsque le bon Holocène s'oppose au mauvais Anthropocène. Normativité enfin dans la finalité même du projet, qui est de *guider*²⁷⁶ le développement humain.

Quelle que soit la direction que prendra le développement humain, une chose est cependant sûre. La pression biophysique exercée sur le Système Terre par l'homme n'a jamais été aussi intense que maintenant. Et rien ne permet d'espérer une détente dans un horizon proche. Au contraire, tout laisse à penser que la probabilité d'un changement de régime global d'un processus essentiel augmente chaque jour.

²⁷⁶ Le titre de l'article est assez explicite. « Limites planétaires: *guider* le développement humain ». Nous soulignons. *Ibid.*

CHAPITRE IV

La conservation et l'Anthropocène

IV.1 PRESERVATION VERSUS CONSERVATION.

Les implications de l'Anthropocène ont des conséquences importantes pour la protection de la nature. Depuis plus d'un siècle, on protège des espèces et des habitats naturels de par l'exclusion de l'homme d'aires géographiques déterminées. Mais quel sens cela a-t-il encore si l'influence humaine se retrouve partout, si la « nature vierge » n'existe plus ? Comment conserver à l'ère de l'Anthropocène ?

La « conservation de la nature » a été influencée et structurée depuis un siècle par le contexte nord-américain de la fin du XIX^e siècle, et par deux hommes en particulier, qui furent d'abord amis, puis ennemis, John Muir et Gifford Pinchot.

Le premier, John Muir, est un voyageur, un fermier, et le fondateur du Sierra Club, une organisation de protection de la nature. Il est le défenseur et le chantre de la nature sauvage (*wilderness*), dans laquelle il trouve les splendeurs de la Création et aime à s'abîmer de manière mystique. Son approche *préservationniste* entend protéger la nature vierge de toute activité humaine et il compte le faire en créant des surfaces d'où l'homme est banni, sous la forme de parcs nationaux ou de réserves. Son influence a été incontestable et on lui doit la création du parc Yosemite ainsi que la protection du Grand Canyon.

Le second, Gifford Pinchot, est un forestier, formé en France à l'école de Nancy. Une fois de retour aux États-Unis, il se hisse à la tête du service des forêts nationales. Horrifié par le gaspillage des ressources forestières aux États-Unis, Pinchot entend appliquer les techniques de gestion durable qu'il a apprises en Europe. Son approche *conservationniste* ne s'oppose pas à l'exploitation des ressources naturelles, mais

seulement à leur surexploitation. Il se rend vite compte qu'une gestion intégrée des différentes ressources est nécessaire. Son approche sert donc avant tout l'intérêt général humain dans un but de conservation des ressources. C'est une forme assumée d'utilitarisme.

Muir et Pinchot commencent par collaborer autour de questions touchant à la protection des forêts et deviennent même des amis. Pour Muir, gérer la forêt de manière intégrée est un progrès en comparaison avec la situation antérieure.

Mais l'amitié entre les deux hommes se dégrade au début du XX^e siècle autour d'un projet de barrage. Située au milieu du parc Yosemite, la vallée de Hetch Hetchy doit être inondée afin d'approvisionner San Francisco en eau. Pour Muir, il s'agit d'un viol du sanctuaire de la nature, pour de pures raisons économiques. Pour Pinchot, le développement économique justifie cette entorse à la protection, et il rappelle que de nombreuses autres aires restent protégées. Après une lutte politique de plusieurs années, Pinchot l'emporte puisqu'il est décidé de construire le barrage. Muir meurt peu de temps après.

Les deux conceptions cohabitent depuis lors, entre une protection intrinsèque de la nature pour des raisons d'ordre spirituel, esthétique ou moral, et une vision utilitariste qui préfigure « le développement durable » et qui prend en compte l'intérêt humain à moyen et à long terme.

Au début du XX^e siècle, le débat gagne l'Europe. Le naturaliste suisse Paul Sarrasin demande en 1910 la création d'une commission internationale de la protection de la nature. Le premier Congrès international pour la protection de la nature se tient à Paris en 1923. L'histoire européenne mouvementée reporte à 1948 la fondation à Fontainebleau de l'Union internationale pour la protection de la nature, dont la motivation est un amalgame de préservationnisme et de conservationnisme. Mais ce dernier prend ensuite rapidement l'avantage, puisque l'UIPN se rebaptise dès 1956 en l'Union pour la conservation de la nature et des ressources naturelles.²⁷⁷

²⁷⁷ Pour plus de détails: P. Blandin, *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*, *op. cit.* ; Dominique Bourg et Augustin Fragnière, *La pensée écologique: une anthologie*, Paris, PUF, 2014, p. 703-747 ; Roderick Nash, *Wilderness and the American mind*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1982 ; Bryan G. Norton, « Conservation and Preservation », *Environmental Ethics*, 1986, vol. 8, n° 3, p. 195-220.

On pourrait penser que ce débat est une division atlantiste, entre une vision européenne gestionnaire et une vision américaine teintée par une approche transcendentaliste de la nature, il n'en est pourtant rien, puisqu'une réplique préservationniste peut venir autant du Nouveau que de l'Ancien Monde. En 1965, l'ornithologue français Jean Dorst écrit :

Mais la conservation de la nature sauvage doit aussi être défendue par d'autres arguments que la raison et nos intérêts immédiats. Un homme digne de la condition humaine n'a pas à considérer uniquement le côté utilitaire des choses [...] Quelle que soit la position métaphysique adoptée et la place accordée à l'espèce humaine dans le monde, l'homme n'a pas le droit de détruire une espèce de plante ou d'animal, sous prétexte qu'elle ne sert à rien. Nous n'avons pas le droit d'exterminer ce que nous n'avons pas créé [...] La nature ne sert à rien, disent les technocrates actuels [...] Mais le Parthénon ne sert à rien non plus [...] Notre-Dame de Paris est complètement inutile, en tout cas mal placée [...] Et pourtant l'homme, s'il s'en donnait la peine, pourrait refaire dix fois le Parthénon. Mais il ne pourra jamais [...] reconstituer les innombrables animaux des savanes africaines, issues d'une évolution qui a déroulé ses méandres sinueux au cours de millions d'années, avant que l'homme ne commence à poindre dans un obscur phylum de Primates minuscules.²⁷⁸

C'est cette même logique patrimoniale qui préside à la fondation du parc national suisse en 1914. Dans son règlement, on lit : « Le Parc National est une réserve naturelle dans laquelle la nature est entièrement soustraite à toute action ou influence humaine, et dans laquelle l'ensemble des animaux et des plantes est laissé entièrement à son développement naturel. » Il est composé d'une zone centrale, considérée comme intacte pour la faune et la flore indigène, et d'une zone périphérique, où certaines interventions et infrastructures sont licites.

Malgré cela, la fin du XX^e siècle est plus favorable aux approches gestionnaires. Le concept de « développement durable », qui apparaît dans les années 1980, sanctionne une vision de la nature centrée sur les ressources, et les « services écosystémiques », dont l'utilité pour l'homme est constamment rappelée.

²⁷⁸ Jean Dorst, *Avant que nature meure*, Neuchâtel, Delachaux et Niestle, 1965, p. 401-402.

C'est ainsi que, presque un siècle après le débat entre Pinchot et Muir, les réflexions sur la conservation oscillent toujours entre les deux termes de la même alternative. Et la méthode est restée immuable : la création et la gestion de parcs et de réserves naturels. Il aura fallu attendre 1986 pour qu'un premier vrai choc conceptuel ait lieu parmi les conservationnistes. Se tient alors à Washington *le National Forum on BioDiversity*. Contraction inversée de « diversité biologique », inventé par Walter Rosen pour les besoins du forum, le terme de biodiversité connaît un succès fulgurant, au point d'éclipser rapidement la « protection de la nature » des considérations des conservationnistes. La conférence de Rio de Janeiro de 1992 sur l'environnement et le développement proposera une convention sur la diversité biologique. Comme Patrick Blandin le précise²⁷⁹, le succès du néologisme s'explique de plusieurs façons. Dans les années 1980, on prend conscience que les forêts tropicales sont bien plus riches en espèces qu'on ne le soupçonnait jusqu'alors, et que la destruction de ces habitats a un impact très important en termes d'extinction. Ensuite, la *biodiversité* se plie à un jeu polysémique que la « nature » ne peut égaler. On y fait entrer la diversité spécifique, mais aussi la diversité génétique, fonctionnelle, écologique, ou encore biogéographique. Dans le même ordre d'idée qu'« écosystème », la biodiversité représente ainsi une globalité qu'il s'agit de protéger dans son ensemble, et selon des axes multiples.

Ce renouveau conceptuel n'implique pas le succès sur le terrain. Trois décennies après l'introduction du terme de « biodiversité », le constat est sévère. Année après année, elle s'érode, année après année, la liste rouge des espèces menacées de l'UICN s'étoffe, année après année, des forêts et des espèces disparaissent. Et, malgré l'ouverture régulière de nouveaux parcs, de nouvelles réserves, le monde perd plus de lieux naturels et d'espèces qu'il n'en sauve. Cette réalité âpre fait que le monde de la conservation s'interroge sur ses méthodes et est à la recherche d'un renouveau. Dans un sondage d'opinion mené auprès de 583 spécialistes de la conservation, plus de 80 % des avis s'expriment pour un changement important des buts et des méthodes de la profession.²⁸⁰

²⁷⁹ P. Blandin, *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*, *op. cit.*, p. 28-29.

²⁸⁰ Murray A. Rudd, « Scientists' Opinions on the Global Status and Management of Biological Diversity », *Conservation Biology*, 2011, vol. 25, n° 6.

IV.2 « LA NOUVELLE SCIENCE DE LA CONSERVATION ».

Dans ce contexte déjà morose, les implications de l'Anthropocène, avec sa prise de conscience de l'étendue des changements en cours, ont servi d'électrochoc. Un certain nombre de biologistes de la conservation, comme Erle Ellis, E. O. Wilson, Michael Soulé, ou encore Peter Kareiva avancent que l'Anthropocène a des conséquences si importantes pour le monde de la conservation qu'il faut fixer un ensemble de méthodes et de buts nouveaux : une « nouvelle science de la conservation » (*New Conservancy Science*). Les thèses que ces scientifiques tirent de l'Anthropocène se résument en deux points similaires, mais qui sont néanmoins bien distincts.

La première conséquence est que si l'Anthropocène est un fait, alors la nature vierge n'existe plus depuis très longtemps. Ce qui en découle est que l'idéal préservationniste est une chimère. Pour Peter Kareiva, « nous créons des parcs qui ne sont pas moins des constructions humaines que Disneyland. »²⁸¹ La charge se veut un appel à la raison. Si des changements importants sont en cours et le sont pour longtemps, la quête d'un état virginal à l'abri d'un parc va devenir tout bonnement impossible. C'est la raison pour laquelle la « nouvelle conservation » veut l'abandon de la politique de protection et de restauration des écosystèmes du passé, les écosystèmes « historiques ». De manière plus générale, il s'agit d'un ensemble de réflexions autour de la pertinence à vouloir conserver un patrimoine naturel qui préserve les conditions abiotiques et biologiques d'un instant donné de l'Holocène.

La seconde thèse constitue le versant positif de l'entrelacement de l'homme et de la nature. La logique préservationniste a toujours postulé que lorsque l'on parlait de protection de la nature, le mieux est encore de garder l'homme à distance. Dans un contexte où une grande partie de la surface terrestre est désormais anthropisée²⁸², peut-être est-il judicieux de voir ce que ces milieux « impurs » ont à offrir. La

²⁸¹ Peter Kareiva, Michelle Marvier et Robert Lalasz, « Conservation in the Anthropocene: beyond Solitude and Fragility », *Breakthrough Journal*, 2012p.

²⁸² Erle C. Ellis, « Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere », *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 2011, vol. 369, n° 1938, p. 1010-1035.

« nouvelle conservation » demande ainsi que l'on concentre les efforts pour favoriser la biodiversité de ces milieux : les forêts d'exploitation, en milieu rural, voire en ville. Il s'agit d'aller au-delà des parcs.

Ces deux thèses ne sont pas d'une absolue nouveauté. Concernant la première, il faut savoir que cela fait maintenant plusieurs décennies que la *wilderness* est sous un feu nourri des critiques. En 1989, l'activiste Bill McKibben se demandait déjà comment il était possible à la nature d'échapper au changement climatique, aux différentes formes de pollution, à l'introduction de nouvelles espèces, etc. C'est le thème très repris de la « mort de la nature ».

Mais il y a plus. Une critique tiers-mondiste a accusé la *wilderness* d'être un concept favorisant l'impérialisme écologique. Dans un article assez radical²⁸³, Ramachandra Guha dénonce la politique de préservation qui a cours dans les pays du tiers-monde. Selon lui, celle-ci se fait par exclusion des populations locales, et au bénéfice des touristes occidentaux, friands de safaris ou autres. Par ailleurs, la *wilderness* a subi les foudres du constructivisme. Dans un court article, l'historien de l'environnement William Cronon montre à quel point la *wilderness* américaine est un construit social, défini par opposition à tout ce qui est humain. C'est ainsi que si l'on se base sur la *wilderness* pour définir une politique de conservation, alors il n'y a guère d'autre choix que d'exclure les humains.

L'intérêt de la seconde thèse vient d'un constat récent, selon lequel certains anthromes, c'est-à-dire des milieux anthropisés, pouvaient abriter une biodiversité remarquable, parfois bien supérieure à celle qui se trouve dans des zones protégées. Par exemple en Suisse, la surveillance de la diversité biologique²⁸⁴ mise en place par l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) a révélé que le biome qui contient la plus grande biodiversité est constitué des prairies et pâturages alpins. Il abrite une diversité bien plus grande que les forêts adjacentes, pourtant plus proches de l'écosystème de référence. Or, la conservation a longtemps négligé ces biomes.

²⁸³ Ramachandra Guha, « Radical American Environmentalism and Wilderness Preservation: A Third World Critique », *Environmental ethics*, 1989, vol. 11, n° 1, p. 71–83.

²⁸⁴ <http://www.biodiversitymonitoring.ch/fr/home.html>

S'il n'a pas fallu attendre le néologisme de « biodiversité » pour penser la diversité biologique, le mot a néanmoins servi de catalyseur pour un changement de pensées et de pratiques. Il en va de même pour l'Anthropocène, dont l'introduction a provoqué une radicalisation des débats.

Une fois les prémisses posées, voici venir le programme de la « nouvelle conservation ». Il a été posé de la manière la plus claire dans un article de Peter Kareiva, Michelle Marvier et Robert Lalasz appelé « la conservation dans l'Anthropocène ». Comme solution, ils proposent :

une nouvelle vision de la planète dans laquelle la nature – les forêts, les zones humides, les différentes espèces, et les autres écosystèmes anciens – existent au milieu d'une grande variété de paysages humains modernes. Pour que cela arrive, les conservationnistes vont devoir abandonner leur vision idéalisée de la nature, des parcs et de la *wilderness* – des idées qui n'ont jamais été soutenues par la bonne science de la conservation – et forger une vision plus optimiste et amicale envers l'homme.²⁸⁵

Ce qui est au fond avancé, c'est une gestion planétaire de la biodiversité dans l'intérêt de l'homme. L'abandon des aires protégées, « ces îles d'écosystèmes de l'Holocène », doit se faire au profit d'une gestion plus active de la nature qui se trouve près de l'homme. Dans ce cadre, l'intervention humaine a pour but de favoriser le type de biodiversité qui cohabite bien avec le monde humain et lui rend des « services écosystémiques ». Pour la « nouvelle conservation », il est essentiel d'impliquer le grand public dans la protection de la nature, et elle compte le faire en remettant l'homme au centre. Son but est une meilleure gestion de la nature pour le bénéfice humain. En focalisant les efforts sur les aires habitées, la « nouvelle conservation » espère rendre la société plus consciente des services rendus par la nature. Pour Kareiva, protéger la nature signifie avant tout protéger et promouvoir les services écosystémiques que la nature rend aux hommes. Kareiva tend aussi la main à ces acteurs incontournables que sont les grandes entreprises. « Les conservationnistes devraient établir des partenariats avec les entreprises dans un

²⁸⁵ P. Kareiva, M. Marvier et R. Lalasz, « Conservation in the Anthropocene: beyond Solitude and Fragility », art cit.

effort scientifique d'intégrer la valeur du bien naturel dans leur fonctionnement et culture. »²⁸⁶

IV.3 LA DOMESTICATION DU MONDE.

Si la « nouvelle conservation » se présente comme une réponse pragmatique face à un fait scientifique décrit comme incontesté, la frange préservationniste, pour qui il s'agit tout bonnement d'une capitulation, a réagi avec indignation et véhémence. Elle a engagé un débat suffisamment âpre avec la « nouvelle conservation » pour que d'aucuns se demandent si le résultat principal n'en sera pas une balkanisation durable.

Pour les défenseurs du monde sauvage²⁸⁷, la perspective gestionnaire de l'Anthropocène signifie la vision funeste d'une domestication totale du monde. Un monde fait uniquement de villes, d'autoroutes, de moissonneuses batteuses et de parcs de délasserment. Pour lutter contre ce futur dystopique, de nombreux arguments sont avancés en faveur des méthodes traditionnelles. Il est d'abord rappelé que si personne ne se réjouit de l'érosion de la biodiversité, celle-ci aurait été bien pire sans les efforts traditionnels de conservation qui ont quelques succès tangibles à leur crédit. Les préservationnistes avancent le fait que la « gestion de la nature » a plusieurs échecs notoires à son passif et que la complexité écosystémique est souvent sous-estimée.²⁸⁸

Un autre argument en faveur d'une défense du monde sauvage est que les écosystèmes intacts, ou proches de l'être servent de valeur de référence pour les approches plus gestionnaires de restauration. « Sans comparaison spatiale, il est difficile de comprendre comment les écosystèmes ont changé ou de définir des objectifs de gestion. S'il n'y a pas de repère contemporain intact comme base de

²⁸⁶ *Ibid.*

²⁸⁷ Pour une critique concise. Daniel F. Doak, Victoria J. Bakker, Bruce Evan Goldstein et Benjamin Hale, « What is the future of conservation? », *Trends in ecology & evolution*, 2014, vol. 29, n° 2, p. 77–81 ; Pour une réplique plus conséquente. George Wuerthner, Eileen Crist et Tom Butler, *Keeping the wild: against the domestication of earth*, Washington, D.C., Island Press, 2014.

²⁸⁸ Pour un exemple documenté d'échec de l'approche gestionnaire. Dean Bavington, *Managed annihilation: an unnatural history of the Newfoundland cod collapse*, Vancouver, UBC Press, 2010.

comparaison, on doit se reposer sur les données et les souvenirs incomplets des écosystèmes du passé. »²⁸⁹

Plusieurs arguments préservationnistes font appel à des critères psychologiques ou sociaux. Il y a d'abord la crainte que si on met l'humain au centre des préoccupations, la nature sera tout bonnement oubliée. Ensuite, la suggestion que l'homme ait touché à tout peut impliquer « le désespoir pour tous ceux qui se sont dédiés à la conservation et pourrait même être un facteur d'accélération du changement de l'utilisation du sol motivé par le profit. »²⁹⁰ Facteur de désespoir, mais aussi fragilisation de l'argumentation qui justifie les zones de protection. Si l'impact humain est partout, il est plus facile de réallouer les terres dans un but économique.

Au milieu de ce champ de bataille, il est difficile pour les esprits consensuels de se faire entendre. Ils rappellent pourtant que tous ont un but commun, la sauvegarde de la biodiversité, et qu'une conciliation est tout à fait possible du moment qu'on admet qu'il vaut à la fois la peine de sauvegarder ce qu'il reste de sauvage et de promouvoir la biodiversité en milieux anthropisés.²⁹¹

Ces politiques de conservation dans l'Anthropocène, dans l'esprit de la « nouvelle conservation », sont déjà mises en application. Deux exemples l'illustrent ci-après : la réhabilitation des espèces invasives et la réserve naturelle d'Oostvaaderplassen.

IV.4 LES ESPECES INVASIVES.

L'introduction d'une espèce exotique ou étrangère dans un écosystème est considérée traditionnellement comme une menace, puisqu'elle en devient souvent un agent de perturbation. Lorsque l'espèce exotique s'adapte bien et prolifère, on parle

²⁸⁹ Tim Caro, Jack Darwin, Tavis Forrester, Cynthia Ledoux-Bloum et Caitlin Wells, « Conservation in the Anthropocene », *Conservation Biology*, 2012, vol. 26, n° 1.

²⁹⁰ *Ibid.*

²⁹¹ Pour un avis de ce type. Kueffer et Christopher N. Kaiser-Bunbury, « Reconciling conflicting perspectives for biodiversity conservation in the Anthropocene », *Frontiers Ecol. Environ. Frontiers in Ecology and the Environment*, 2014, vol. 12, n° 2, p. 131-137.

alors d'invasion biologique et d'espèce invasive ou envahissante. Il y a de bonnes raisons de lutter contre les espèces envahissantes. Si, au niveau local, l'introduction d'une espèce signifie à court terme une augmentation de la biodiversité, au niveau global, l'effet est inverse et cela mène plutôt à la « biosimilarité »²⁹² et à un appauvrissement de la biodiversité globale. Une espèce envahissante peut faire un tort considérable à une espèce indigène, voire la remplacer complètement. Ces raisons expliquent pourquoi on considère que les invasions biologiques ont une responsabilité importante quant à la perte de la biodiversité. Ce risque d'homogénéisation du monde biologique est si grand qu'on lit parfois sous la plume de biologistes le terme de « Homogénocène »²⁹³ comme synonyme pour Anthropocène. Il existe de nombreux programmes de lutte et de tentatives d'éradication des espèces envahissantes. On peut appeler cette approche de lutte indiscriminée contre les espèces étrangères une approche *xénophobique*. Par exemple, en Suisse, le canton de Vaud combat la progression de l'Ambroisie, de la Renouée du Japon, du Robinier faux-acacia ou encore de la Berce du Caucase. Mais ces programmes de lutte sont limités et les résultats sont lacunaires. Il est en effet très difficile d'éradiquer une espèce. Les méthodes mécaniques, d'arrachage ou autres, demandent un travail important et doivent être répétées souvent. Les poisons chimiques peuvent avoir des effets collatéraux importants. C'est la méthode biologique qui est la plus efficace, par l'introduction d'un prédateur ciblé. Mais il s'agit d'une solution paradoxale, puisqu'on lutte sur un invasif en introduisant un autre invasif.

Au vu de la difficulté à lutter efficacement contre la présence des espèces envahissantes, qui est la conséquence directe et indirecte de la mondialisation, certains biologistes ont révisé leur jugement quant aux espèces envahissantes. Une décennie avant la création des mots « Anthropocène » et « Homogénocène », le biologiste conservationniste Michael Soulé écrivait déjà :

²⁹² Pour un point de vue philosophique. Ned Hettinger, « Exotic Species, Naturalisation, and Biological Nativism », *Environmental Values*, 1 mai 2001, vol. 10, n° 2, p. 193-224.

²⁹³ Michael J. Samways, « Translocating fauna to foreign lands; here comes the Homogenocene », *Journal of insect conservation*, 1999, vol. 3, n° 2, p. 65-66 ; John L. Curnutt, « A Guide to the Homogenocene », *Ecology*, 2000, vol. 81, n° 6, p. 1756-1757.

Parmi les nombreux défis environnementaux auxquels vont devoir faire face les scientifiques et les gestionnaires de la conservation dans les décennies à venir, l'invasion inexorable des espèces étrangères [...] pourrait être la plus révolutionnaire. Bien que ces invasions vont homogénéiser et appauvrir le biote mondial, elles vont mener à une compréhension plus profonde des communautés écologiques.²⁹⁴

Selon lui, le combat contre les invasions biologiques est une cause perdue, puisque les forces à l'œuvre sont irrésistibles. Il nomme ce processus la « cosmopolitisation » du monde biologique. Si cette force est invincible, l'idéal du retour de l'écosystème à un état antérieur, c'est-à-dire à la situation avant l'introduction, est non seulement futile, mais irrationnel. En généralisant, il en tire la conclusion que le terme *naturel* est obsolète.

Le concept de *naturel*, est déjà un anachronisme par le fait de l'influence omniprésente des hommes [...] aucune part de la biosphère n'est épargnée par la technologie moderne et la croissance récente de la population humaine [...] Le concept de « naturel » est encore plus subverti par le flux universel des exotiques (espèces invasives).²⁹⁵

À partir de ce constat, Soulé pense qu'il est nécessaire de fonder une nouvelle discipline écologique, « l'écologie combinatoire », ou « mix-écologie », qu'il définit comme l'écologie des communautés de plantes et d'animaux venant de sources biogéographiques très diverses. Il ne propose pas l'abandon de la lutte contre les espèces envahissantes, mais plutôt de se borner à combattre les plus agressives.

La « mix-écologie » n'est pas devenue une nouvelle discipline, mais elle est très proche d'un concept développé par Richard Hobbs et d'autres, « l'écosystème nouveau »²⁹⁶. Il s'agit d'un écosystème qui a subi des changements

²⁹⁴ Michael E. Soulé, « The Onslaught of Alien Species, and Other Challenges in the Coming Decades », *Conservation biology*, 1990, vol. 4, n° 3, p. 233.

²⁹⁵ *Ibid.*

²⁹⁶ Richard J. Hobbs, Salvatore Arico, James Aronson, Jill S. Baron, Peter Bridgewater, Viki A. Cramer, Paul R. Epstein, John J. Ewel, Carlos A. Klink, Ariel E. Lugo et others, « Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order », *Global ecology and biogeography*, 2006, vol. 15, n° 1, p. 1–7 ; Richard J. Hobbs, Eric Higgs et James A. Harris, « Novel ecosystems: implications for conservation and restoration », *Trends in Ecology & Evolution*,

anthropogéniques importants, mais qui n'est pas directement géré par l'homme. Un verger n'est pas un écosystème nouveau, mais il le devient s'il est abandonné. Les changements peuvent être tels que son fonctionnement et ses interactions n'ont plus qu'un lien lointain avec des configurations historiques. Selon Emma Marris, 35 % de la surface terrestre se compose d'écosystèmes nouveaux.²⁹⁷ Ce sont les écosystèmes qui existent au voisinage des humains, et qui créent de nombreux dilemmes pour les conservationnistes, et ils sont présentés comme caractéristique de l'Anthropocène.²⁹⁸ Parfois, certains systèmes sont hybrides et conservent des caractéristiques historiques, alors que d'autres sont entièrement nouveaux et n'ont aucun équivalent fonctionnel historique. Selon l'approche *xénophobique*, présentée plus haut, ces écosystèmes sont « dégradés », des écosystèmes poubelles.²⁹⁹ Mais une étude plus attentive a montré que leur rôle n'était pas forcément néfaste. Ils peuvent fournir un habitat pour des espèces autochtones, ou encore être de bons fournisseurs de « services écosystémiques ». Un exemple est l'introduction sur des îles comme le Japon, les Canaries ou les Seychelles de *Apis Mellifera*, une espèce d'abeille pollinisatrice super-généraliste. Son introduction a eu un effet dévastateur sur les espèces d'abeilles locales. Néanmoins, il se trouve que *Apis Mellifera* est l'une des meilleures espèces pollinisatrices et qu'elle a eu un rôle très positif sur la dissémination des variétés de plantes.³⁰⁰ Un autre exemple est celui du chêne chevelu (*Quercus Cerris*), également appelé chêne de Bourgogne ou encore chêne de Turquie. Présent en Angleterre jusqu'au début de la dernière glaciation, il y a 130 000 ans, il a été réintroduit dans ce pays par l'homme il y a trois cents ans.

novembre 2009, vol. 24, n° 11, p. 599-605 ; Richard J. Hobbs, Eric Higgs et Carol M. Hall, *Novel ecosystems intervening in the new ecological world order*, Chichester, West Sussex, Wiley-Blackwell, 2013.

²⁹⁷ Emma Marris, « Ragamuffin Earth », *Nature*, 2009, vol. 460, n° 7254, p. 450-453.

²⁹⁸ David B. Lindenmayer, Joern Fischer, Adam Felton, Mason Crane, Damian Michael, Christopher Macgregor, Rebecca Montague-Drake, Adrian Manning et Richard J. Hobbs, « Novel ecosystems resulting from landscape transformation create dilemmas for modern conservation practice », *Conservation Letters*, 2008, vol. 1, n° 3, p. 129-135.

²⁹⁹ E. Marris, « Ecology », art cit.

³⁰⁰ Christopher N. Kaiser-Bunbury, Anna Traveset et Dennis M. Hansen, « Conservation and restoration of plant-animal mutualisms on oceanic islands », *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2010, vol. 12, n° 2, p. 131-143.

Depuis lors, une espèce indigène, la mésange bleue, vient y puiser sa nourriture. Elle y trouve par exemple des chenilles, ou encore des guêpes à galles, une autre espèce allochtone qui remonte vers le nord en raison du changement climatique.³⁰¹

En dépit des écrits de Michael Soulé, la plupart des biologistes ne considèrent cependant pas que les écosystèmes nouveaux soient une panacée, quelque chose qu'il faudrait favoriser ou même créer, mais y voient plutôt un état de fait. Mais il peut s'avérer judicieux d'identifier les points positifs de la situation et de les promouvoir dans une gestion pragmatique de la biodiversité. Cette prise en compte des aspects positifs des écosystèmes nouveaux a ensuite mené à une révision du statut de l'espèce envahissante. Un groupe de dix-neuf biologistes menés par Mark Davis pense que la diabolisation des espèces envahissantes est induite, et qu'une réhabilitation est justifiée :

Les approches gestionnaires actuelles doivent reconnaître que les systèmes naturels du passé changent à jamais, au travers de mécanismes comme le changement climatique, l'eutrophisation à l'azote, l'urbanisation ou encore d'autres changements de l'usage des sols. Il est temps pour les scientifiques, les gestionnaires et les décideurs d'arrêter de se préoccuper de l'indigène-allochtone et d'adopter des approches plus dynamiques et pragmatiques de conservation et gestion des espèces – des approches plus adaptées pour notre planète en évolution rapide.³⁰²

Ce que ce manifeste professe, c'est que l'origine spécifique ne devrait pas avoir d'importance. Il faut juger une espèce sur le rôle écosystémique qu'elle peut jouer. Ce point de vue qui s'oppose à la xénophobie peut se nommer *cosmopolite*.

L'évolution des débats entre xénophobes et cosmopolites a pris un véritable *tournant linguistique* et a lieu de manière très curieuse sur le terrain sémantique. Pour les cosmopolites, le choix des mots est connoté négativement. Des termes

³⁰¹ R.J. Hobbs, E. Higgs et J.A. Harris, « Novel ecosystems », art cit, p. 602.

³⁰² Mark A. Davis, Matthew K. Chew, Richard J. Hobbs, Ariel E. Lugo, John J. Ewel, Geerat J. Vermeij, James H. Brown, Michael L. Rosenzweig, Mark R. Gardener, Scott P. Carroll, Ken Thompson, Steward T. A. Pickett, Juliet C. Stromberg, Peter Del Tredici, Katharine N. Suding, Joan G. Ehrenfeld, Philip J. Grime, Joseph Mascaro et John C. Briggs, « Don't judge species on their origins », *Nature*, 2011, vol. 474, n° 7350, p. 153.

comme « espèce envahissante » « invasion biologique », « espèce étrangère » sont des métaphores guerrières dont la finalité est la mobilisation en vue d'une lutte. Jacques Tassin et Christian Kull montrent que ce choix de mots a coloré de manière négative et durable le phénomène.³⁰³ La rhétorique associée à ces métaphores est anxiogène et appartient à quatre registres principaux : l'art militaire, la santé, le réflexe nationaliste et les fondements culturels de notre société. Ces deux auteurs plaident pour l'utilisation de métaphores moins agressives et plus neutres axiologiquement, comme « espèce introduite, migrante ou naturalisée ». Cela permet de déterminer dans un second temps le caractère nuisible ou non de l'espèce au cas par cas.

IV.5 LA RESERVE NATURELLE D'OOSTVAARDERSPLASSEN.

Oostvaardersplassen (OVP) est une réserve naturelle des Pays-Bas, située au nord d'Amsterdam. Elle se compose de 5600 hectares de terrain marécageux, de prairies, et de zones buissonnantes. Il s'agit en fait d'un polder qui n'existe que depuis 1968. La surface est initialement prévue pour un développement industriel, mais ce projet n'est jamais réalisé. Laisse à l'abandon, le polder devient rapidement un refuge pour des espèces d'oiseaux migrateurs rares, comme le butor étoilé, la panure à moustaches, le busard des roseaux, ou encore la spatule. Des espèces disparues des Pays-Bas comme la grande aigrette ou le pygargue à queue blanche viennent y nicher, à la surprise des biologistes. C'est pourquoi le site est protégé dès les années 1970.

La raison de cette prolifération d'espèces d'oiseaux est la suivante. Comme le site n'est alors pas géré et que les marais sont difficilement accessibles, il est choisi par les oies cendrées des quatre coins de l'Europe pour effectuer leur mue de printemps. Lorsqu'elles perdent leur plumage d'hiver, ces oies sont incapables de voler pendant une certaine période et sont donc très vulnérables. Elles recherchent des aires marécageuses inaccessibles pendant la période de mai à juin, et c'est ainsi qu'Oostvaardersplassen en a accueilli jusqu'à 60 000. Durant leur séjour, les oies se nourrissent de la végétation, qu'elles défrichent au point de modifier la physionomie du site. Ce pâturage des oies permet à d'autres espèces animales et végétales de

³⁰³ Jacques Tassin et Christian A. Kull, « Pour une autre représentation métaphorique des invasions biologiques », *Natures Sciences Sociétés*, octobre 2012, vol. 20, n° 4, p. 404-414.

s'implanter, et en fait un facteur clé de la richesse biologique du site. Malheureusement, les oies ne restent que le temps de la mue. Sans leur pâturage constant, la biodiversité nouvelle périclité rapidement. Dans les années 1980, l'écologue Frans Vera, alors responsable de la réserve, décide ainsi d'introduire 34 aurochs de Heck et 20 chevaux de Konik pour profiter d'un pâturage permanent. En 1992, des cerfs rouges sont introduits à leur tour. Ces animaux s'ensauvagent progressivement, modifient leur comportement et prolifèrent. Une décennie plus tard, la réserve compte 450 aurochs, 800 chevaux de Konik et plus de 1700 cerfs.³⁰⁴

Cette évolution amène Vera à penser que l'écosystème de la réserve s'apparente désormais à ce qui existait en Europe à la fin du Pléistocène, l'époque qui a précédé immédiatement l'Holocène, et qui marque le recul des glaciations. Cette thèse est controversée au sens où il est plus communément admis que l'Europe était alors recouverte de forêts. Selon Vera cela n'est que partiellement vrai, si les grands herbivores qui peuplaient alors l'Europe ont le rôle écosystémique important qu'il leur confère. Il entend prouver son hypothèse de manière empirique grâce à la réserve.

Mais il y a plus. OVP et Vera ont servi de moteurs pour l'adoption par le parlement hollandais en 1990 d'une politique nouvelle de la conservation, qui s'apparente à un changement de paradigme. Ces « promoteurs de la nature » mettent en avant que la « nature vierge » est en réalité un paysage culturel daté du milieu du XIX^e siècle. Il suffit de regarder une photo satellite des Pays-Bas pour constater le degré d'anthropisation du pays. Le but spécifié de la nouvelle politique de conservation est de produire une « nouvelle nature ». Pour faire l'expérience de la « véritable » nature sauvage, on peut remonter, par exemple, au Pléistocène et, pour cela, une approche scientifique est nécessaire. Cette dernière consiste en l'introduction de l'idée de *référence écologique*, un modèle scientifique de ce qu'était un écosystème du Pléistocène. La référence écologique doit servir de norme

³⁰⁴ Pour plus de détails sur l'histoire de la réserve. Jozef Keulartz, « Boundary work in ecological restoration », *Environmental Philosophy*, 2009, vol. 6, n° 1, p. 35–55 ; Jamie Lorimer et Clemens Driessen, « Wild experiments at the Oostvaardersplassen: rethinking environmentalism in the Anthropocene », *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2014, vol. 39, n° 2, p. 169–181.

pour les réserves naturelles. Le problème, c'est que la faune du Pléistocène comportait plusieurs espèces aujourd'hui éteintes. Parmi elles se trouvaient les tarpans, des chevaux sauvages, et les aurochs, les ancêtres sauvages de nos vaches.

IV.5.1 LES AUROCHS.

L'auroch est un bovidé disparu, l'ancêtre des races actuelles de bovins domestiques. Avant le néolithique, les aurochs sont présents dans toute l'Europe, au Proche-Orient, au Moyen-Orient, en Inde, et en Afrique du Nord. Leur présence abondante se voit par exemple dans les représentations des grottes de Lascaux, où ils occupent une place d'honneur. C'étaient de robustes animaux, capables d'endurer des hivers rigoureux et de se nourrir à partir de sols pauvres. On les compare volontiers aux Scottish Highlanders actuels, en beaucoup plus grands et agressifs. Dans *La Guerre des Gaules*, Jules César, qui semble n'en avoir jamais vu, donne un compte rendu fantastique de ces bovidés qu'il appelle *urus*³⁰⁵, à l'allure éléphanterque, au comportement agressif et qui vivent en Germanie.

Une troisième espèce est celle des animaux qu'on nomme *urus*. Ils sont pour la taille un peu au-dessous des éléphants, avec l'aspect, la couleur et la forme des taureaux. [...] On ne peut d'ailleurs ni habituer l'*urus* ni l'appivoiser, même en le prenant tout petit. Ses cornes diffèrent beaucoup par la grandeur, la forme, l'aspect de celle de nos bœufs.³⁰⁶

Notre meilleure source concernant leur apparence se trouve dans l'*Historiae animalium*³⁰⁷ de Conrad Gesner, une encyclopédie des animaux qui remonte à 1551. À côté de descriptions de monstres de mer et de satyre, y est décrit un animal semblable à un bœuf, en plus grand et entièrement noir, avec une unique bande blanche courant le long du dos. Les illustrations montrent aussi de grandes cornes en forme de lyre, et un dimorphisme sexuel prononcé. Certains rapports historiques disent que les femelles vivaient en groupe, les mâles à part.

³⁰⁵ Les Germains l'appelaient *Ur* ce qui, latinisé, donna *urus*. En allemand, auroch se dit de nos jours tout aussi bien *Aurochse*, *Ur*, que *Urus*.

³⁰⁶ Jules César et Aulus Hirtius, *La guerre des Gaules*, traduit par Maurice Rat, Paris, Garnier-Flammarion, 1993, p. 135, VI, 28.

³⁰⁷ Conrad Gessner, *Historia animalium*, Hildesheim, Olms-Weidmann, 2012 [1551].

On sait peu de choses sur la disparition de l'auroch en dehors de l'Europe, mais sur ce continent, en revanche, les événements sont relativement bien documentés. Le déclin de l'auroch a eu lieu en partant du sud-ouest vers le nord-est de l'Europe sur une période millénaire qui s'achève en 1627. Son dernier sanctuaire se trouve au sein des forêts de Pologne. En France, il semble avoir été rare dès le VI^e siècle, puisque Clovis fait de sa chasse une prérogative royale. Ce privilège royal dure plusieurs siècles et Charlemagne le chasse encore au IX^e siècle, mais il n'est plus mentionné depuis lors. Il est cité en Suisse pour la dernière fois autour de l'an 1000. À partir du XIV^e siècle, il semble ne subsister qu'en Pologne, autour de Varsovie. D'abord libre, sa chasse est progressivement restreinte à la noblesse, puis au Roi. Dès cette époque, la population des aurochs est gérée activement dans ce but et les effectifs sont recensés. Au XVI^e siècle, de nombreux rapports montrent qu'il y a des problèmes de gestion, et les effectifs diminuent régulièrement. En 1559, ils sont une cinquantaine. En 1599, on en recense vingt-quatre. Mais en 1602, il ne reste que quatre animaux. Le dernier taureau auroch meurt en 1620, ne laissant en vie qu'un spécimen femelle, qui s'éteint en 1627. Les causes du déclin sont connues et similaires aux extinctions corses. Dans le cas de l'auroch, il y a deux raisons principales, qui sont la chasse excessive et la destruction des habitats. Des animaux diminués par la faim ne résistent ensuite plus aux hivers rigoureux, et il est aussi possible que des maladies aient été transmises par les bovins domestiques, et ce malgré des mesures de protection mises en place sur des centaines d'années.³⁰⁸

IV.5.2 LES FRERES DE HECK.

Une fois éteint, le souvenir même de l'auroch disparaît assez vite. On redécouvre son existence historique à la fin du XVIII^e siècle, et certains zoologistes émettent l'idée au long du XIX^e siècle de le ramener à l'existence. La découverte de nouveaux ossements au tournant du XX^e siècle ravive cette idée. Au début des années 1920, les directeurs respectifs des zoos de Berlin et de Munich, les frères Heinz et Lutz de Heck, décident de mener des expériences en vue de ramener l'espèce à l'existence. Leur père, qui avait été directeur du musée de Berlin, avait rassemblé une grande variété de bovins. À partir de ce stock, les frères croisent des espèces rustiques et

³⁰⁸ Tous ces détails sont tirés de Cis van Vuure, *Retracing the aurochs history, morphology and ecology of an extinct wild ox*, traduit par K.H.M. van den Berg, Sofia, Pensoft, 2005.

sélectionnent à chaque fois les phénotypes qui leur semblent correspondre le mieux à l'auroch. Ils se basent pour cela sur les écrits historiques qu'ils ont pu rassembler, et principalement sur ceux de Gesner. Au bout de onze années seulement, ils annoncent avoir réussi.

Il s'agit en fait de la première expérience de dé-domestication, un processus, entrepris sur plusieurs générations, de transformation d'une espèce domestique – animale ou végétale – en une espèce sauvage ou semi-sauvage autonome.³⁰⁹ Il y en a eu plusieurs depuis lors. Elles se basent sur le postulat que les variétés domestiques possèdent encore les pools de gènes de leurs ancêtres.

La dé-domestication est une des méthodes de la volonté de résurrection d'espèces éteintes, ce qu'on appelle aussi le processus de dé-extinction. Plusieurs expériences de ce type sont en cours. Par clonage, on tente de ramener à la vie le mammouth³¹⁰, le bouquetin des Pyrénées³¹¹, ou encore plusieurs espèces d'oiseaux, sans grand succès jusqu'à présent. Si les méthodes employées rappellent *Jurassic Park*, le peu de fragments d'ADN que nous avons de l'époque des dinosaures est inexploitable. Néanmoins il en va autrement des périodes récentes.

Les techniques de dé-extinction posent néanmoins un certain nombre de questions sur la validité de cette approche. Dans le cas des aurochs, les représentations fantaisistes des frères de Heck ont été rapidement critiquées. Ils n'avaient développé aucun critère précis pour déterminer le succès, et il apparaît qu'ils n'étaient même pas d'accord entre eux sur les caractéristiques de l'auroch. Il semble établi

³⁰⁹ Christian Gamborg, Bart Gremmen, Stine B. Christiansen et Peter Sandoe, « De-domestication: Ethics at the intersection of landscape restoration and animal welfare », *Environmental Values*, 2010, vol. 19, n° 1, p. 57–78.

³¹⁰ Carl Zimmer, « Bringing Them Back to Life », *National Geographic*, 2013, n° 233, p. 33-36.

³¹¹ J. Folch, M. J. Cocero, P. Chesné, J. L. Alabart, V. Domínguez, Y. Cognié, A. Roche, A. Fernández-Arias, J. I. Martí, P. Sánchez, E. Echevoyen, J. F. Beckers, A. Sánchez Bonastre et X. Vignon, « First birth of an animal from an extinct subspecies (*Capra pyrenaica pyrenaica*) by cloning », *Theriogenology*, 1 avril 2009, vol. 71, n° 6, p. 1026-1034.

aujourd'hui que leur création, qu'on dénomme à présent néo-aurochs ou aurochs de Heck, est un animal qui diffère de manière notable des aurochs historiques.

IV.5.3 L'ANALOGUE ECOSYSTEMIQUE.

Cela n'a pas empêché Vera d'introduire les aurochs de Heck, ainsi que les chevaux de König, une expérience analogue qui « recrée » les tarpans, dans le parc de OVP. Ces animaux n'ont jamais été présentés comme étant des aurochs ou des tarpans véritables. Ils sont utilisés en tant qu'équivalents fonctionnels, c'est-à-dire qu'on espère qu'ils occupent la même niche écologique que leurs ancêtres éteints, dans une réserve qui veut approcher les conditions écologiques du Pléistocène.

Une controverse éthique et politique autour du bien-être de ces animaux a bientôt éclaté quant à leur statut légal. Il se trouve qu'en hiver, de nombreuses bêtes meurent de faim, ce qui a attisé le courroux des défenseurs des droits des animaux, qui ont comparé la réserve à un camp de concentration. Ils ont intenté un procès pour déterminer s'il s'agit bien d'animaux sauvages. Si c'est bien le cas, comme le soutient OVP, alors il ne faut pas intervenir et laisser, le cas échéant, les bêtes mourir. Si, au contraire, il s'agit d'animaux domestiques, la réserve a alors des obligations légales de bon traitement. Le juge a tranché en faveur de la réserve. Néanmoins, l'opération a été un désastre médiatique pour la réserve, qui gère depuis lors la population, en abattant les animaux qu'elle juge inaptes à survivre à l'hiver.³¹²

Ce débat a eu un écho médiatique important. Il est devenu un cas d'école pour contraster les approches écocentrées et pathocentrées de l'éthique environnementale.³¹³ Ce qui nous préoccupe plutôt ici, c'est de voir comment et pourquoi OVP devrait servir comme modèle de conservation « post-naturel » pour l'Anthropocène.³¹⁴

En fait, OVP joue plusieurs partitions à la fois. Il est évident que cette réserve n'est pas représentative : elle représente une forme d'exploration de ce que pourrait

³¹² Pour ce débat, J. Lorimer et C. Driessen, « Wild experiments at the Oostvaardersplassen », art cit, p. 174 ; C. Gamborg, B. Gremmen, S.B. Christiansen et P. Sandoe, « De-domestication », art cit.

³¹³ Pour une comparaison entre les deux approches. J. Baird Callicott, « Animal liberation: a triangular affair », *Oxford readings in philosophy*, 1995, p. 29.

³¹⁴ Emma Marris, *Rambunctious garden: saving nature in a post-wild world*, New York, Bloomsbury, 2011.

être la conservation. Néanmoins, elle fait partie du réseau Natura 2000, qui édicte des directives concernant la conservation au sein de l'Union européenne. Ce réseau identifie une série d'espèces ou d'habitats menacés dans un but de protection et de gestion. L'un des buts premiers d'OVP a toujours été de fournir un refuge à plusieurs espèces d'oiseaux menacés qui se trouvent sur les listes du réseau Natura 2000. Dans ce but premier, les herbivores servent uniquement comme auxiliaires de la restauration écologique.

D'un autre côté, OVP ne prétend jamais être un site historique à protéger. De manière ostentatoire, la réserve revendique son statut de construit humain. Le site même, pris sur la mer, en est le symbole. L'humain en est absent, mais la « pureté » n'est pas un critère recherché. Les néo-aurochs sont présentés pour ce qu'ils sont, des substituts. En ce sens, la réserve évoque plus qu'elle ne réplique un passé révolu. C'est avant tout un site de « production de nouvelle nature », selon la terminologie de la conservation hollandaise. La norme à suivre a été fixée plus ou moins librement au Pléistocène, en lieu et place de la référence prémoderne préconisée par Natura 2000. Le lien au Pléistocène est d'ailleurs assez élastique, puisque Vera revendique le droit d'expérimenter avec différentes formes de « sauvage ». Le « retour authentique » à un écosystème du Pléistocène est donc une finalité suivie de manière plus ou moins assidue.

D'un point de vue préservationniste, les expériences hollandaises autour du Pléistocène sont une forme de supercherie. Voici les mots de Raphaël Larrère, un spécialiste français de l'histoire de la protection de la nature, au sujet de la réserve de Oostvaardersplassen.

Nous sommes bien entrés dans l'ère du *Canada Dry*. Vous connaissez : ça a la couleur de l'alcool, l'odeur de l'alcool, le goût de l'alcool, mais ce n'est pas de l'alcool ! Des animaux « sauvages » sont mis en « liberté » (*Canada Dry*) dans une « nature » (*Canada Dry*). Si l'on y veille, ils le seront un jour par des « protecteurs de la nature » (*Canada Dry*).³¹⁵

³¹⁵ Raphaël Larrère, « Sauvagement artificiel », *Le courrier de l'environnement de l'Inra*, 1994, vol. 21, p. 35–37.

Sous cet angle, on ne fait que « singer » la nature quand on la « recrée », et ce qu'on obtient n'est qu'une pâle copie. C'est aussi sur ce registre de *l'authenticité* qu'argumentent les philosophes environnementaux qui se sont penchés sur les questions de restauration et de création de nature. L'analogie prédominante est celle de l'œuvre d'art, que Jean Dorst avait déjà employée. L'article le plus influent à ce sujet est publié en 1982 par le philosophe environnementaliste Robert Elliott. On y lit :

La pratique de restauration des écosystèmes altérés est semblable à la contrefaçon d'une œuvre d'art. De même que la copie d'une œuvre d'art ne peut reproduire la valeur de l'original, la nature restaurée ne peut reproduire la valeur de la nature originelle conçue comme une forme non-anthropocentrique et intrinsèque de valeur par opposition à une valeur purement instrumentale.³¹⁶

Si l'on admet cette analogie, il est évident qu'une création de la nature sera toujours inférieure à son modèle. Comment est-ce qu'une reproduction du *Radeau de la Méduse* pourrait valoir l'original ? C'est impossible. Ce qui compte, c'est la valeur individuelle et singulière de l'œuvre. Mais, ce qui vaut pour la peinture, vaut-il aussi pour un écosystème ? La validité de l'analogie avec les arts visuels est en effet une question ouverte. Une œuvre picturale est quelque chose de statique, ce qui n'est le cas ni d'un être vivant ni d'un écosystème. Il est peut-être plus pertinent de déplacer l'analogie des arts visuels vers les arts performatifs. Par exemple, une symphonie ne perd pas son authenticité de par sa répétition ou sa recréation. C'est la performance qui lui donne vie, et son authenticité est jugée selon la justesse de son interprétation. Il n'y a pas supercherie si les instruments ne sont pas de l'époque de Beethoven, ou que le chef d'orchestre est japonais. De même, la première performance n'est pas nécessairement la meilleure ni la plus juste.

Ces questions touchent une corde sensible du partage moderne entre le naturel et l'artificiel. Bien qu'ayant plutôt en vue des questions bioéthiques, le philosophe

³¹⁶ Robert Elliot, « Faking nature », *Inquiry*, 1982, vol. 25, n° 1, p. 81–93 ; Eric Katz s'est servi de la même analogie. Voir Eric Katz, « The big lie: Human restoration of nature », *Readings in the Philosophy of Technology*, 2009, vol. 443.

allemand Dieter Birnbacher a élaboré dans son livre *Natürlichkeit*³¹⁷ une distinction qui s'applique particulièrement bien ici. Selon lui, il y a deux manières distinctes de comprendre l'opposition entre « nature » et « artefact ». Un premier sens *génétique* renvoie à des descriptions *historiques*. Un être sera plus ou moins naturel ou artificiel suivant son origine et sa trajectoire historique. Dans ce sens, la « naturalité » de l'être considéré se définit en fonction du degré d'interaction avec l'être humain, qu'il analyse selon trois modalités : la profondeur de l'intervention humaine, la densité des interactions avec l'homme et enfin selon l'intentionnalité.

Le second sens est *qualitatif* et décrit une réalité *phénoménologique*. La discrimination entre le naturel et l'artificiel se fait alors au travers de la forme, de la composition ou de la fonction. Par exemple, on juge que la taille d'un bonzaï est non naturelle. Autre exemple, un poisson rendu fluorescent par manipulation génétique est qualitativement plus « artificiel », qu'un autre modifié dans le but de donner plus de chair.

Les biologistes expriment la même distinction quand ils différencient entre des caractères historiques et fonctionnels des écosystèmes. Ainsi, la réserve d'OVP est un cas de très haute artificialité dans le sens génétique, parce qu'elle est une création contemporaine, et elle cherche à atteindre un haut degré de naturalité dans le sens qualitatif, puisque son idéal est les conditions du Pléistocène.

IV.6 CONCLUSION.

Oostvaardersplassen n'est peut-être pas représentatif des réserves naturelles, mais pour combien de temps encore ? Le parc national du Grand Canyon ne sait pas quoi faire du Beefalo³¹⁸ qui s'y balade, résultat d'un croisement raté entre une vache et un bison, à l'impact environnemental notable, mais qui semble avoir un succès certain auprès des touristes. Comme il semble lointain, le temps de Muir où pour protéger, il suffisait de tirer un cordon sanitaire ! C'est comme si la conservation était gangrenée par le syndrome du bateau de Thésée. Cette expérience de pensée philosophique qui remonte à l'Antiquité se demande combien de temps un bateau auquel on change une

³¹⁷ Dieter Birnbacher, *Natürlichkeit*, Berlin, Walter de Gruyter & Co, 2006, p. 7-16.

³¹⁸ Anne-Marie Bullock, *How do you solve a problem like the « Beefalo »?*, <http://www.bbc.com/news/science-environment-31661920>, 2 mars 2015, (consulté le 3 mars 2015).

planche par ci, une planche par là, conserve son identité.³¹⁹ La conservation dans l'Anthropocène, c'est qu'on a beau créer des zones d'exclusion, une espèce s'introduit par ici, on construit un barrage par là, on obtient bientôt un degré de température supplémentaire, ou alors une pluie acide tombe. Les questions finissent invariablement par se poser : que conserve-t-on, et dans quel but ?

Les logiques volontaristes de la « nouvelle conservation », des « nouveaux écosystèmes », « du pilotage de la biodiversité » montrent que certains acteurs de la conservation essaient de conjurer le sentiment d'impuissance qu'induit l'Anthropocène par l'invention de nouveaux outils de conservation qui proclament : nous aimons le changement, et nous apprenons à « aimer le monstre » que nous avons créé.

Pour reprendre une distinction faite dans le premier chapitre³²⁰, il ressort de cela que les conservateurs de la nature interprètent l'Anthropocène exclusivement comme l'anthropisation du monde. La dimension systémique est passée sous silence, puisque la nature n'est pas protégée en fonction de ses contributions au Système Terre. Elle l'est parce qu'elle a, au choix, une valeur intrinsèque ou une valeur pour l'homme.

La principale difficulté pour le monde de la conservation est qu'il est très mal équipé conceptuellement pour affronter l'effondrement du dualisme entre nature et société qui est impliqué par l'Anthropocène. Les paradoxes présentés ici sont tous consécutifs à une impossibilité à penser le métissage entre ce qui est naturel et ce qui ne l'est pas. S'il est tentant d'éluder la question en ne traitant que de biodiversité, cela ne résout aucun de ces paradoxes.

³¹⁹ Stéphane Ferret, *Le bateau de Thésée: le problème de l'identité à travers le temps*, Paris, Minuit, 1996.

³²⁰ Cf. supra, p. 52.

Deuxième partie

CHAPITRE V

Par-delà le naturalisme

V.1 LE SCIENTIFIQUE ENGAGÉ.

Dans sa conférence de réception du prix Nobel du 8 décembre 1995, Paul Crutzen décrit comment, grâce au travail d'un petit nombre de scientifiques, le monde a pris conscience au début des années 1980 d'un péril environnemental d'une ampleur inédite, et comment la communauté internationale a réagi par la suite avec rapidité et résolution.

Le « trou dans la couche d'ozone » est un exemple dramatique de l'instabilité chimique causée par l'homme, qui s'est développé en un lieu très éloigné des rejets industriels des produits chimiques responsables de ses conséquences. [...] Le caractère sérieux de ce problème mondial a été reconnu par tous les pays du monde et des accords internationaux ont été signés pour arrêter la production de CFC et de halon à partir de cette année. Bien que la relation de cause à effet soit également très claire pour le non-initié, il est décourageant de voir qu'elle n'est pas acceptée par un petit groupe de critiques très bruyant qui n'ont à leur actif aucun résultat important dans ce domaine de recherche. Certains d'entre eux ont même réussi récemment à devenir membres du Congrès américain.³²¹

Utilisés par l'industrie durant tout le XX^e siècle dans de nombreux domaines, en particulier comme réfrigérants, les chlorofluorocarbures (CFC) sont restés célèbres en tant que composants des bombes aérosols. Dans son discours, Crutzen dénonce les dangers de la dissémination de composés nouveaux et pointe des risques inédits. Si

³²¹ Cité à partir de la traduction inédite de D. Bourg et A. Fragnière, *La pensée écologique, op. cit.*, p. 519-520.

l'industrie avait choisi d'utiliser du brome au lieu du chlore, les effets sur la couche d'ozone auraient été cent fois plus importants. « Alors, sans aucune préparation, nous aurions probablement été confrontés à un trou catastrophique dans la couche d'ozone partout et en toute saison ».

Bien que la destruction de la couche d'ozone soit toujours en cours³²², la réaction globale face à ce danger est restée comme un des grands succès internationaux dans le domaine environnemental. Son impulsion initiale est donnée par la recherche scientifique qui, par un travail rigoureux, détermine que les CFC ont un pouvoir destructeur sur l'ozone stratosphérique.³²³ Après un rapport de *l'académie nationale des sciences* (États-Unis) en 1976³²⁴ abondant en ce sens, plusieurs pays, dont les États-Unis, interdisent rapidement l'utilisation des CFC dans les sprays aérosols, dès 1978. Cette proscription est rendue possible par l'existence et la disponibilité de technologies de substitution. L'interdiction n'est cependant pas totale, puisqu'on continue à utiliser les CFC pour la réfrigération. Il faut attendre la convention de Vienne sur la protection de la couche d'ozone en 1985 et le protocole de Montréal de 1987 qui lui fait suite, pour interdire presque totalement l'usage des CFC au sein des 46 pays signataires, puis parmi tous les pays membres de l'ONU.

Le rôle joué par la communauté scientifique aura été décisif, de par son rôle de veilleur, de sentinelle. Le scientifique est le seul à pouvoir détecter ce type de danger et alerter l'opinion publique. Il est encore celui qui, en sa qualité de spécialiste, peut offrir des remèdes. Cette posture est celle du *scientifique engagé*, celui qui, bien qu'ayant dédié sa vie à la science, ne la voit pas comme une institution refermée sur elle-même, mais qui comprend que ses recherches peuvent avoir des implications pour la cité. Crutzen a démontré tout au long de sa carrière à quel point il endossait

³²² Le plus grand trou au dessus de l'Antarctique à ce jour a été observé en 2006.

³²³ Paul Crutzen décrit en 1970 le pouvoir destructeur des oxydes d'azote. En 1974, Frank Rowland et Mario Molino montrent que les CFC se comportent de la même manière que les oxydes d'azote (Hypothèse Rowland-Molino). Ce seront les trois récipiendaires du prix Nobel de Chimie de 1995.

³²⁴ National Research Council (U.S.) (éd.), *Halocarbons, effects on stratospheric ozone*, Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1976.

ce rôle de scientifique engagé. Avant de s'intéresser à l'ozone stratosphérique, ses premières recherches concernaient les conséquences d'un possible hiver nucléaire.

Cette figure du scientifique qui, de par son accès privilégié à un savoir, alerte l'opinion publique d'un danger, est une tradition commencée au XX^e siècle et qui a eu quelques grands noms emblématiques. Il y a bien entendu Rachel Carson, qui a mené un combat solitaire dans la dénonciation des méfaits de la dissémination du DDT, l'insecticide le plus utilisé depuis le début de la seconde Guerre mondiale. Elle a dû subir de violentes calomnies pour son livre, *Printemps silencieux*³²⁵. Il y a aussi le chimiste américain Barry Commoner³²⁶, qui a passé des décennies à alerter des dangers consécutifs à certains développements techniques, que ce soient les essais nucléaires atmosphériques ou la dissémination dans l'environnement de produits de synthèse. Commoner s'est exprimé clairement sur la responsabilité sociale du scientifique d'alerter la société quant aux dangers invisibles que l'utilisation de techniques modernes peut générer.

Dans ses travaux sur l'Anthropocène, Crutzen s'est entouré de scientifiques partageant son souci civique. Johan Rockström est une personnalité publique influente en Suède et Will Steffen a conseillé plusieurs gouvernements australiens sur les moyens de renforcer les liens entre la science et la société. Tous publient ou accordent des interviews dans des journaux grands public.

Le ton des articles, les interviews, la médiatisation, tout cela démontre un besoin de partage au sujet des observations et réflexions autour des changements anthropogéniques. On discerne une certaine fébrilité de la part des géosciences³²⁷ à vouloir diffuser un message au sein de la société civile. Cela n'est d'ailleurs pas l'apanage des chercheurs sur l'Anthropocène, mais est le signe d'une mutation profonde de la manière dont ces disciplines se comprennent elles-mêmes. La prise de conscience du changement climatique a fait qu'elles se voient et se présentent

³²⁵ R. Carson, *Printemps silencieux*, *op. cit.*

³²⁶ Michael Egan, *Barry Commoner and the Science of Survival: The Remaking of American Environmentalism*, Cambridge, Mass., The MIT Press, 2009.

³²⁷ Est entendu ici par géosciences l'ensemble des disciplines qui étudient les processus de surface terrestre, que ce soit l'atmosphère, l'hydrosphère ou la lithosphère.

comme des disciplines de « crise ». Elles s'inspirent des sciences proches de la conservation, et adoptent une rhétorique qui s'en inspire.

À la limite, les travaux techniques concernant la date du commencement de l'Anthropocène, ou sa stratigraphie, s'adressent eux aussi à un public plus large que celui des géologues. Les affirmations sur la fin de l'Holocène ou sur les limites planétaires dépassent largement le cadre scientifique explicatif ou descriptif, et le savoir scientifique est ici produit en vue d'une réaction sociale. En ce sens, l'Anthropocène est un appel social et politique. Il est utilisé comme véhicule médiatique pour propager l'inquiétude d'une communauté. Cette volonté d'être entendu se traduit par l'abandon d'une prose scientifique habituellement plus prudente et sobre. Les affirmations sont de plus en plus alarmantes et se rapprochent plus d'une forme de radicalisme politique.

Le message de nombreux géoscientifiques est d'une cohérence et d'une uniformité remarquable au travers de leurs différents écrits. C'est peut-être dans les textes de Rockström, où il est question des limites planétaires³²⁸, qu'il est le plus explicite. Pour lui, l'Holocène s'apparente à un jardin d'Eden pour l'humanité.³²⁹ Ce sont les conditions de l'Holocène qui ont permis l'agriculture, et c'est la raison pour laquelle il est indispensable de les préserver, ce qui n'est possible que si la Terre reste en dessous des limites qu'il a définies. L'Anthropocène agit ainsi comme un repoussoir. C'est un risque immodéré et un saut dans l'inconnu.

L'argument du basculement est tout aussi alarmant. Nous courons un risque existentiel³³⁰ en mettant la planète sous une pression telle qu'elle menace de basculer dans un régime de fonctionnement différent. Cette rhétorique sur les limites inscrit ces écrits dans une tradition politique occidentale qui remonte à Thomas Malthus, et qui passe aussi par Paul Ehrlich et par le Club de Rome. Mais ce néo-

³²⁸ Cf. supra, p. 142.

³²⁹ J. Rockström, « Bounding the Planetary Future », art cit.

³³⁰ Le terme a été utilisé la première fois, à ma connaissance, par Nick Bostrom, en lien avec l'intelligence artificielle. Voir Nick Bostrom, *Superintelligence: paths, dangers, strategies*, Oxford University Press, Oxford, 2014.

malthusianisme³³¹ est particulier, en ce qu'il est le seul à ne pas parler en termes de ressources. Les limites planétaires n'en sont pas ; ce sont plutôt les conditions même permettant la vie telle que nous la connaissons qui est en jeu. « Nous sommes confrontés à un risque existentiel sans précédent historique. »³³² Une autre différence avec la plupart des malthusiens, club de Rome excepté, est que les auteurs sont bien institutionnalisés et reconnus. Ils travaillent en équipe, ce qui leur permet d'éviter d'être des « loups solitaires », reproche souvent adressé à Malthus, Lovelock ou Ehrlich. Jusqu'à présent, ils ont aussi su éviter tout excès rhétorique, qui aurait miné leur crédibilité.

Si on admet qu'il faut respecter les limites planétaires, que faut-il faire ? Pour Crutzen, les choses sont claires : il est nécessaire d'établir au plus vite une intendance planétaire, sous supervision scientifique. En 2003, il écrivait :

Espérons que la quatrième³³³ phase [prospective] de « l'Anthropocène », qui devrait se développer durant ce siècle, ne sera pas caractérisée par le pillage incessant des ressources terrestres [...], mais plutôt par une gestion environnementale et technologique plus avancée [...] en résumé, par une intendance responsable du Système Terre.³³⁴

Cette idée d'intendance revient comme une litanie, écrit après écrit. Selon un journaliste qui l'interroge en 2011, « son message suggère que nous devrions passer de la croisade à la gestion, pour que nous puissions piloter la trajectoire de la nature de manière symbiotique au lieu d'asservir l'ancien monde naturel. »³³⁵ Et Crutzen n'est pas isolé dans cette démarche. Pour Will Steffen :

³³¹ Nous entendons ici ce terme dans son sens purement descriptif, en tant que doctrine qui prône l'existence d'une limite planétaire, et non dans son aspect prescriptif et souvent péjoratif de contrôle démographique.

³³² J. Rockström, « Bounding the Planetary Future », art cit.

³³³ Cf. supra, p. 31.

³³⁴ Paul J. Crutzen et W. Steffen, « How long have we been in the Anthropocene era? », *Climatic Change*, 2003, vol. 61, n° 3, p. 254-256.

³³⁵ Paul J. Crutzen et Christian Schwägerl, *Living in the Anthropocene: toward a new global ethos*, http://e360.yale.edu/feature/living_in_the_anthropocene_toward_a_new_global_ethos/2363/, 2011, (consulté le 31 mars 2015).

L'humanité entre à présent dans le stade 3 de l'Anthropocène basé sur une conscience croissante de l'impact humain sur l'environnement sur une échelle globale et les premières tentatives de bâtir des systèmes de gouvernance globaux pour gérer les relations de l'humanité avec le Système Terre.³³⁶

Mais que faut-il comprendre par intendance et gouvernance planétaires ? En soi, la notion d'intendance implique seulement une gestion consciente et volontaire sur une échelle globale, mais ne dit rien sur sa mise en œuvre. Le spectre des possibles quant aux moyens de l'intendance est ainsi particulièrement large et contient des types d'interventions totalement différents. Les mécanismes de compensation carbone, ainsi que le marché carbone mis en place dans le cadre du protocole de Kyoto sont des formes de gestion, comme le sont d'ailleurs les réflexions invitant à changer nos modes de vie.

Mais, chez les théoriciens de l'Anthropocène, les moyens avancés sont le plus souvent d'ordre technologique.³³⁷ Il s'agit de gérer de manière directe et délibérée les paramètres clés du Système Terre, en intervenant de manière consciente sur les cycles biogéochimiques. C'est ce qu'on nomme depuis quelques années la géo-ingénierie. Elle regroupe un ensemble de techniques comme la séquestration du carbone, la dissémination dans la stratosphère de particules de sulfates, ou encore l'enrichissement en fer des océans. Toutes ces techniques sont présentées par les inventeurs de l'Anthropocène comme faisant partie intégrante du répertoire de l'intendance planétaire.³³⁸

Si ces solutions s'inscrivent dans un horizon technique et gestionnaire, il est à notre sens exagéré d'y voir un véritable « système hégémonique de représentation du monde comme un tout à gouverner »³³⁹, comme le font Christophe Bonneuil et Jean-

³³⁶ W. Steffen, J. Grinevald, P.J. Crutzen et J.R. McNeill, « The Anthropocene: conceptual and historical perspectives », art cit, p. 856.

³³⁷ A l'exception notable de Johan Rockström, qui propose d'engager un travail sur les valeurs qui structurent nos modes de vie.

³³⁸ W. Steffen, P.J. Crutzen et J.R. McNeill, « The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? », art cit, p. 619 ; Hans-Joachim Schellnhuber, « 'Earth system' analysis and the second Copernican revolution », *Nature*, 1999, vol. 402, p. C23.

³³⁹ C. Bonneuil et J.-B. Fressoz, *L'événement Anthropocène : la Terre, l'histoire et nous*, op. cit., p. 64. Ils ironisent par ailleurs sur les auteurs en les appelant « Anthropocénologues ».

Baptiste Fressoz. À les suivre, on finirait par comparer le Dr. Crutzen au Dr. Folamour. Il est difficile de nier que le scientifique engagé se présente à la société civile en sa qualité de membre d'une « élite éclairée », mais le raisonnement éthique qui sous-tend la démarche est plus proche des réflexions de Habermas sur l'éthique de la discussion que des solutions autoritaires prônées par Hans Jonas.

Par contre, tout indique que cette communauté épistémique entend rejouer avec l'Anthropocène le scénario des CFC et de la couche d'ozone. Portées en partie par les mêmes personnes, les deux questions présentent de nombreuses similitudes. Dans les deux cas, il s'agit de questions environnementales de portée globale, dont l'origine humaine est attestée. Dans les deux cas, ce sont des personnes issues de la communauté scientifique qui mettent en avant un problème. Enfin, dans les deux cas, les motifs et les espoirs sont les mêmes : faire prendre conscience d'un problème, susciter une réponse globale et, le cas échéant, apporter une solution technologique.

Mais l'histoire ne se répète pas, elle bégaie. On ne peut pas dire que le changement global ait suscité jusqu'à présent de réaction sociale ou politique à la hauteur du défi. Refusant le cynisme et le découragement souvent de mise à ce sujet, certains ont pensé que, peut-être, les discours des scientifiques étaient trop abstraits et érudits, et ont proposé des vulgarisations, sous la forme de *résumés pour décideurs*³⁴⁰, en vain.

On peut en effet se demander pour quelles raisons les réactions sociales, politiques et diplomatiques diffèrent à ce point entre le trou dans la couche d'ozone et l'Anthropocène. La portée globale du trou dans la couche d'ozone ne doit pas masquer le fait qu'il a provoqué une réponse extrêmement ciblée. Elle a consisté en une interdiction ciblée d'une technologie, les CFC, pour laquelle il existait déjà, ou a pu être développé rapidement, un substitut technologique inoffensif. Mais d'autres substances détruisent également l'ozone. C'est le cas des oxydes d'azote (NO_x), dont

³⁴⁰ Anthony D. Barnosky, James H. Brown, Gretchen C. Daily, Rodolfo Dirzo, Anne H. Ehrlich, Paul R. Ehrlich, Jussi T. Eronen, Mikael Fortelius, Elizabeth A. Hadly, Estella B. Leopold et others, « Introducing the scientific consensus on maintaining humanity's life support systems in the 21st century: Information for policy makers », *The Anthropocene Review*, 2014, vol. 1, n° 1, p. 78–109.

Crutzen est le spécialiste, et qui sont produits à la fois par les émissions fossiles et par l'utilisation de fertilisants³⁴¹. Personne n'a envisagé à l'époque, ni d'ailleurs n'envisage aujourd'hui, de traité international pour les interdire, puisque les substituts n'existent pas, ou qu'ils impliquent des changements sociétaux très importants.

Dans le cas de l'Anthropocène, la proposition de Crutzen de recourir à la géo-ingénierie a reçu un accueil scientifique et social glacial. Il y a une certaine ironie à ce que la même Académie des sciences, dont le rapport avait provoqué la réaction politique menant à l'interdiction des CFC, se soit montrée extrêmement critique³⁴² concernant l'usage de la géo-ingénierie, allant même jusqu'à réfuter le terme, qui impliquerait, selon elle, qu'on ait une maîtrise suffisante de ces régulations. Selon le rapport, il faut plutôt parler d'interventions climatiques.

Cette apathie du public et des politiques devant les avertissements des scientifiques ainsi qu'un scepticisme devant les solutions de certains d'entre eux, mettent en lumière la limite de l'efficacité sociale du scientifique engagé. Pour son malheur, le répertoire du scientifique se révèle être assez limité. Sa force de persuasion réside avant tout dans les données scientifiques qu'il produit. Et lorsque cela ne suffit pas, il ne peut que rendre ces données plus précises, et en produire plus. Les époux Larrère ont justement remarqué que, dans ces questions, « le régime de vérité change : la question est moins d'apporter une preuve que de donner une compréhension partagée des possibilités et des risques. »³⁴³

Le meilleur exemple en est le *groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (GIEC), qui a élevé le rôle de lanceur d'alertes au rang d'institution. Le GIEC ne fait pas directement de la recherche, mais se base sur les recherches climatiques les mieux reconnues pour produire des rapports d'évaluations

³⁴¹ Cf. supra, p. 138.

³⁴² National Research Council (U.S.) (éd.), *Climate intervention: carbon dioxide removal and reliable sequestration*, Washington, D.C, National Academies Press, 2015.

³⁴³ Catherine Larrère et Raphaël Larrère, *Penser et agir avec la nature : une enquête philosophique.*, Paris, La Découverte, 2015, p. 250.

qui font autorité concernant le changement climatique. Depuis sa création en 1988, il en a produit cinq. Si le contenu des différents rapports est assez similaire, ce qui évolue concerne la mise à jour des données et l'affinement des modèles. Au fil du temps, la précision des données augmente. Par exemple, la probabilité concernant l'origine anthropique de l'augmentation de la température globale grimpe de rapport en rapport. Le rôle de l'homme était jugé *très probable*³⁴⁴ (90 %-100 %) lors du rapport AR4³⁴⁵ en 2007. Il est passé à *extrêmement probable*³⁴⁶ (95 %-100 %) dans le dernier rapport AR5³⁴⁷ publié en 2013, sans que cela ne suscite autre chose que de l'indifférence de la part de la société. Pour l'ancien climatologue Mike Hulme,

il n'est pas trop tôt pour entamer une discussion dont le sujet serait de savoir si le monde aura vraiment besoin en 2020 d'un sixième rapport d'évaluation du GIEC, qui ne serait qu'un écho des cinq autres, ou si il faut quelque chose de fondamentalement différent.³⁴⁸

Si Hulme n'est plus climatologue, c'est qu'il s'est reconverti dans le domaine des sciences humaines. Il pense que les géosciences ont trop longtemps négligé les enseignements des sciences humaines, cette manière de voir « fondamentalement différente ».

V.2 LA BOITE NOIRE.

Le constat de Mike Hulme touche une corde assez sensible. En effet, malgré les appels à des changements *politiques et sociaux* importants et l'accent mis sur l'origine *humaine* du changement global, les géosciences sont, dans l'ensemble, restées sourdes aux travaux des sciences humaines. Nous avons vu que ces dernières sont absentes dans la détermination des critères stratigraphiques de

³⁴⁴ *very likely*

³⁴⁵ Rajendra K. Pachauri et Andy Reisinger, *Climate change 2007 synthesis report: Summary for policymakers*, Geneva, IPCC, 2007, p. 5.

³⁴⁶ *extremely likely*

³⁴⁷ Myles R. Allen, Vicente R. Barros, John Broome, Wolfgang Cramer, Renate Christ, John A. Church, Leon Clarke, Qin Dahe, Purnamita Dasgupta, Navroz K. Dubash et others, *Climate Change 2014 Synthesis Report: Summary for policymakers*, Geneva, IPCC, 2014, p. 4.

³⁴⁸ Mike Hulme, « Meet the humanities », *Nature Climate Change*, 2011, vol. 1, n° 4, p. 178.

l'Anthropocène.³⁴⁹ La « dimension humaine » est aussi le parent pauvre des travaux du GIEC. Une analyse bibliographique a été par exemple faite du rapport d'évaluation AR3 publié par le GIEC en 2001, qui montre une domination très importante des sciences naturelles³⁵⁰. Cette sous-représentation s'accroît encore quand on sait que les citations des sciences humaines concernent surtout l'économie.

Cela est d'autant plus dommageable que la vision systémique des géosciences mène à une conception particulièrement opaque des « activités humaines ». Lorsqu'elles décrivent le fonctionnement du Système Terre, elles font souvent appel à un diagramme Bretherton. Développé par Francis Bretherton et inclus dans un ouvrage de référence des sciences de la Terre³⁵¹, ce schéma présente une version simplifiée de la « machinerie planétaire ». Les « activités humaines » y sont représentées par un compartiment unique situé sur la droite, une *boîte noire* qui agit sur le reste du système par des entrées et sorties, mais dont le fonctionnement interne reste un mystère.

³⁴⁹ Cf. supra, p. 51.

³⁵⁰ Andreas Bjurström et Merritt Polk, « Physical and economic bias in climate change research: a scientometric study of IPCC Third Assessment Report », *Climatic Change*, septembre 2011, vol. 108, n° 1-2, p. 1-22.

³⁵¹ Francis Bretherton, *Earth System Sciences: A Closer View*, Washington, D.C., Earth System Sciences Committee, NASA, 1988.

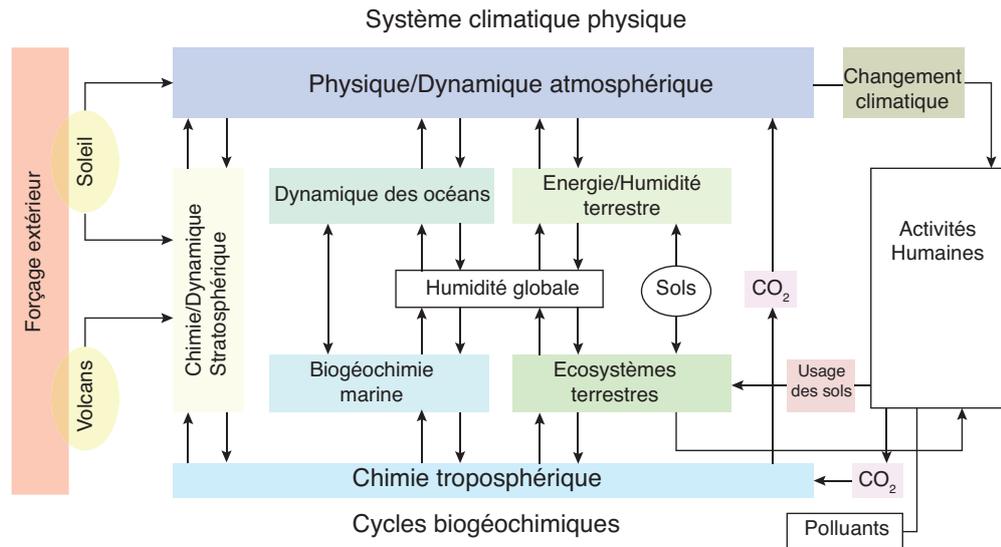


Figure 17 Le diagramme de Bretherton, tel qu'il est originellement présenté par Francis Bretherton. Il s'agit d'une représentation simplifiée du fonctionnement du Système Terre.
Source : Bretherton, 1998

Bien que ce diagramme soit assez ancien, puisqu'il remonte à 1988, il est encore souvent utilisé.³⁵² Néanmoins, le besoin d'une compréhension plus fine de l'aspect humain s'est bientôt fait sentir, notamment en 2001, lorsqu'une volonté d'ouverture vers les sciences humaines au sein de programmes interdisciplinaires s'est fait jour. On le voit bien dans la grande conférence des géosciences *Challenges of a Changing Earth : Global Change*, qui a eu lieu en 2001 à Amsterdam, la même qui consacrait Gaïa. Dans son appel final, on lit :

[ces nouveaux programmes internationaux interdisciplinaires] vont s'appuyer fortement sur les disciplines scientifiques existantes et nouvelles du changement global. Elles vont intégrer, de manière interdisciplinaire, les différentes problématiques environnementales et du développement et les sciences naturelles et les sciences sociales [...]³⁵³

Il ne s'agit pas ici de pure rhétorique. Le programme de la conférence reflète bien cette volonté d'aborder de front des questions sociétales. Les sujets abordés concernaient le cycle du carbone, mais aussi des questions d'usage des sols, d'agro-

³⁵² Rockström référence souvent le livre. Un exemple plus compliqué se trouve chez H.-J. Schellnhuber, « 'Earth system' analysis and the second Copernican revolution », art cit, p. C21.

³⁵³ Will Steffen, Jill Jäger, David Carson et Clare Bradshaw (éds.), « The Amsterdam declaration on global change », art cit C'est cette même déclaration qui légitime la théorie Gaïa.

écologie, de biodiversité, de transformations industrielles, de résilience culturelle face au changement, etc.³⁵⁴

C'est sur cette volonté interdisciplinaire que s'est défini le *programme international sur les dimensions humaines du changement global*³⁵⁵ (IHDP), qui a eu plusieurs projets en commun avec l'IGBP. Ces deux programmes sont désormais appelés à s'intégrer dans une plateforme commune, dénommée *Future Earth*, en phase de lancement. Cette dernière a lancé un nouvel « appel aux armes »³⁵⁶ aux sciences humaines et leur demande de rejoindre les sciences naturelles pour permettre « une analyse intégrée et multidisciplinaire de l'Anthropocène »³⁵⁷.

V.3 COMMENT CONSTRUIT-ON UN PONT ?

V.3.1 L'APPROCHE SYSTEMIQUE.

Comment se déroule, en pratique, ce travail interdisciplinaire ? Comment s'y prend-on pour faire travailler ensemble un économiste et un écologue ? On peut trouver un exemple de cette interdisciplinarité au sein du *centre de la résilience de Stockholm*³⁵⁸, dont le directeur est Johan Rockström. Il y a là une équipe interdisciplinaire qui modélise des systèmes socio-écologiques (SES), non pas au niveau global, mais de manière plus localisée. Ses membres sont aussi bien des biologistes, des informaticiens, des physiciens que des sociologues, des économistes ou des politologues. Ces chercheurs travaillent sur des modèles numériques qui intègrent à la fois des variables naturelles et sociales. Par exemple, ils ont cherché à comprendre les fluctuations et les raisons de l'effondrement des effectifs de morue en mer Baltique. Le modèle qu'ils ont construit intègre aussi bien des composantes écologiques, sous la forme de liens de compétitions et de prédatations entre différentes

³⁵⁴ Will Steffen, Jill Jäger, David Carson et Clare Bradshaw (éds.), *Challenges of a Changing Earth: Proceedings of the Global Change Open Science Conference, Amsterdam, The Netherlands, 10-13 July 2001*, Berlin, Heidelberg, Springer Science & Business Media, 2002, p. VII-XII.

³⁵⁵ International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP)

³⁵⁶ *A call to arms.*

³⁵⁷ Gisli Palsson, Bronislaw Szerszynski, Sverker Sörlin, John Marks, Bernard Avril, Carole Crumley, Heide Hackmann, Poul Holm, John Ingram, Alan Kirman et others, « Reconceptualizing the 'Anthropos' in the Anthropocene: Integrating the social sciences and humanities in global environmental change research », *Environmental Science & Policy*, 2013, vol. 28, p. 3-13.

³⁵⁸ Stockholm Resilience Centre

espèces de poissons, que des paramètres sociaux, comme le prix du poisson, les quotas de pêche, etc., donnant au final ce qu'ils nomment un modèle socio-écologique marin.³⁵⁹ Cette approche systémique est justifiée théoriquement à partir d'un diagramme de Bretherton. On y retrouve la boîte noire unique libellée « Dimensions humaines (comportement des agents, dynamique de marché et institutions) »³⁶⁰.

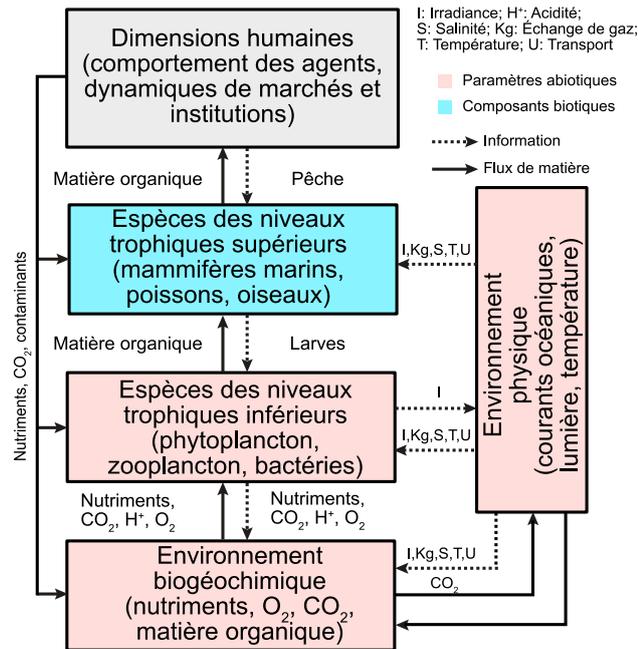


Figure 18 Le diagramme de Bretherton employé pour le modèle socio-naturel des effectifs de morue. Source : Österblom, 2013

Ce qu'on voit dans cette approche, c'est que l'ouverture des sciences naturelles se fait ici selon une modalité bien précise. Elle ne s'applique qu'aux sciences humaines qui présentent un monde social objectivé et quantifié, régi par un ensemble de lois causales, et donc susceptible de s'interfacer et de se coordonner avec les sciences

³⁵⁹ Henrik Österblom, Andrew Merrie, Marc Metian, Wiebren J. Boonstra, Thorsten Blenckner, James R. Watson, Ryan R. Rykaczewski, Yoshitaka Ota, Jorge L. Sarmiento, Villy Christensen et others, « Modeling Social—Ecological Scenarios in Marine Systems », *BioScience*, 2013, vol. 63, n° 9, p. 735–744 ; Steven J. Lade, Susa Niiranen et Maja Schlüter, « Generalized modeling of empirical social-ecological systems », *arXiv preprint arXiv:1503.02846*, 2015.

³⁶⁰ H. Österblom, A. Merrie, M. Metian, W.J. Boonstra, T. Blenckner, J.R. Watson, R.R. Rykaczewski, Y. Ota, J.L. Sarmiento, V. Christensen et others, « Modeling Social—Ecological Scenarios in Marine Systems », art cit, p. 737.

naturelles par des flux d'entrée et de sortie, par exemple, les prélèvements de la pêche.

V.3.2 LES SCIENCES HUMAINES COMME OUTILS INCITATIFS.

Une seconde modalité d'interdisciplinarité a déjà été évoquée plus haut, dans l'exemple du GIEC, et repose sur la même logique de la boîte noire. Au sein du rapport AR3, la « dimension humaine » est traitée avant tout sous l'angle incitatif ou coercitif. L'économie a les faveurs de cette approche gestionnaire, puisqu'elle dispose de toute une panoplie d'outils incitatifs : taxes, subventions, marchés, etc. Dans le même ordre d'idée, la psychologie sociale et comportementale essaie de modifier les comportements pour les rendre plus socialement utiles. Il s'agit d'amener les personnes à avoir des comportements plus « écologiques » de manière librement consentie. Les psychologues comportementaux qui défendent cette approche se veulent pragmatiques. Pour eux, la « prise de conscience » est un moyen inefficace pour susciter un changement sociétal. Pour les psychologues Fabien Girandola, Françoise Bernard et Robert-Vincent Joule,

attendre que l'information et l'éveil des consciences changent les attitudes et que de nouveaux comportements durables se mettent en place est trop incertain et prend trop de temps : explorer aujourd'hui de nouvelles pistes ayant un impact direct sur les comportements semble plus efficace.³⁶¹

Ces « nouvelles pistes » font appel à la théorie de la communication engageante. Situé quelque part entre persuasion et engagement, l'acte préparatoire, ou encore pied-dans-la-porte, consiste à demander d'abord peu, puis davantage, pour obtenir le comportement attendu.

Le point commun de ces techniques est qu'elles font l'économie d'un travail sur les valeurs et les fins. Elles agissent en tant que purs moyens et sont par conséquent le « volet humain » idéal d'une intendance planétaire. Elles cherchent à être fluides au niveau social par l'esquive des interdictions. Par là, l'interdisciplinarité, telle que la conçoivent les géosciences, s'adresse à nouveau à un type particulier de sciences

³⁶¹ Fabien Girandola, Françoise Bernard et Robert-Vincent Joule, « Développement durable et changement de comportement: applications de la communication engageante » dans *Psychologie et développement durable*, Paris, In press, 2010, p. 226.

humaines, qui travaillent à partir de l'intérêt rationnel individuel des personnes, pouvant être modélisé, influencé, etc. Par contre, les savoirs interprétatifs et critiques en sont toujours exclus.

Pour résumer, on peut distinguer trois modalités principales de l'ouverture vers les sciences humaines. La première part d'une volonté de collaboration réelle, mais sous l'égide du paradigme systémique adopté par les géosciences. Son avantage est de permettre une division des compétences, avec des boîtes reliées entre elles par des paramètres quantifiés. Le rôle des sciences sociales y est de décrire plus finement la boîte « dimension humaine ». La seconde modalité demande aux sciences humaines de trouver des leviers de régulation de cette même boîte. Elle cherche des solutions sociales, dans une logique de gestion sur le principe de la carotte et du bâton. Enfin, un troisième type de collaboration se trouve dans le rôle de passeur ou de vulgarisateur, comme porte-parole du scientifique engagé.

Ces approches peuvent donner quelques résultats intéressants et certains s'enthousiasment sur les possibilités nouvelles de collaboration, surtout les deux premières modalités. Le géographe anglais Noel Castree, se montre par exemple prudemment optimiste.³⁶² Selon lui, il est temps pour les sciences humaines de ne pas rester en marge de ces questions. Intégrer ces programmes de recherches internationaux, signifie aussi accéder à ses financements et avoir la possibilité d'influencer les discours, qui font souvent autorité, qui en sortent.

Nombreux seront ceux qui ne reconnaîtront dans les descriptions ci-dessus qu'une version désincarnée de ce que sont les sciences humaines. La subordination méthodologique aux sciences naturelles ne fait aucune place à ce qui fait la saveur, l'intérêt et la force de ces sciences, c'est-à-dire un travail véritable sur les valeurs et les fins, une dimension critique, réflexive et interprétative, et un pluralisme méthodologique. Peut-on véritablement traiter des « activités humaines » en faisant l'impasse sur les finalités, le sens, l'éthique, les valeurs, les visions du monde, ou encore les relations de pouvoir ? Comme elles le reconnaissent par ailleurs

³⁶² Noel Castree, « The Anthropocene and the Environmental Humanities: Extending the Conversation », *Environmental Humanities*, 2014, vol. 5, p. 233-260.

volontiers, les sciences naturelles sont particulièrement mal outillées pour traiter de ces questions. En ce sens, ces tentatives, malgré une bonne volonté réciproque, sont une mécompréhension entre les sciences naturelles et humaines, ce que Charles Percy Snow a appelé les « deux cultures ».

V.3.3 LES DEUX CULTURES.

Dans une conférence à Cambridge qui a fait date, en 1959, le physicien, mais aussi romancier Charles Percy Snow déplore une division fondamentale de la société lettrée. Il décrit le monde académique comme se regroupant autour de deux archétypes bien distincts : d'un côté, les personnes ayant des affinités pour les intellectuels littéraires, les « intellectuels ». De l'autre côté, les scientifiques, avec les physiciens comme représentants éminents. Entre ces deux pôles, Snow ne voit que de l'incompréhension, voire de l'hostilité et de la dérision et surtout de l'ignorance, puisque les deux collectivités ne se réfèrent qu'à leur propres tradition et méthodes et forment ainsi des cultures autonomes. Son propos est illustré par une anecdote :

J'ai bien des fois assisté à des réunions de personnes qui, d'après les critères de la culture traditionnelle, étaient considérées comme très évoluées, et qui s'étonnaient toutes, avec beaucoup de verve, de ce que les scientifiques fussent si incultes. Il m'est, en une ou deux occasions, arrivé de m'irriter de ces propos et de demander qui, de toute cette honorable compagnie, était capable de dire en quoi consistait la deuxième loi de la thermodynamique. Ma question jeta un froid dans l'assistance et resta sans réponse : c'était pourtant, dans le domaine de la science, à peu près l'équivalent de « Avez-vous lu l'œuvre de Shakespeare? ».³⁶³

De manière presciente, Snow perçoit en cette ignorance et ce dédain mutuels un danger et un obstacle majeurs pour résoudre les problèmes contemporains.

Par commodité, on explique l'existence des deux cultures par le besoin de spécialisation de tout chercheur et l'impossibilité de suivre toutes les avancées actuelles. L'extrait de la conférence ci-dessus montre, cependant, que c'est autre chose que Snow dénonce ; il y parle d'une forme d'illettrisme basique ou de mépris.

³⁶³ Charles Percy Snow, *Les deux cultures, suivies de Supplément aux deux cultures*, traduit par Claude Noël, Paris, J.J. Pauvert, 1968 [1959], p. 29.

Son constat est celui de deux manières d'appréhender le monde, aux buts et aux méthodologies parfois différents.

Le clivage entre les deux cultures s'est durci depuis la conférence de Snow avec la parution en 1962 du livre de Thomas Kuhn *La structure des révolutions scientifiques*.³⁶⁴ Sans pouvoir détailler ici les ramifications de cette œuvre majeure, sa description de la progression scientifique non pas comme une accumulation de faits, mais comme une succession de révolutions qui imposent à chaque fois un nouveau paradigme, a crispé les sciences naturelles. La raison principale en est le constructivisme qui en découle, avec des développements ultérieurs postmodernistes qui présentent les résultats scientifiques comme des constructions sociales qui ne peuvent pas prétendre à une vérité objective. S'en sont suivi de véritables *science wars*, un ensemble d'escarmouches avec les tenants du réalisme scientifique qui culmina avec l'affaire Sokal.³⁶⁵

Pour l'ensemble des disciplines concernées par les questions environnementales, cet affrontement est déraisonnable et représente un danger. L'établissement de ponts y est indispensable. Mais, pour filer la métaphore, les problèmes viennent surtout du choix des matériaux et de la qualité de la réalisation. Les passerelles indiquées plus haut sont bien trop fragiles.

L'Anthropocène peut-il être ce pont ? Créé au sein d'un groupe interdisciplinaire, sa fonction première est, depuis sa conception, l'établissement d'un vocabulaire commun. Il sert ainsi *de facto* de passerelle entre différentes sciences naturelles. Il se pare d'atours rhétoriques pour séduire les sciences humaines. Il remet littéralement l'homme au centre, dans un geste qui évoque l'humanisme de la Renaissance, même si cela ne saurait évidemment suffire à relier les sciences naturelles et humaines.

³⁶⁴ Thomas S. Kuhn, *La structure des révolutions scientifiques*, traduit par Laure Meyer, Nouv. éd. augm. de 1970 et revue par l'auteur, Paris, Flammarion, 2014 [1962].

³⁶⁵ Du nom du physicien Alan Sokal, ce dernier parvint à faire publier un article dans *Social Text*, une revue postmoderne critique, alors qu'il ne s'agissait que d'un canular fait pour dénoncer le manque de rigueur scientifique de la revue.

Ce qui rend les deux premiers ponts – intégration du paradigme systémique et porte-parole – présentés ci-dessus fragiles, c'est qu'ils ne permettent qu'une circulation à sens unique qui suit le tracé du contexte de découverte. Les chemins qui partent des cycles biogéochimiques mènent inexorablement à l'homme. Mais, d'un point de vue épistémologique, il s'agit d'un contresens, puisque les causalités suivent le chemin inverse. Ce sont les comportements collectifs humains qui font émerger une force géologique qui façonne ensuite le changement global. Si l'on se penche ensuite sur les conséquences de ce changement, ce sont bien des humains, même si ce ne sont pas les seuls, qui vont les subir. Et l'intendance planétaire, si elle a lieu, aura aussi une origine humaine. Vu ainsi, l'Anthropocène est donc *aussi* une catégorie sociale et existentielle, et doit être traité *aussi* par les sciences humaines.³⁶⁶ Qu'une vision plus profonde de l'homme soit nécessaire semble en tout cas faire son chemin même parmi les géosciences. Dans un autre (encore un !) appel plus récent aux sciences humaines, on lit :

La recherche dominée par les sciences naturelles doit effectuer une transition vers une recherche impliquant toute la gamme des sciences naturelles et humaines. Un mélange plus équilibré de recherche disciplinaire et interdisciplinaire est nécessaire qui implique activement les preneurs de décision.³⁶⁷

Ce qui est un peu surprenant dans la multiplication de ces appels, c'est que les sciences humaines ont investi les questions environnementales depuis déjà au moins deux générations et qu'elles peuvent s'appuyer sur une tradition établie.

V.4 LES HUMANITES ENVIRONNEMENTALES.

L'intérêt pour les interactions entre l'homme et son environnement est manifeste chez pratiquement toutes les sciences humaines. L'anthropologie fait figure ici de

³⁶⁶ Pour des auteurs défendant ce point de vue: Andreas Malm et Alf Hornborg, « The geology of mankind? A critique of the Anthropocene narrative », *The Anthropocene Review*, 2014 ; Eva Lövbrand, Silke Beck, Jason Chilvers, Tim Forsyth, Johan Hedrén, Mike Hulme, Rolf Lidskog et Eleftheria Vasileiadou, « Taking the human (sciences) seriously: Realizing the critical potential of the Anthropocene », Glasgow, 2014.

³⁶⁷ W. V. Reid, D. Chen, L. Goldfarb, H. Hackmann, Y. T. Lee, K. Mokhele, E. Ostrom, K. Raivio, J. Rockström, H. J. Schellnhuber et others, « Earth system science for global sustainability: grand challenges », *Science*, 2010, vol. 330, n° 6006, p. 917.

pionnière, puisqu'il existe une écologie culturelle à partir des années 1950, suivie d'une écologie anthropologique dans les années 1960 et plus récemment d'une écologie historique. Cela fait déjà plus de quarante années qu'il existe des éthiques environnementales. *Idem* pour l'histoire environnementale. Presque chaque discipline compte aujourd'hui un sous-domaine « environnemental » ou « écologique ». Il existe une écologie politique, une écopsychologie, une écocritique, etc. Les sujets abordés sont très variés : des philosophes discutent de questions de justice globale et intergénérationnelle, des économistes inventent des marchés carbone et déterminent des prix pour les services écosystémiques, des historiens font des biographies de fleuves, ou retracent l'histoire des maladies, etc.

Ce que toutes ces sous-disciplines ont en commun, c'est un paradigme nouveau qui met quelque peu en sourdine la revendication fréquente et parfois identitaire des sciences humaines sur l'autonomie totale du monde social face à son environnement. Mais elles restent des sciences humaines et évitent l'excès inverse qui serait de nier la spécificité de ce qu'est l'homme, en le renaturalisant.

Depuis quelques années maintenant, il est de coutume de regrouper ces recherches en sciences sociales et humaines sous le nom *d'humanités environnementales*.³⁶⁸ Si de manière classique, les *humanités* désignent l'enseignement des arts libéraux, il s'agit ici plutôt d'un anglicisme, puisque le terme est apparu d'abord dans le monde anglo-saxon. Le sens en est différent d'avec le français, puisqu'en anglais, les *humanities* regroupent de manière large toutes les disciplines ayant trait à la culture humaine.

L'appellation jouit d'une popularité croissante. L'Université de Stanford a ainsi une plateforme appelée *Environmental Humanities Project*³⁶⁹. Sa consœur californienne de Princeton a un programme de recherche appelé *the Environmental Humanities Initiative*³⁷⁰. L'Europe n'est pas en reste. L'institut royal de Stockholm accueille le laboratoire des humanités environnementales (KTH)³⁷¹. En France, il revient à l'Université de Versailles St-Quentin en Yvelines et au Muséum d'Histoire Naturelle d'avoir mis en place le *portail francophone des humanités*

³⁶⁸ Ou plus rarement *humanités écologiques*.

³⁶⁹ <http://ehp.stanford.edu>

³⁷⁰ <http://www.princeton.edu/pei/ehp/about/>

³⁷¹ *Environmental Humanities Laboratory*, <http://www.kth.se/en/abe/inst/philhist/historia/ehl>

environnementales. On y établit sobrement : « Les humanités environnementales désignent un ensemble de disciplines dont l'origine tient aux enjeux environnementaux et climatiques des dernières décennies. »³⁷² Rassembleuse, cette définition a l'inconvénient de ne pas être très substantielle. C'est pourquoi la revue *Environmental Humanities*, basée à Sydney et créée en 2012, met l'accent sur les implications sociales des questions environnementales.

L'émergence des humanités environnementales est une contribution à la volonté croissante d'investir l'environnement à partir des sciences humaines et sociales [...] Dans beaucoup de ces disciplines, ce qui passait traditionnellement pour des « questions environnementales » s'est révélé être emmêlé de manière inextricable avec des façons humaines d'être au monde, et des questions plus générales de politique et de justice sociale.³⁷³

Le terme d'intrication a ici son importance. Il ne s'agit en effet pas de réduire l'environnement à une construction sociale, mais de resituer et redéfinir l'homme en termes écologiques. Ainsi, « au lieu d'envisager une nature physique associée à une culture humaine distincte, les humanités environnementales fondent leur approche sur les ontologies interconnectées, à savoir un ensemble de réseaux associant les êtres humains et non humains. »³⁷⁴ Autrement dit, il s'agit de chercher à comprendre de concert l'homme et son environnement.

À cette première tâche, s'ajoute une seconde. Selon la philosophe écoféministe australienne Val Plumwood, parfois présentée comme figure tutélaire des humanités environnementales, il est fondamental de repenser notre rapport aux non-humains au travers d'une éthique environnementale :

La première est apparemment la plus urgente et évidente, la tâche de la prudence, l'autre est présentée comme optionnelle ou surrogatoire, la sphère inessentielle de

³⁷² *Portail des Humanités environnementales*, <http://humanitesenvironnementales.fr/>, (consulté le 27 mars 2015).

³⁷³ Deborah Bird Rose, Thom van Dooren, Matthew Chrulew, Stuart Cooke, Matthew Kearnes et Emily O'Gorman, « Thinking through the environment, unsettling the humanities », *Environmental Humanities*, 2012, vol. 1, n° 1, p. 1.

³⁷⁴ « Portail des Humanités environnementales », art cit.

l'éthique. Mais ceci est une erreur majeure ; les deux tâches sont interconnectées, et ne peuvent pas être traitées correctement isolée l'une de l'autre.³⁷⁵

Cette seconde tâche est le complément de la première, en ce qu'elle questionne non pas le mode d'être au monde, mais les modalités de l'agir. Pour Plumwood, la racine du problème se situe dans notre anthropocentrisme, qui découle directement du partage moderne entre nature et société. Cette seconde définition place les humanités environnementales de façon plus résolue sur le terrain des valeurs et des fins. Elle ouvre largement le champ aux savoirs interprétatifs et critiques et à la philosophie.

La définition de tâches est aussi une occasion de clarification vis-à-vis des sciences naturelles. On l'a vu, la collaboration que ces dernières envisagent se réduit parfois à se servir des sciences humaines comme d'une agence de relations publiques. Mais cela est une mécompréhension. La revue *Environmental Humanities* écrit encore :

En termes généraux, les approches qui se regroupent sous la bannière des humanités environnementales ont rejeté de manière explicite la manière dont le travail des sciences sociales et humaines a été défini comme étant « non-scientifique », avec comme rôle principal d'être le médiateur entre les sciences et le « public ».³⁷⁶

Cet espoir a d'ailleurs toujours été quelque peu infondé. Si la rhétorique est bien un art libéral, cette seule raison peut-elle suffire pour que les sciences humaines, plus que les sciences naturelles, aient la vocation ou le talent de persuader le public d'une cause ? Il arrive bien entendu que des humanistes environnementaux reprennent des thèses, des discours ou des résultats des géosciences. Le militantisme y existe parfois, mais on ne saurait pour autant réduire les sciences humaines à ce rôle de vulgarisateur. Ce qui nourrit peut-être cette espérance, c'est la croyance que les sciences naturelles sont toujours des disciplines spécialisées, alors que certaines

³⁷⁵ Val Plumwood, *Environmental Culture: The Ecological Crisis of Reason*, Londres, Routledge, 2001, p. 9.

³⁷⁶ D.B. Rose, T. van Dooren, M. Chrulew, S. Cooke, M. Kearnes et E. O'Gorman, « Thinking through the environment, unsettling the humanities », art cit, p. 2.

sciences humaines croisent plus facilement les disciplines et tissent plus de liens entre elles.

V.5 CONCLUSION.

Ce chapitre a montré de quelle manière les sciences naturelles environnementales interagissent d'un côté avec la société, et de l'autre côté comment elles voudraient le faire avec les sciences humaines. Les sciences du Système Terre décrivent l'Anthropocène à partir du paradigme systémique, qui travaille à partir de données quantifiables et qui sépare de manière stricte le sujet et l'objet. L'interaction qui en résulte avec les sciences humaines s'est révélée plus ou moins heureuse. Selon cette logique, l'interdisciplinarité idéale sépare les tâches par compétences. Malheureusement, les questions soulevées par l'Anthropocène sont souvent rétives à ce découpage en boîtes. Dans ce contexte, la raison d'être des humanités environnementales est, d'une part de pointer les limites de l'approche naturaliste et, d'autre part d'offrir une vision plus riche de l'humanité qu'une boîte de Bretherton. Ces approches non-naturalistes vont se révéler très fertiles pour déconstruire, critiquer et proposer des alternatives au récit qui introduit l'Anthropocène.

CHAPITRE VI

Le récit naturaliste : un Léviathan aux pieds d'argile

Dans les questions environnementales, le temps est souvent sous-jacent, alors que les considérations spatiales semblent être au premier plan. On parle en termes d'hectares de déforestation, de destruction d'habitats, etc. Les réserves naturelles et les parcs sont des zones de protection spatiale. Pourtant, l'environnement est quelque chose qui se transmet, un patrimoine qui perdure dans la durée. L'Anthropocène, en tant qu'échelle temporelle, insiste à nouveau sur la dimension diachronique des changements environnementaux. Ce chapitre décrit de quelle manière nous nous approprions le temps, comment nous lui donnons un sens, et comment le récit de l'Anthropocène en conditionne la signification.

VI.1 L'APPROPRIATION HUMAINE DU TEMPS.

Dans le premier tome de *Temps et Récit*, Paul Ricœur construit une théorie du récit historiographique en se basant sur deux textes antiques, le livre XI des *Confessions* de Saint Augustin, et la *Poétique* d'Aristote. Son point de départ est la perplexité de Saint Augustin devant la question du temps. En effet, durant l'Antiquité, les arguments philosophiques autour de l'existence et de la mesure du temps mènent à des apories. D'un côté, nous savons que le temps existe. Nous réfléchissons et agissons comme si le temps existait, et Augustin appuie cette certitude sur l'étude du langage. Mais, de l'autre côté, le temps ne saurait exister, selon un argument sceptique bien connu ; le futur n'existe pas encore, mais le passé

n'est déjà plus. N'y aurait-il qu'un présent éternel ? Lui-même est fuyant, puisqu'il ne demeure pas.

Saint Augustin affronte la question de la manière suivante. Il part d'une considération ontologique, ou plus précisément d'une considération spatiale. Si le passé n'est pas, mais que nous faisons comme si il était, *où* est-il ? La solution qu'il avance est de dire : le passé est en nous. Le passé est une empreinte laissée dans notre esprit. Il en va de même pour l'avenir, qui est aussi en nous. Lorsque nous anticipons ce qui va arriver, nous avons une « préperception », en nous. C'est ainsi qu'Augustin distingue entre un temps externe, chronologique, et un temps interne, le temps vécu. Il structure ce dernier selon sa thèse du « triple présent ». Pour pouvoir interioriser le temps, l'âme le « distend » et il devient triple : il y a le passé du présent, le présent du présent, et le futur du présent, qu'on pourrait rendre de manière plus simple par mémoire, attention et attente. Toute action humaine s'inscrit dans cet horizon triple, qui définit la structure phénoménologique temporelle. Saint Augustin prend comme exemple un chant.

Avant que je commence, mon attente se tend (*tenditur*) vers l'ensemble de ce chant ; mais quand j'ai commencé, à mesure que les éléments prélevés de mon attente deviennent du passé, ma mémoire se tend (*tenditur*) vers eux à son tour ; et les forces vives de mon activité (*actionis*) sont *distendues* (*distenditur*), vers la mémoire à cause de ce que j'ai dit, et vers l'attente à cause de ce que je vais dire. Néanmoins mon *attention* (*attentio*) est là, présente ; et c'est par elle que transite (*traicitur*) ce qui était futur pour devenir passé. Plus cette action avance, avance (*agitur et agitur*), plus s'abrège l'attention et s'allonge la mémoire, jusqu'à ce que l'attente tout entière soit épuisée, quand l'action tout entière est finie et a passé dans la mémoire.³⁷⁷

Ricœur interprète ce passage en disant que l'action oblige l'âme à être de plus en plus clivée entre les trois modalités du présent. C'est ainsi qu'apparaît une nouvelle énigme : bien que l'intention soit unique, chanter dans l'exemple, l'action pour la réaliser introduit une discordance de l'âme au travers de sa distension de plus en plus grande. Pour Ricœur, cette nouvelle énigme n'est pas une impasse, mais une avancée décisive.

³⁷⁷ Nous soulignons. Saint Augustin, *Les Confessions*, (28, 38), cité dans Paul Ricœur, *Temps et récit*, tome 1, Paris, Seuil, 2006 [1983], p. 46-47.

Mais c'est précisément en tant qu'énigme que la résolution de l'aporie de la mesure est précieuse. La trouvaille inestimable de saint Augustin, en réduisant l'extension du temps à la distension de l'âme, est d'avoir lié cette distension à la faille qui ne cesse de s'insinuer au cœur du triple présent : entre le présent du futur, le présent du passé et le présent du présent. Ainsi voit-il la discordance naître et renaître de la concordance même des visées de l'attente, de l'attention et de la mémoire.³⁷⁸

Cette discordance est-elle un problème ? Sans doute, et Ricœur pense que l'âme va chercher à la résorber au travers de la narration. Les traits essentiels d'un récit sont, d'une part, de former une unité et, d'autre part, de donner un sens aux événements. Cette harmonisation va permettre de ramener la cohérence dans notre expérience temporelle. C'est ainsi que, selon Ricœur, c'est au travers du récit, et non pas grâce à sa mesure, que l'être humain s'approprie le temps.

Le temps devient temps humain dans la mesure où il est articulé sur un mode narratif, et que le récit atteint sa signification plénière quand il devient une condition de l'existence temporelle.³⁷⁹

Par quel mystère le récit opère-t-il ce miracle ? Pour l'expliquer, Ricœur va faire appel au second texte, la *Poétique* d'Aristote, dévolu à l'art poétique. Le Stagirite y reprend l'idée de Platon que l'art poétique est une imitation (*mimésis*). Le récit est ainsi une activité mimétique qui vise à la reproduction de l'expérience temporelle. Mais il doit le faire au moyen d'un détour, qui est l'intrigue. Ce détour a des caractéristiques très différentes de l'expérience temporelle. Si l'imitation est bien une reproduction, elle ne cherche pas pour autant à être fidèle au temps chronologique, mais travaille à mettre de l'ordre entre les événements. Un récit ne fonctionne pas comme un dictaphone qui enregistre fidèlement les conversations, les blancs et les silences, mais il décrit le temps au moyen de sa structure interne. Cela se fait au moyen de la mise en intrigue (*muthos*), qu'Aristote définit comme étant « l'agencement des faits en système ». Cet ordonnancement va ramener la cohérence et donc la concordance. « Ainsi, le *muthos* tragique s'élève comme la solution poétique du paradoxe spéculatif du temps, dans la mesure même où l'invention de

³⁷⁸ *Ibid.*, p. 49.

³⁷⁹ *Ibid.*, p. 105.

l'ordre est mise en place à l'exclusion de toute caractéristique temporelle ». ³⁸⁰ Ce que Ricœur veut dire ici, c'est que si l'ordre introduit par le narrateur est une imitation du temps, il ne l'est que par analogie, puisque l'ordre a une nature formelle et non pas temporelle.

Le récit est infidèle à la chronologie sur au moins deux points. Premièrement, il ne va pas chercher à rendre compte du temps qui s'écoule sans événements, mais va se concentrer sur le déroulement d'actions, qui formeront les épisodes du récit. Deuxièmement, si la suite des épisodes forme bien l'aspect mimétique du temps, par transit, il ne suffira pas de simplement sérier ces épisodes chronologiquement pour former le récit.

La fonction de la mise en intrigue est de rendre le récit intelligible. C'est ce qui fait que l'histoire se laisse suivre. Le déroulement des épisodes forme l'aspect mimétique du temps, par transit, tandis que la structure du récit forme le tout. Elle traite à la fois du passé, du présent et du futur et permet de comprendre l'histoire entière selon un thème, une pensée. Le sens global de l'histoire est fourni par la structure du récit. Pour être un récit, il faut plus qu'une série arbitraire ; il faut que le récit forme un tout *intelligible*. Composer l'intrigue, c'est faire surgir l'intelligible de la série des épisodes. Pour qu'ils soient vraisemblables, les épisodes n'arrivent pas les uns après les autres, mais les uns *à cause* des autres. Le rôle de la structure narrative est ainsi d'intégrer un épisode particulier au sein de l'histoire, d'établir un lien entre les deux. Une mise en intrigue sera d'autant plus réussie si la structure du récit, l'ordre des épisodes, forme un tout intelligible. C'est ainsi que le thème, ou sens de l'histoire émergera plus de la structure du récit que du contenu des épisodes.

Le récit a été défini comme un ensemble d'épisodes décrivant des actions et des événements, mais dans la *Poétique*, ces actions et ces événements font toujours intervenir des êtres humains. L'action est humaine, et le récit contient des caractères et des personnages qui agissent et subissent au long de l'histoire. Mais, comme nous allons le voir plus loin, cela n'est pas ou peu le cas dans le récit de l'Anthropocène, comme d'ailleurs dans la plupart des récits savants. La naissance de l'Univers ne

³⁸⁰ *Ibid.*, p. 79.

contient pas de personnages ni de caractères. Peut-on, dans ce cas, continuer d'utiliser les catégories narratives qui viennent d'être décrites ? Selon Ricœur, cela ne pose pas de problèmes particuliers. Dans le cas de récits savants, il s'agit alors de quasi-intrigues, avec des quasi-personnages et des quasi-événements. L'emploi du « *quasi* » indique que ces catégories narratives peuvent aussi servir en tant qu'analogies.³⁸¹

Puisque le récit est le seul moyen d'appropriation intelligible du temps, aucune discipline académique qui inclut une dimension temporelle ne peut en faire l'économie. Les sciences naturelles tendent à l'éviter, mais la physique offre le récit du *Big Bang*³⁸², la biologie raconte l'histoire de l'évolution de la vie, la géologie se présente comme un grand récit. En sciences humaines, faut-il seulement mentionner l'histoire ? L'Anthropocène ne saurait ici faire exception. En nous appuyant sur la théorie ricœurienne du récit, nous défendons la thèse selon laquelle la signification globale de l'Anthropocène se dégage à partir du récit qui en est donné. Plus précisément, c'est la mise en intrigue, donc la structure narrative, qui va conditionner le sens global de l'Anthropocène.

Dans le premier chapitre, nous avons vu que les promoteurs de l'Anthropocène, épaulés par l'historien environnementaliste John McNeill, ont décrit comment l'humanité est entrée dans l'Anthropocène par une série de stades.³⁸³ Nous appellerons *récit naturaliste* cette version de l'histoire de l'humanité dont l'impact sur l'environnement grimpe par paliers.³⁸⁴ Or, ce récit est contestable sur plusieurs points. Ce n'est pas tant la véracité des faits qui pose problème, mais plutôt leur présentation. C'est la structure du récit qui dérange, sa mise en intrigue et le choix de l'échelle temporelle.

³⁸¹ *Ibid.*, p. 403.

³⁸² Par exemple Steven Weinberg, *Les trois premières minutes de l'univers*, Nouvelle éd., Paris, Seuil, 1988 [1977].

³⁸³ Cf. *supra*, p. 29-31.

³⁸⁴ En suivant la terminologie introduite par l'historien Christophe Bonneuil. Christophe Bonneuil, « L'Anthropocène et ses lectures politiques », *Les possibles*, 2014, n° 3, p. 1-6.

Bien qu'une majorité des humanités environnementales ait, dans l'ensemble, admis ce récit naturaliste de manière non critique³⁸⁵, une minorité³⁸⁶ en a révélé l'idéologie sous-jacente et a pointé le caractère illégitime et problématique de cette histoire. Les récits alternatifs seront présentés et interprétés dans les chapitres VII et VIII.

VI.2 LE LEVIATHAN COMME SUJET UNIQUE DU RECIT NATURALISTE.

Le récit naturaliste se présente comme une histoire humaine schématique qui s'étale sur plusieurs milliers d'années. Sous l'influence des travaux de l'historien environnementaliste John McNeill³⁸⁷, le récit décrit l'histoire de l'impact humain sur le monde naturel à l'aune de l'évolution des techniques. C'est une véritable épopée humaine, une odyssée de l'espèce³⁸⁸, scandée par quelques jalons décisifs.

Le début de l'histoire se situe quelque part dans les brumes d'un passé lointain, dans un Paléolithique indistinct. Les premiers impacts environnementaux notables sont décrits comme étant des conséquences d'innovations techniques majeures du Paléolithique, tels que l'utilisation d'outils en pierre, et la maîtrise du feu, qui est un monopole de l'humanité. Les auteurs citent les extinctions de mégafaunes en exemple. Ces premiers outils, avec leurs conséquences, sont les étapes préliminaires pour des changements plus importants.

³⁸⁵ Dipesh Chakrabarty, « The Climate of History: Four Theses », *Critical Inquiry*, 2009, vol. 35, n° 2, p. 197-222 ; Paul Alberts, « Responsibility towards life in the early Anthropocene », *Angelaki*, 2011, vol. 16, n° 4, p. 5-17 ; Noel Castree, « The Anthropocene and geography III: Future directions », *Geography Compass*, 2014, vol. 8, n° 7, p. 464-476.

³⁸⁶ Eileen Crist, « On the poverty of our nomenclature », *Environmental Humanities*, 2013, vol. 3, p. 129-147 ; Ben Dibley, « 'The shape of things to come': Seven theses on the Anthropocene and attachment », 2012 ; Simon Dalby, « Anthropocene geopolitics: globalisation, empire, environment and critique », *Geography Compass*, 2007, vol. 1, n° 1, p. 103-118 ; A. Malm et A. Hornborg, « The geology of mankind? », art cit.

³⁸⁷ John R. McNeill, *Du nouveau sous le soleil: une histoire de l'environnement mondial au XXe siècle*, traduit par Philippe Beaugrand, Seyssel, Champ Vallon, 2010 [2000].

³⁸⁸ *Human entreprise* revient fréquemment.

La maîtrise du feu par nos ancêtres a fourni à l'humanité un outil monopolistique puissant inaccessible aux autres espèces, qui nous a fait entrer de *manière décisive* (*firmly*) sur le long chemin de l'Anthropocène.³⁸⁹

La trame narrative décrit ainsi un « chemin », où chaque épisode est relié au suivant par des liens de quasi-nécessité. Des mots comme *assurément* ne laissent pas place au doute : les techniques préhistoriques expliquent et impliquent déjà l'entrée graduelle dans l'Anthropocène. La suite va montrer comment l'humanité monte progressivement en puissance. Le récit passe rapidement sur l'épisode du Néolithique, marqué par l'invention de l'agriculture. Puis il saute jusqu'à la révolution industrielle. À partir de là, les épisodes reçoivent le nom de *phases*. La phase I commence donc en 1850 et a comme emblème la machine à vapeur. Elle est expliquée comme étant une innovation technique, dont l'impact est multiple. Pour le Système Terre, elle se manifeste par le début d'émissions massives de CO₂, de par l'utilisation croissante, puis massive de charbon, puis de pétrole. Pour l'humanité, cet accroissement sans précédent de l'énergie disponible se traduit avant tout par un accroissement important de la population.

Avant l'utilisation des énergies fossiles, la moisson énergétique disponible pour l'humanité était très contrainte. L'eau et l'énergie éolienne étaient disponibles seulement en certains lieux [...] L'énergie musculaire dérivée des animaux, et à travers eux des plantes était limitée [...] Tout cela signifiait un goulet d'étranglement pour la population humaine, l'économie globale, et la capacité de l'humanité de transformer le reste de la biosphère et d'influencer le fonctionnement du Système Terre. L'invention (certains diraient le raffinement) de la machine à vapeur par James Watt dans les années 1770 et 1780 et la conversion vers les énergies fossiles a brisé ce goulet [...] ³⁹⁰

Le « goulet d'étranglement », qui se définit comme « un passage difficile », ou qui est « la cause d'un retard dans un processus », indique le rôle moteur de la population dans cette narration. Le récit semble ici suggérer que ce sont les limites à la croissance démographique qui provoquent l'innovation technique. La

³⁸⁹ Nous soulignons. W. Steffen, P.J. Crutzen et J.R. McNeill, « The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? », art cit, p. 614.

³⁹⁰ *Ibid.*, p. 616.

démographie est ainsi un quasi-personnage du récit ou, plus précisément, une quasi-cause des événements.

La phase II débute en 1950 et introduit la *grande accélération*. Les conséquences de cette dernière sont décrites comme une véritable « explosion de l'épopée humaine », en termes de population, de niveau de vie, de technologie, et d'impact sur l'environnement. Pour finir, le récit ne se clôt pas sur le présent, mais introduit une phase III, prospective, située dans le futur proche de 2010.³⁹¹ Il préfigure l'ère de l'intendance planétaire, comme réponse logique et inéluctable à la situation présente.

On le voit, cette histoire de l'humanité, en se concentrant sur une poignée de révolutions majeures, est abrégée à l'extrême. Il n'y est pas question de batailles, de cultures, de traités, de civilisations. La mise en intrigue présente en réalité un quasi-caractère unique : l'humanité. L'analogie avec un personnage est d'ailleurs difficile. Ce sujet transhistorique unique n'a ni motivation, ni désir, ni psychologie, ni même conscience. On pourrait bien tenter d'ajouter d'autres protagonistes à partir des quelques noms de personnes ou de pays cités au long du récit.³⁹² Mais ces noms propres disparaissent dès qu'ils sont mentionnés et n'ont qu'une fonction dans l'intrigue : être des représentants contingents de ce sujet unique. La trame du récit est monotone et n'a d'ailleurs aucun rebondissement : inexorablement, l'humanité se dirige lentement, puis de plus en plus vite, vers la domination planétaire. Les épisodes, seules discontinuités, sont d'ordre technologique. Le récit est ainsi parsemé d'innovations techniques, dont la contingence est totale et dont l'apparition ne s'explique que par l'innovation précédente.

Cette histoire est guidée par trois moteurs historiques. Le premier est la technologie (T), qui provoque des ruptures profondes dans notre façon d'appréhender et d'agir sur le monde. Il est décrit sous l'angle du progrès et de la puissance : les techniques s'accumulent et une innovation se reconnaît par sa faculté à accroître le pouvoir humain. Le caractère progressif des techniques fait de ce moteur historique une dynamique continue et aveugle de l'humanité.

³⁹¹ L'article date de 2007. Les récits ultérieurs abandonnent 2010, mais conservent l'idée de la phase III.

³⁹² Fritz Haber et James Watt.

Le second moteur historique est la démographie (P), dont il est question à plusieurs reprises. La maximisation des niveaux de population semble en tout cas être une finalité interne de l'humanité, puisque la conséquence principale des sauts technologiques est toujours un accroissement des effectifs humains. Cette variable est décrite selon des considérations biologiques et énergétiques. La population augmente jusqu'à atteindre une limite naturelle, qui est d'ordre énergétique.

Le dernier moteur historique est le niveau de vie (A), qui rend compte de l'amélioration des conditions matérielles.

Ces trois moteurs historiques ont en commun d'être des variables quantifiables. Quand on les prend ensemble, on voit vite comment le récit compte établir le lien entre l'histoire humaine et la biosphère. L'impact (I) sur la biosphère se déduit de la formule de Paul Ehrlich $I = P \times A \times T^{393}$. Cette formule est ce qui fait le tour de force de ce récit. D'un seul jet, il explique l'évolution de l'humanité *et* son impact sur la biosphère, au sein d'une histoire environnementale unifiée.

Le récit se présente comme factuel, neutre et consensuel. Sa fonction est d'expliquer et de rendre intelligible l'introduction de l'Anthropocène. Mais, si on y regarde de plus près, il pose problème sur plusieurs plans, et contient plusieurs paradoxes et sophismes.

VI.3 PARADOXES ET SOPHISMES.

VI.3.1 L'HUMANITE CONTRE LES HOMMES.

Le premier paradoxe vraiment remarquable de ce récit qui entend mettre *l'anthropos* en son centre, c'est qu'il ne laisse pratiquement aucune place aux hommes. Les volontés individuelles n'y jouent en effet aucun rôle. Les trois moteurs de l'histoire, ou causes profondes, suffisent à animer l'humanité, comprise comme un grand sujet qui traverse les âges. Il n'est pas inédit de faire des assertions sur le comportement de l'humanité, prise comme un tout. Il est arrivé à Auguste Comte d'appeler cet être collectif le Grand-Être, ou l'Humanité. Il en parle aussi comme du premier des êtres connus. « La philosophie générale qui en résulte [des études positives] représente l'homme, ou plutôt l'humanité, comme le premier des êtres

³⁹³ Cf. supra, p. 96.

connus ». ³⁹⁴ Mais quant à mobiliser des métaphores, celle du Léviathan semble ici plus appropriée. Il s'agit cependant d'un Léviathan qui diffère considérablement de celui de Thomas Hobbes. On se souvient que chez le philosophe anglais, le Léviathan est cette créature au pouvoir absolu qui émerge à partir d'une volonté commune de garantir la sécurité des individus. Puisqu'un homme peut toujours en tuer un autre, la réunion collective des volontés en une puissance supérieure, l'État, est nécessaire pour garantir la paix. Outre la sécurité, les conséquences principales en sont l'apparition de la société et la sortie des hommes de l'état de nature. Le Léviathan est resté gravé dans nombre de mémoires grâce au frontispice d'Abraham Bosse, qui le montre comme un collage de personnes dominant un faubourg.



Figure 19 Frontispice de la première édition du *Léviathan* de Hobbes, par Abraham Bosse. Source : Wikipédia.

La version planétaire du monstre est plus sombre. Le Léviathan de l'Anthropocène n'est ni un corps social ni un corps politique. Il n'est pas un produit des volontés individuelles, mais plus directement des « activités humaines ». Il n'offre aucune garantie, il ne promet aucune sécurité. Il est cet être transhistorique, dont la puissance s'accroît inexorablement. Bien que l'Anthropocène exalte

³⁹⁴ Auguste Comte, *Discours sur l'esprit positif: ordre et progrès*, Paris, Vrin, 1995 [1848], p. 211, §64.

l'élévation de la puissance humaine à un niveau géologique, ce ne sont pas les humains qui sont devenus puissants, mais bien le Léviathan. L'empreinte est celle de l'Homme, et non de l'homme.

La dynamique qui pousse le Léviathan semble si puissante, que rien n'indique dans le récit qu'il soit possible de l'infléchir. Les trois moteurs historiques ne suivent que la seule logique d'un accroissement continu. À partir de là, on comprend que le seul champ d'action qui s'ouvre aux humains face au Léviathan est de nature palliative. L'intendance au travers de la géo-ingénierie est réactive, provisoire, et probablement futile sur le long terme. Dans cette lecture, la géo-ingénierie (G) se réduit à bien peu de choses. Si on la met en œuvre, l'impact humain prendra alors la forme :

$$I = P \times A \times T - G.$$

Cette dernière équation reflète le pessimisme fondamental de Crutzen concernant l'humanité. En effet, s'il a une foi dans la puissance donnée par la technologie, il est sceptique quant aux capacités des hommes à changer. Il renoue d'ailleurs avec une forme de catastrophisme géologique, puisqu'au début des années 1980, il avait été l'un des théoriciens de l'hiver nucléaire.³⁹⁵

Ce compte rendu déterministe est la conséquence de deux choix fait par les auteurs de cette histoire de l'humanité. Le premier est que l'échelle temporelle choisie, qui embrasse des milliers d'années, impose des simplifications drastiques. Le second découle du paradigme naturaliste. Au chapitre précédent, nous avons vu que pour intégrer les aspects sociaux et humains, les sciences naturelles simplifiaient, quantifiaient et isolaient les « activités humaines » dans des « boîtes ». Il en ressort une vision de l'humanité homogénéisée, qu'il est aisé de généraliser en une humanité universelle et désincarnée.

Ces deux prémisses mènent à trois véritables sophismes : l'explication historique par des causes très profondes ; le recours à la nature humaine et le fantasme d'un « nous » généralisé.

³⁹⁵ Paul J Crutzen et John W Birks, « The Atmosphere after a Nuclear War: Twilight at Noon », *Ambio*, 1982, vol. 11, 2/3, p. 114-125.

VI.3.2 LE SOPHISME DES CAUSES PROFONDES.

L'intelligibilité du récit naturaliste est basée sur trois moteurs historiques, ou causes profondes. Mais est-ce que ces causes existent réellement et si oui, peut-on les admettre dans une explication historique ? Il est communément admis depuis le XIX^e siècle qu'il existe des forces historiques plus fortes que l'individu. Appelées causes, forces ou processus, ces moteurs évoluent de manière plus lente, mais aussi plus invincible que la volonté individuelle. Les historiens en tiennent compte et font régulièrement appel à elles, par exemple quand ils affirment que la bourgeoisie est à l'origine de la Révolution française. C'est aussi la prise en compte de forces historiques qui explique qu'on écrive de nos jours une biographie comme l'évolution conjointe d'un individu et de son temps. Quand le biographe dit que l'individu est un fils de son siècle, de son milieu, il fait intervenir une force historique. L'intérêt de la biographie vient alors du rapport dialectique que l'individu aura avec son temps, puisqu'il peut lui aussi influencer l'époque.

Mais jusqu'à quel point est-il possible de généraliser cette idée de force historique, ou de cause profonde ? Et jusqu'à quel point détermine-t-elle le déroulement des événements ? L'histoire ne se présente pas comme un tout cohérent. Elle montre plutôt la contingence dans tout son éclat et aime à contredire les certitudes. Elle est pleine de tentatives avortées et d'événements improbables. Prenons un exemple. Au début du XX^e siècle, l'analyse marxiste voyait une cause profonde à l'œuvre dans la montée du prolétariat. Cette force devait mener inéluctablement à la Révolution. Selon cette logique, il était évident que le premier pays à opérer cette révolution devait aussi être le plus industrialisé, celui qui possédait le prolétariat le plus développé et le plus exploité. Ce pays était à l'époque l'Allemagne. La révolution n'a cependant pas eu lieu dans ce pays, ce qui a causé de grands embarras aux théoriciens marxistes de l'époque. Les spartakistes ont été écrasés, et contre toute attente, c'est la Russie, un pays rural, au prolétariat embryonnaire, qui devint bolchevique.

L'exemple montre que le hasard et la conjoncture jouent un rôle déterminant en histoire, et que la méfiance est de mise devant la généralisation trop rapide d'une tendance. Pour éclaircir les liens entre cause superficielle et profonde, l'historien Paul Veyne propose la distinction suivante :

Sera dite profonde la cause qui résume d'un mot toute une intrigue ; la Révolution française s'explique au fond par la montée d'une bourgeoisie. [...] Est profond ce qui est global. « Les causes profondes décident de ce qui arrive, si cela arrive, et les causes superficielles décident que cela arrivera ou non.³⁹⁶

La cause profonde est un résumé du récit. Elle structure les possibles, et décide ce qui peut arriver, si jamais cela arrive. Au contraire, la cause superficielle est l'occasion qui permet le basculement. Une cause sera d'ailleurs d'autant plus superficielle que la disproportion sera grande entre son effet et son coût. Ainsi, la Révolution russe a-t-elle commencé par la prise du palais d'Hiver par une poignée de partisans, en l'espace d'une seule nuit.

Si les grandes lignes historiques séduisent, c'est parce que certains auteurs y lisent, ou croient y lire, un ordre profond de l'histoire. Ces approches, dites téléologiques, sont pourtant rejetées par la plupart des historiens contemporains, dont Paul Veyne.

Il est très vrai que certains événements, la révolution de 1789 et celle de 1917, ont des causes profondes ; il n'est pas vrai que l'histoire, en dernier ressort, est guidée exclusivement par des causes profondes, montée historique de la bourgeoisie, mission historique du prolétariat : *ce serait trop beau*. Comprendre l'histoire ne consiste donc pas à savoir discerner de larges courants sous-marins par-dessous l'agitation superficielle : l'histoire n'a pas de profondeurs.³⁹⁷

Malgré cela, l'idée que l'histoire a une direction a été défendue à différentes époques et pour des raisons diverses. On distingue au moins trois types d'histoires téléologiques : la théodicée, le récit progressiste, et la métahistoire.

Le premier type est la théodicée. Dans ce type d'histoire eschatologique, l'évolution historique est guidée par un plan divin. Historiquement, les récits de théodicée ont tenté de résoudre la question de l'existence du mal. Comment peut-on admettre que le mal existe, si Dieu est à la fois bonté et toute-puissance ? La solution eschatologique est que le mal est nécessaire à la venue d'un bien plus grand, dans des enjeux qui dépassent peut-être les capacités humaines de compréhension. Son but est donc d'innocenter Dieu de l'existence du mal. Si l'exemple le plus célèbre en est *les*

³⁹⁶ Paul Veyne, *Comment on écrit l'histoire*, Nouv. éd., Paris, Seuil, 1996 [1971], p. 141 - 143.

³⁹⁷ Nous soulignons. *Ibid.*, p. 144.

Essais de Théodicée de Leibniz³⁹⁸, le XX^e siècle n'a pas été avare en théodicées chrétiennes³⁹⁹.

Le second type est le récit progressiste. Bien que rejetant les appels aux explications religieuses, les philosophes des Lumières du XVIII^e siècle leur ont substitué une autre téléologie, l'idée du progrès. Il s'agit de la thèse selon laquelle l'humanité se perfectionne avec le temps, et qu'ainsi la civilisation devient toujours meilleure. Un des premiers philosophes à défendre une version progressiste de l'histoire est l'italien Giambattista Vico. En partant de la prémisse d'une nature humaine immuable, il cherche à montrer que chaque civilisation passe nécessairement par les mêmes étapes de développement. En effet, confrontés aux mêmes problèmes, les hommes trouvent les mêmes solutions, et c'est ainsi qu'on peut interpréter une civilisation à partir d'une autre. La notion *d'étape* historique est centrale dans toute trame de récit progressiste, et sert à démontrer la réalité du progrès. On trouve des récits progressistes et un optimisme en l'avenir tant chez Rousseau, Kant que Adam Smith. On la retrouve encore, sous une forme dialectique plus sophistiquée, au XIX^e siècle chez Hegel et Marx.

L'un des récits historiques les plus connus de la fin du XVIII^e siècle est *L'Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*, de Jean Antoine Nicolas de Caritat, marquis de Condorcet. Le philosophe français y brosse le tableau de l'humanité en dix époques, qui sont autant d'étapes et qui présentent les conquêtes les plus importantes de l'esprit humain. On n'y trouve pas la maîtrise du feu, mais l'invention de l'écriture, la civilisation grecque, l'imprimerie, Descartes, Newton. L'idéologie du progrès est particulièrement évidente dans le dernier chapitre, qui présente la dixième époque, prospective. Le terme de « progrès » y apparaît plus de cinquante fois, et l'auteur y voit l'humanité s'améliorer sur tous les fronts. Condorcet annonce des lendemains qui chantent, grâce à la Raison, l'éducation et la technique. Son optimisme vient de la nature humaine, plus précisément de la « perfectibilité indéfinie » de l'homme.

³⁹⁸ Gottfried Wilhelm Leibniz, *Essais de Théodicée sur la bonté de Dieu, la liberté de l'homme et l'origine du mal*, Paris, Flammarion, 1999 [1747].

³⁹⁹ Par exemple Jacques Maritain, *Pour une philosophie de l'histoire*, Paris, Seuil, 1959 ; Eric Charles Rust, *The Christian understanding of history*, Londres, Lutterworth Press, 1947.

Enfin, l'espèce humaine doit-elle s'améliorer, soit par de nouvelles découvertes dans les sciences et dans les arts, et, par une conséquence nécessaire, dans les moyens de bien-être particulier et de prospérité commune ; soit par des progrès dans les principes de conduite et dans la morale pratique ; soit enfin par le perfectionnement réel des facultés intellectuelles, morales et physiques...⁴⁰⁰

Les transhumanistes contemporains ne renieraient sans doute pas certains passages, tant ils ont confiance dans la raison et le progrès.

Il arrivera donc, ce moment où le soleil n'éclairera plus sur la terre que des hommes libres, ne reconnaissant d'autre maître que leur raison⁴⁰¹ [...] Serait-il absurde, maintenant, de supposer que ce perfectionnement de l'espèce humaine doit être regardé comme susceptible d'un progrès indéfini, qu'il doit arriver un temps où la mort ne serait plus que l'effet, ou d'accidents extraordinaires, ou de la destruction de plus en plus lente des forces vitales, et qu'enfin la durée de l'intervalle moyen entre la naissance et cette destruction n'a elle-même aucun terme assignable ? Sans doute l'homme ne deviendra pas immortel ; mais la distance entre le moment où il commence à vivre et l'époque commune où naturellement, sans maladie, sans accident, il éprouve la difficulté d'être, ne peut-elle s'accroître sans cesse ?⁴⁰²

Le récit naturaliste de l'Anthropocène rappelle sur plusieurs points *L'Esquisse*. Il est structuré de la même manière et parle le même langage des Lumières⁴⁰³ et de la modernité⁴⁰⁴. On y retrouve l'étape prospective finale. C'est un récit du progrès. Sa structure en étapes l'inscrit de manière univoque dans cette catégorie. Il est animé par le même optimisme. C'est d'ailleurs l'un de ses paradoxes : bien que l'Anthropocène décrive une planète en état d'exception, il est difficile de ne pas sentir le même triomphalisme que chez Condorcet dans ce récit prométhéen, où l'être humain vient à bout de tout obstacle. Si le vocabulaire est plus technique, les prophéties sont similaires.

⁴⁰⁰ Jean-Antoine-Nicolas de Caritat Condorcet, *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*, Paris, Vrin, 1970 [1795], p. 205.

⁴⁰¹ *Ibid.*, p. 210.

⁴⁰² *Ibid.*, p. 236.

⁴⁰³ D. Chakrabarty, « The Climate of History: Four Theses », art cit.

⁴⁰⁴ Jeremy Baskin, « Paradigm dressed as epoch: The ideology of the Anthropocene », *Environmental Values*, 2015, vol. 24, n° 1, p. 9–29.

Si on regarde plus loin l'évolution de l'Anthropocène, les générations futures d'*Homo sapiens* vont certainement faire tout leur possible pour éviter un nouvel âge glaciaire en ajoutant de puissants gaz à effet de serre artificiels. [...] De même, dans le futur lointain, *Homo sapiens* va détourner des météorites et des astéroïdes avant qu'ils ne touchent la Terre.⁴⁰⁵

De fait, le discours de l'Anthropocène n'est pas seulement un concept scientifique, mais il véhicule une vision particulière du monde. Il dresse le portrait d'une humanité conquérante, qui humanise la planète entière, même si c'est sur un mode imprévisible. Une espèce géniale, mais indisciplinée, qui se détache du monde du vivant, dont le destin est d'être l'égal des forces géologiques et de laisser sur la Terre une empreinte indélébile. L'importance de l'homme se trouve magnifiée par le fait que son histoire va pouvoir être lue sur des millions d'années. Dans sa dimension narrative, l'Anthropocène s'apparente ainsi plus à un mythe soutenant une idéologie progressiste qu'à une époque géologique. Contrairement aux Lumières, la raison ne doit pas servir ici à l'émancipation individuelle. Le raisonnement du récit est qu'il faut faire confiance à une élite scientifique éclairée, selon une ritournelle qui remonte jusqu'à *La République* de Platon.

Il reste encore à évoquer une troisième forme de récit téléologique qui a eu quelques faveurs au XX^e siècle. L'idée d'un progrès indéfini y laisse sa place à une version plus *organique* de l'histoire. Cette dernière se présente comme une montée, un apogée, puis un déclin de civilisation, de race, de culture. Pour un historien comme Oswald Spengler⁴⁰⁶, les civilisations ressemblent aux organismes vivants, en ce qu'elles suivent une évolution bien précise, faite de stades : elles ont une période de jeunesse, de maturité, puis de vieillesse et de déclin. La monumentale *Étude de l'histoire*, en douze tomes, de Arnold Toynbee, suit une grille de lecture analogue. Ce schéma organiciste sert de patron aux récits alternatifs de l'Anthropocène dits catastrophistes.⁴⁰⁷

⁴⁰⁵ W. Steffen, P.J. Crutzen et J.R. McNeill, « The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? », art cit, p. 620.

⁴⁰⁶ Oswald Spengler, *Le déclin de l'Occident: esquisse d'une morphologie de l'histoire universelle*, Paris, Gallimard, 1948 [1918–1922].

⁴⁰⁷ Cf. infra, p. 234-239.

La légitimité d'un récit progressiste sera déterminée par sa capacité à prouver que l'histoire a effectivement un caractère dirigé. La théorie du récit de Ricœur ne nous est ici malheureusement pas d'une grande aide. Elle avance bien que c'est la prérogative du narrateur, au moyen de l'art poétique, d'assigner la cohérence et la structure du récit, et que c'est cela qui assure son intelligibilité. L'histoire n'a donc pas besoin d'avoir un sens intrinsèque pour que l'historien puisse lui donner une signification. Mais si elle possède tout de même un sens intrinsèque, alors la tâche du narrateur sera de restituer au mieux cette signification au travers de son intrigue.

Comment déterminer alors si l'orientation eschatologique du récit naturaliste est recevable ? Elle le sera si les trois causes profondes avancées, la population, la technologie et le niveau de vie sont de véritables moteurs historiques. Dans ce cas, ce seront des causes véritables, c'est-à-dire ayant une véritable force explicative du comportement humain. Mais si on répond par la négative, alors il s'agit de généralisations abusives, qui disent peu ou rien et qui peuvent induire en erreur. C'est ce que pensent les historiens Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz. Pour eux, ces variables quantitatives ne sont qu'un résultat agrégé de phénomènes historiques plus fins. Elles ne seraient donc qu'un mirage statistique.

Si les courbes croissantes et concordantes sont effectivement des indices chronologiques, elles ne sont que *secondaires* dans l'ordre explicatif. La statistique environnementale ne fait que mesurer les résultantes de phénomènes historiques qui sont les moteurs premiers de la crise.⁴⁰⁸

Comment faire pour départager ? Mirage statistique, ou véritable champ de force historique ? Pour le savoir, il faut étudier plus attentivement les courbes croissantes. Avant de détailler la variable de la population, il sera utile de détailler celle de la technologie.

⁴⁰⁸ C. Bonneuil et J.-B. Fressoz, *L'événement Anthropocène : la Terre, l'histoire et nous*, op. cit., p. 86.

VI.3.3 LE SOPHISME DE L'APPEL A LA NATURE HUMAINE.

Le récit naturaliste postule un progrès technologique historique, mais il n'explique jamais comment ni pourquoi il advient. Bien que cela ne soit pas dit explicitement, le récit fait comme si le progrès technique dérivait directement de la nature humaine elle-même. Il n'y a d'ailleurs guère d'autre choix, puisque l'humanité en est le protagoniste unique. Ce qui appuie cette interprétation, c'est que les innovations techniques ont un tel poids dans ce récit qu'il serait sans doute difficile d'appeler l'époque géologique du nom d'*Anthropocène*, si ce n'était pas le cas. Le nom de cette époque nouvelle ne se justifie en effet que si elle résulte fondamentalement de notre appartenance à l'espèce, c'est-à-dire de notre condition biologique. Si le progrès était le résultat d'un groupe défini d'individus, il faudrait probablement le nommer et rebaptiser l'époque en conséquence. Il s'agit donc d'une conséquence de la mise en intrigue.

Le recours à la nature humaine pour une explication historique est hautement paradoxal et de nature aporétique. Pour de bonnes raisons, les historiens n'ont quasiment jamais recours à la nature humaine ni à la notion d'espèce, parce qu'il biologise le comportement humain, ce qui rappelle des exemples historiques dangereux.

Ce recours à l'espèce est paradoxal en ce qu'il vient contredire ce qui intéresse plus les humanités environnementales, à savoir l'idée d'une dénaturalisation complète de la biosphère. Ainsi, le récit naturalise dénaturalise d'un côté la biosphère pour mieux renaturaliser l'humanité de l'autre côté. Dans le *Léviathan* de Hobbes, l'intérêt à faire advenir le monstre était de garantir la sécurité et de sortir les hommes de l'état de nature. Ici c'est l'inverse et le Léviathan planétaire ne promet aucune sécurité et replonge au contraire l'humanité dans l'état de nature, puisque l'entrée dans l'Anthropocène s'explique par des traits caractéristiques de la nature humaine.

Est-il possible de prendre au sérieux l'idée que la technologie est la conséquence de la nature humaine ? Il y a bien quelques éléments troublants, comme le fait que l'agriculture soit apparue « simultanément » et de manière autonome en plusieurs endroits du globe. Mais soyons plus précis, en examinant l'événement central du récit, la transition vers l'utilisation du charbon. En quel sens peut-on affirmer qu'il découle de la nature humaine ? L'affirmation est évidemment vraie de manière triviale : ce sont des humains qui fabriquent, entretiennent et utilisent les machines,

qui extraient le charbon, etc. Le récit suggère aussi un lien⁴⁰⁹ entre la maîtrise du feu et la machine à vapeur. Ce lien existe bien entendu. Faut-il seulement mentionner que pour faire fonctionner une machine à vapeur, il faut brûler du combustible ? Mais on parle là d'une condition nécessaire et non pas d'une explication historique.

Le sophisme technologique se trouve ici : le lien est trop ténu et ne mérite pas d'être appelé une explication. Il est impossible de comprendre l'invention de la machine à vapeur et l'industrialisation anglaise et occidentale en faisant appel à l'humanité, ou par référence à la nature humaine. En effet, la machine à vapeur n'a pas été un choix de l'humanité, mais d'une minuscule élite de l'Angleterre du XVIII^e siècle. Lorsque l'on feint de l'oublier, on universalise et normalise cette minorité, et elle devient à elle seule *l'anthropos* de l'Anthropocène.⁴¹⁰ On ne saurait considérer que la machine à vapeur est un produit « naturel », biologique ou spécifique de l'humanité.

En réalité, la révolution industrielle est bien plus la marque d'une fracture profonde au sein même de l'humanité. Elle n'a pu se faire qu'au travers de processus hautement inégalitaires. D'après les analyses de Kenneth Pomeranz⁴¹¹, si c'est la Grande-Bretagne qui a fait la première la transition du bois vers le charbon, elle le doit avant tout à sa stature impériale. Ce pays a pu s'appuyer sur les apports de la « périphérie », c'est-à-dire les colonies. C'est la mise au travail « d'hectares fantômes », c'est-à-dire la culture de ressources multiples (bois, coton, sucre, etc.) dans ses colonies, qui a permis de libérer une bonne partie de l'agriculture anglaise de ses contraintes. En rendant disponible une force de travail, elle a favorisé l'exploitation du prolétariat dans les mines et les usines. Par ailleurs, l'essor de l'industrie textile anglaise s'est fait à partir du coton. Or, la production de cette matière première s'est largement appuyée sur l'esclavagisme du Nouveau Monde. Enfin, le hasard a aussi joué un rôle : la machine à vapeur ne se serait pas imposée

⁴⁰⁹ Cf. supra, p.205.

⁴¹⁰ A. Malm et A. Hornborg, « The geology of mankind? », art cit ; C. Bonneuil et J.-B. Fressoz, *L'événement Anthropocène : la Terre, l'histoire et nous*, op. cit. ; J. Baskin, « Paradigm dressed as epoch », art cit.

⁴¹¹ Kenneth Pomeranz, *La force de l'empire révolution industrielle et écologie, ou pourquoi l'Angleterre a fait mieux que la Chine*, traduit par Philippe Minard et al., Alfortville (Val-de-Marne), Ère, 2009 [2000].

sans la grande disponibilité du charbon en Grande-Bretagne. Dans ce contexte, on doit effectivement à une minuscule partie de l'humanité, le patronat anglais des XVIII^e et XIX^e siècles, d'avoir réussi à imposer l'utilisation des machines à vapeur.

On peut retracer des genèses similaires pour les autres développements techniques liés à l'énergie fossile. Que ce soit le moteur à combustion, le train, la voiture ou l'avion, aucun ne résulte d'une décision commune et globale, ni même démocratique⁴¹². Si l'on prend par exemple le développement du chemin de fer, il a nécessité des capitaux importants et a d'abord répondu à des nécessités d'optimisation économique.⁴¹³ Son introduction et son développement sont restés l'apanage d'une élite économique.

VI.3.4 LE SOPHISME DE LA POPULATION : L'ANTHROPOS COMME « NOUS »

GENERALISE.

Cette genèse, basée sur des inégalités économiques, se traduit par de très grandes disparités dans les responsabilités historiques en termes d'émission de carbone. En 1850, la Grande-Bretagne est responsable de 77 % des émissions historiques mondiales. En 1900, c'est encore 37 %, alors que les États-Unis en sont à 23 %. En 1950, les rapports se sont inversés, à 17 % et 40 %. À partir des derniers chiffres disponibles, les USA sont encore responsables de 27 % et la Grande-Bretagne de 5 %. Par contre, l'Inde n'a émis que 3 %, l'Indonésie 1 %, et le Mali seulement 0,0015 % de toutes les émissions fossiles. L'Europe occidentale et les États-Unis cumulent 41 % des émissions historiques, alors qu'ils hébergent que 10 % de la population mondiale.⁴¹⁴

Ce dernier résultat sème à lui seul le doute sur la pertinence à généraliser la responsabilité à l'humanité sur cette question. En se basant sur une version globalisée de la formule $I = P \times A \times T$, le récit naturaliste s'interdit toute analyse sociale et implique une responsabilité égale et uniformément distribuée de chaque membre de l'espèce humaine. Or chaque unité de P ne contribue pas de la même

⁴¹² Timothy Mitchell, *Carbon democracy: political power in the age of oil*, Londres, Verso, 2011.

⁴¹³ Par exemple, à Chicago, le développement du chemin de fer est dû essentiellement à l'acheminement du bois, du blé et du bétail. Voir Chapitre 2 de William Cronon, *Nature's metropolis: Chicago and the Great West*, New York, W.W. Norton & Co, 1992, p. 55-97.

⁴¹⁴ Tous ces chiffres ont été calculés à partir de Thomas A. Boden, Greg Marland et Robert J. Andres, *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions*, Oak Ridge, Tennessee, USA, 2010.

manière à l'impact environnemental. Si l'on s'intéresse maintenant à cette variable, il est sans doute vrai que l'impact environnemental augmente en fonction de la taille de la population. Mais cela ne saurait être la raison principale de l'entrée dans l'Anthropocène. Si l'on considère que la population mondiale est passée d'environ 1,2 milliard en 1850 à presque 7 milliards en 2010, soit un facteur six, et que les émissions de gaz à effet de serre sont passées dans le même temps de 54 millions de tonnes de carbone en 1850 à 9 167 millions de tonnes de carbone, soit un facteur 170, cela montre bien qu'une force plus puissante que la démographie est à l'œuvre.

Tableau 2 Historique de la population (en milliard) et des émissions mondiales (en Mtonne de carbone). Source : Boden et al., 2010 ; World population prospects : the 2012 Revision, 2013

	1850	1950	2000	2010
Population	Entre 1,128 et 1,402 ⁴¹⁵	2,525	6,127	6,916
Émissions	54	1 630	6 765	9 167

En soi, cela ne contredit guère la formule $I = P \times A \times T$, puisque P a un effet, même s'il est modeste. Mais le lien entre population et impact environnemental se perd dès qu'on commence à comparer croissance démographique et croissance des émissions fossiles au niveau national. C'est ce qu'a fait David Satterwaite. Ses résultats montrent une corrélation inverse : les pays où la population augmente le plus rapidement sont ceux à la croissance d'émissions la plus basse, et vice-versa⁴¹⁶. Sa conclusion est que le modèle $I = P \times A \times T$ est trop schématique pour prétendre décrire la réalité de l'impact environnemental.

Il est simpliste et trompeur d'appliquer la formule « $I = P \times A \times T$ » [globalement][...] aux émissions de gaz à effet de serre lorsqu'une grande partie de la population

⁴¹⁵ Il s'agit d'une estimation. Fourchette donnée par le bureau du recensement américain, par compilation de huit sources différentes Demographic Internet Staff US Census Bureau, *World Population: Historical Estimate of World population*, http://www.census.gov/population/international/data/worldpop/table_history.php, (consulté le 5 juin 2015).

⁴¹⁶ David Satterthwaite, « The implications of population growth and urbanization for climate change », *Environment and Urbanization*, 2009, vol. 21, n° 2, p. 557-558.

mondiale ne génère qu'une si petite proportion des émissions totales et une très petite partie génère une si grande proportion des émissions totales.⁴¹⁷

En fait, lorsque l'on fait la comptabilité fossile, on peut aujourd'hui encore exclure un sixième de l'humanité⁴¹⁸, dont l'impact est négligeable par rapport au reste la population mondiale. Sans même entrer dans les disparités énormes au sein d'un même pays⁴¹⁹, l'impact atmosphérique varie déjà d'un facteur 1000⁴²⁰, selon qu'on est né au Qatar, ou au Burundi.⁴²¹ Ainsi, il faut rassembler près d'un millier de Maliens, d'Éthiopiens, de Népalais ou de Tanzaniens pour avoir le même impact climatique qu'un Qatari, un Koweïtien, deux Luxembourgeois ou deux Américains.

⁴¹⁷ *Ibid.*, p. 564.

⁴¹⁸ *Ibid.*, p. 550.

⁴¹⁹ Shoibal Chakravarty, Ananth Chikkatur, Heleen de Coninck, Stephen Pacala, Robert Socolow et Massimo Tavoni, « Sharing global CO₂ emission reductions among one billion high emitters », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, p. 11884–11888.

⁴²⁰ On recoupe le même chiffre chez Vaclav Smil, concernant l'utilisation énergétique, selon qu'on sera un berger du Sahel, ou un Canadien. Vaclav Smil, *Energy in nature and society: general energetics of complex systems*, Cambridge, MIT press, 2008, p. 258.

⁴²¹ 10,94 tonnes de carbone pour le premier; 0,01 tonne pour le second, en 2010; Thomas A. Boden, Greg Marland, Robert J. Andres et Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions*, Oak Ridge, Tennessee, USA, Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), 2013.

Tableau 3 Émissions nationales par personne, en tonnes de carbone. Source : Boden et al., 2010.

Pays	Emissions par personne
Qatar	10,94
Trinidad et Tobago	10,3
Kuwait	9,34
États-Unis d'Amérique	4,71
Arabie Saoudite	4,61
Australie	4,57
Japon	2,52
France	1,57
Suisse	1,37
Géorgie	0,39
Namibie	0,38
Arménie	0,37
Timor oriental	0,04
Tchad	0,01
Mali	0,01

On l'aura compris, le problème central d'un récit en forme d'odyssée de l'espèce est que ce lissage masque les responsabilités historiques. En ce sens, les négociateurs climatiques font preuve d'un bien meilleur sens historique, puisque le principe de *responsabilité commune, mais différenciée*, le fondement même de ces négociations, est écrit noir sur blanc depuis 1992.⁴²²

Cette homogénéisation de l'humanité, qui procède d'une généralisation hâtive, a été remarquée à maints endroits.⁴²³ Les remèdes proposés à cette faiblesse sont avant tout d'ordre lexical : l'abandon du terme « d'Anthropocène » au profit d'un autre néologisme. Il ressort du récit que le terme ne se justifie que si la nouvelle époque proposée est une conséquence directe de notre nature spécifique. Et c'est ainsi que l'on peut égrener les propositions, selon qui l'on juge responsable : Anglocène⁴²⁴,

⁴²² Principe 7 de la Déclaration de Rio sur l'Environnement et le développement de 1992.

⁴²³ A. Malm et A. Hornborg, « The geology of mankind? », art cit ; C. Bonneuil et J.-B. Fressoz, *L'événement Anthropocène : la Terre, l'histoire et nous*, op. cit.

⁴²⁴ C. Bonneuil et J.-B. Fressoz, *L'événement Anthropocène : la Terre, l'histoire et nous*, op. cit., p. 134.

Capitalocène⁴²⁵, Econocène, Consumérocène, Thanatocène, Eurocène, Chtulucène⁴²⁶, etc. Chacun de ces termes pose un diagnostic différent, et suggère par conséquent un ensemble de prescriptions différentes, mais la plupart remettent en question le mode de production industrielle actuel et les modes de vie associés.

Enfin, on peut se demander jusqu'à quel point la progression de la population est une loi profonde, guidée exclusivement par notre nature biologique. La croissance exponentielle de la population est en tête des courbes illustrant la grande accélération, mais on peut douter d'une poursuite du même ordre pour l'avenir. Si la taille de la population humaine augmente encore, le rythme de cette progression ne cesse de ralentir. En effet, le taux de fécondité mondial baisse depuis des décennies. S'il était encore de 4,91 pour 1955-1960, il n'était plus que de 3,04 en 1990-1995, pour s'établir à 2,36 en 2010-2015. En 2013, plus de la moitié de l'humanité vit dans un pays ayant un taux de fécondité en dessous du renouvellement générationnel.⁴²⁷ Autrement dit, dans tous ces pays, sans l'immigration et l'augmentation de l'espérance de vie, la population diminuerait dès à présent. Cette dénatalité chronique s'observe bien dans des pays comme l'Allemagne, le Japon, la Suisse, ou encore l'Italie. La baisse de la fertilité modifie de manière sensible la structure démographique des sociétés, illustré avec une pyramide des âges. On parle de pyramide parce que dans l'histoire de l'humanité, les enfants ont toujours représenté les contingents les plus importants d'une société, ce qui donne une base caractéristique large à cette représentation. Mais, avec le vieillissement de la population mondiale en cours, la pyramide prend de plus en plus la forme d'un dôme, avec une domination toujours plus marquée des personnes âgées.

⁴²⁵ A. Malm et A. Hornborg, « The geology of mankind? », art cit.

⁴²⁶ Donna Haraway, « Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: Making Kin », *Environmental Humanities*, 2015, vol. 6, p. 159-165.

⁴²⁷ Comprenant 101 pays sur 225. Le taux de renouvellement générationnel est à 2,05. « The World Factbook 2013-14 », *Central Intelligence Agency*, 2013.

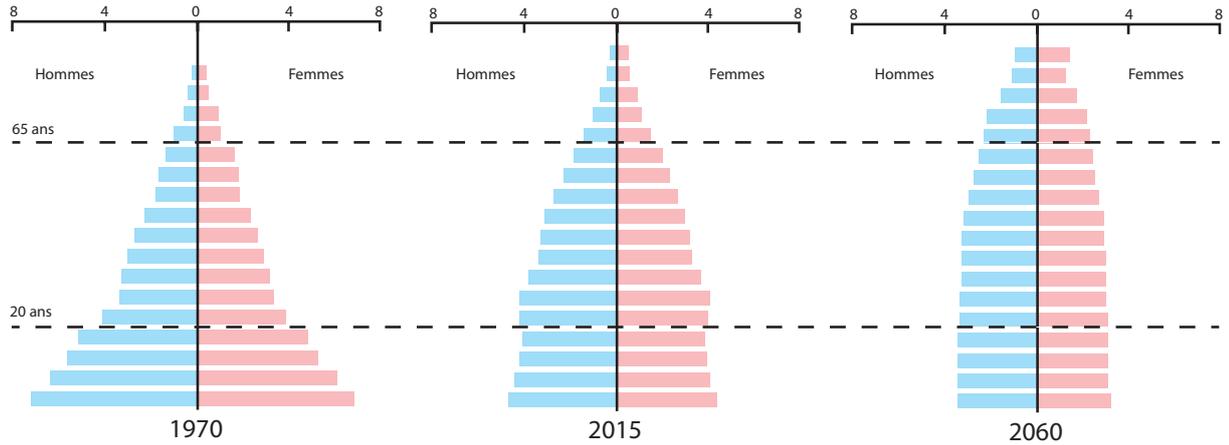


Figure 20 Population mondiale. En pour cent de la population totale et par contingents de cinq ans.
Source: World Population prospects : The 2012 Revision.

Cette dynamique laisse à penser que la population humaine ne va pas toujours croître. Un pic de la population est probable. Deux des trois scénarios prévisionnels de l'ONU l'envisagent et, dans le scénario bas, le pic aura lieu au milieu de ce siècle. Dans le scénario moyen, au XXII^e siècle. Les explications avancées par les statisticiens ont peu de liens avec la biologie, ou alors en un sens très dérivé. L'augmentation de l'espérance de vie est liée au système de santé. La baisse du taux de fécondité s'explique par la transition démographique, les politiques de planning familial et l'alphabétisation des femmes. Ces considérations d'ordre social ne se laissent pas réduire à des bilans de calories disponibles et contredisent directement le récit naturaliste de Crutzen et al.

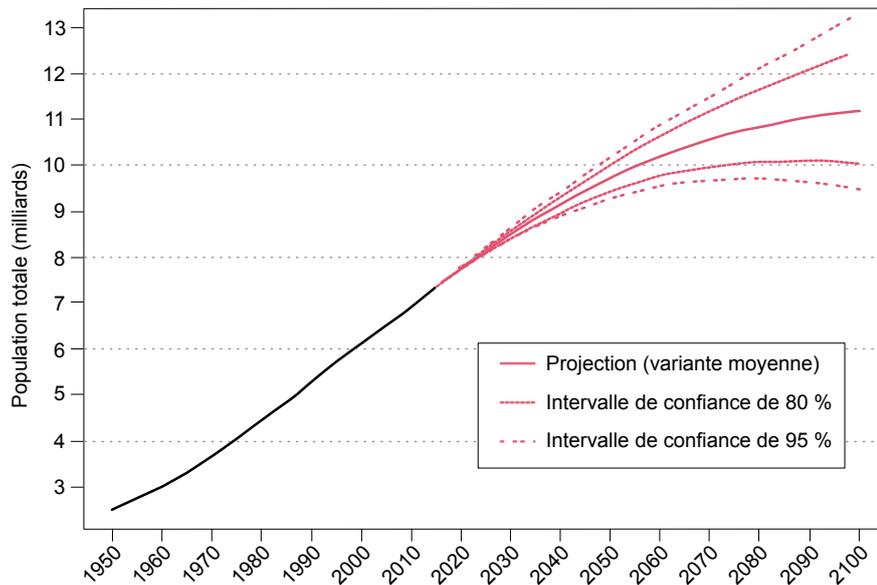


Figure 21 Projection de la population humaine, en milliard de personnes. Cette projection prend comme hypothèse un déclin graduel de la fertilité pour les pays où les familles nombreuses sont la norme et une augmentation légère de la fertilité pour les pays qui comptent en moyenne moins de deux enfant par femme. La trajectoire médiane est encadrée par des intervalles de confiance de 80 % et 95 %. Ainsi, il y a 95 % de chance qu'en 2100, la population humaine comprenne entre 9.5 et 13.3 milliards d'individus, mais il y a aussi 23 % de chance qu'elle soit stabilisée ou en déclin avant la fin du siècle. Source: World Population prospects : The 2015 Revision.⁴²⁸

VI.4 CONCLUSION.

Ce chapitre a examiné le récit donné par les auteurs du concept de l'Anthropocène. L'intérêt premier de cette histoire est une volonté réelle et légitime de lier l'impact environnemental humain avec l'histoire humaine.⁴²⁹ Mais les tensions et les sophismes sont trop importants pour être passés sous silence. Ils sont le résultat à la fois de la trame narrative progressiste et de l'échelle temporelle choisie.

La première ambiguïté se trouve dans la considération de la puissance humaine. La rhétorique prométhéenne exalte la montée en puissance de l'humanité, qui a

⁴²⁸ United Nations, Department of Economic and Social Affairs et Population Division, *World population prospects: the 2015 revision*, New York, United Nations, 2015.

⁴²⁹ C'est là un reproche que l'on pourrait faire à plusieurs détracteurs de ce récit. De montrer qu'une analyse sociale est nécessaire ne justifie pas pour autant un abandon pur et simple de la biosphère. L'Anthropocène n'est pas *seulement* une question sociale. Par exemple, C. Bonneuil, et J.B. Fressoz ne traitent jamais de l'interaction avec la biosphère. Pour eux, l'Anthropocène se joue exclusivement dans l'arène sociale.

atteint le stade de force géologique. Mais ce discours auto-satisfait se renverse dialectiquement en raison de la description déterministe du récit, qui attribue cette puissance non aux hommes, mais à un Léviathan planétaire, ce qui finit par rendre les hommes foncièrement impuissants face à ce qui arrive.

La seconde tension vient de l'usage contradictoire de la catégorie de nature. D'un côté, le discours sur l'Anthropocène s'attache à faire de l'humanité un élément du Système Terre, et donc de la réinscrire parmi le royaume naturel. De l'autre côté, la tonalité progressiste insiste constamment sur le caractère exceptionnel et distinct de l'humanité. A contrario, l'Anthropocène affirme la dénaturalisation de la biosphère, mais renaturalise l'être humain, en le considérant sous l'angle spécifique.

Ce recours à la catégorie d'espèce est un troisième problème. Refusé par de nombreux historiens, il donne de surcroît des explications historiques pauvres, triviales ou fausses. Son usage est malaisé, d'une part, parce que nous nous comprenons moins comme êtres biologiques que comme êtres historiques et culturels, et d'autre part, parce que, selon Dipesh Chakrabarty, nous n'avons aucune phénoménologie de l'espèce en tant que telle.⁴³⁰

La généralisation à l'espèce, au lieu d'éclairer les choses, les obscurcit, puisqu'elle masque les responsabilités historique et sociale. L'industrialisation n'est pas un fait inéluctable, mais a été le fruit d'une élite occidentale de l'Occident du XVIII^e et du XIX^e siècle. Encore aujourd'hui, une partie de l'humanité ne joue pratiquement aucun rôle dans les changements environnementaux globaux. On voit bien ici que si la biologie rapproche les humains, l'Anthropocène les sépare.

Reste encore le choix de l'échelle historique. Il est admis que les historiens jouissent sur ce plan d'une grande latitude. Un récit historique peut se dérouler sur quelques jours seulement, sur une décennie, un siècle, ou peut s'étendre sur des milliers d'années. Ce dernier cas, qui contient le récit naturaliste, s'inscrit dans ce qui s'appelle la macro-histoire, ou histoire longue, et qui enveloppe des centaines, voire des milliers d'années. L'histoire longue et globale jouit d'une popularité certaine en histoire environnementale, au point qu'on parle d'un véritable tournant global.⁴³¹ Qu'est-ce qui justifie, dans le cas présent, le choix d'une échelle temporelle aussi

⁴³⁰ D. Chakrabarty, « The Climate of History: Four Theses », art cit.

⁴³¹ Jean-Baptiste Frescoz, Frédéric Graber, Fabien Locher et Grégory Quenet (éds.), *Introduction à l'histoire environnementale*, Paris, La Découverte, 2014, p. 78-100.

grande ? Même en admettant l'idée d'un Anthropocène précoce, il n'en resterait pas moins que la plus grande partie des événements de cette histoire se déroule en l'espace de deux siècles. Ce choix d'échelle a été défendu par la pérennité des conséquences et la nécessité de penser simultanément aux échelles historique, spécifique et géologique.⁴³² Si la question de l'enchâssement des temporalités est une question pertinente sur notre place dans l'univers, dans le cas présent, il s'agit plutôt d'une question herméneutique de réception. Si le récit naturaliste s'adresse à un géologue hypothétique du futur, ou à un dauphin d'eau douce qui chercherait à comprendre pour quelle raison son habitat disparaît, alors il est entendu qu'un récit expliquant à gros traits ce qu'est l'humanité sera adapté. Pour les lecteurs d'aujourd'hui, une échelle historique moins grandiose sera bien plus appropriée pour comprendre ce qui se passe depuis deux siècles.

On dit parfois que l'histoire est écrite par les vainqueurs. Si l'Anthropocène est bien là pour alerter le monde d'un état d'exception, les auteurs ne semblent à aucun moment se rendre compte que la vision du monde progressiste, qui structure l'entier du récit, en est une des causes les plus importantes. En ne la questionnant à aucun moment, ils entérinent une fuite en avant dans un « progrès indéfini ». Par là, ils nient la possibilité que l'Anthropocène devienne un choix conscient de l'humanité.

⁴³² D. Chakrabarty, « The Climate of History: Four Theses », art cit, p. 212-220.

CHAPITRE VII

Une nouvelle condition humaine

Si l'Anthropocène n'est pas resté cantonné au petit monde des sciences de la Terre, c'est parce qu'il pose des questions existentielles. La transformation rapide des conditions d'existence physique signifie pour l'humanité habiter la Terre différemment. En effet, la Terre constitue à ce jour notre seul habitat, et une transformation rapide de nos conditions de vie n'est pas anodine, puisqu'elle définit une nouvelle condition humaine.

L'Anthropocène donne un sens nouveau à la globalisation, qui n'est plus seulement un ensemble de traités commerciaux, ou une uniformisation culturelle rampante. Sa matérialité est désormais apparente dans la transformation planétaire qu'elle opère. Cette transfiguration de la biosphère façonne un monde différent pour l'humanité.

Les perspectives que cela ouvre pour l'humanité sont l'objet d'un débat aussi considérable que controversé. L'état futur de la planète est un enjeu géopolitique. De nouvelles routes arctiques vont-elles s'ouvrir ? La Norvège plantera-t-elle un jour des vignes ? Au-delà de cela, elles soulèvent des questions aussi vertigineuses que le destin de l'humanité, le pouvoir des technologies ou la fin d'une civilisation.

Ces questions concernant le futur sont le plus souvent formulées en termes optimistes ou pessimistes, selon qu'on sera plus volontariste ou fataliste. En termes philosophiques, on peut ramasser les interrogations autour de cette nouvelle condition humaine en une question centrale. L'Anthropocène signe-t-il la fin du projet moderne, cette vision du monde construite du XV^e au XVIII^e siècle, dont le projet politique central est une liberté comprise comme émancipation et arrachement à la nature ?

Le consensus n'existe pas au sujet de l'interprétation à donner à l'Anthropocène et des récits antagonistes s'affrontent. L'historien des sciences Christophe Bonneuil identifie ainsi quatre lectures distinctes de l'Anthropocène. Outre la chronique *naturaliste*, il distingue le récit apologétique du *bon Anthropocène*, une troisième narration dite de *la décroissance et de l'effondrement* et enfin un récit *éco-marxiste* de l'échange inégal.⁴³³

Le trait saillant de ces récits est leur manichéisme. Les deux premières narrations sont des récits du progrès qui professent un optimisme modéré ou effréné envers l'avenir. Elles proclament leur foi dans l'homme et la science, et proposent la technique comme remède universel. Elles sont apolitiques et justifient la domination planétaire par la dimension exceptionnelle de la nature humaine.

Les deux autres histoires sont à l'opposé de cela. Elles sont plus pessimistes, voire catastrophistes. Ce sont des récits politiques très critiques, dénonciateurs des méfaits du capitalisme et de l'impérialisme. Ils sont sceptiques vis-à-vis de la technique et proposent plutôt des réformes sociales, soit en termes de réductions d'inégalités, soit en termes de modes de vie alternatifs.

Ce chapitre présente d'abord les arguments des deux récits les plus antagonistes. Celui du bon Anthropocène décrit une forme d'apothéose, alors que le récit catastrophiste craint la fin de nos civilisations industrielles. Il s'en suit une discussion sur la thèse selon laquelle l'Anthropocène signe la fin de la modernité.

VII.1 AXIOLOGIE

VII.1.1 LE BON ANTHROPOCENE.

S'il est vrai que les perspectives données par Steffen, Crutzen et McNeill sont d'un optimisme modéré, comme l'est le propos de Rockström, il ne faudrait pas oublier que leur motivation première reste d'alerter le plus grand nombre du danger que représente une altération fondamentale du fonctionnement du Système Terre. Agir en tant que lanceur d'alertes démontre une forme d'inquiétude. Qu'on soit optimiste ou non, l'Anthropocène et les limites planétaires sont avant tout un appel à la prudence.

⁴³³ C. Bonneuil, « L'Anthropocène et ses lectures politiques », art cit.

Mais, à partir de 2011, un oxymore a fait son apparition : « le bon Anthropocène », comme célébration d'une époque de maîtrise et de contrôle mondial. Puisque Crutzen parle de l'espèce humaine comme d'une force dominante, pourquoi ne pas le prendre au mot, accepter et assumer ce rôle « d'espèce divine » ?

Clive Hamilton attribue la paternité de l'expression à Erle Ellis⁴³⁴, et elle est de plus en plus employée par ceux qui rejettent l'alarmisme des environnementalistes. Le bon Anthropocène est défendu et promu par un groupe de personnes qui se nomment les éco-modernistes ou éco-pragmatistes, et qui sont liées de près ou de loin au *Breakthrough Institut*, un *think tank* californien qui entend « moderniser l'environnementalisme pour le XXI^e siècle »⁴³⁵. L'institut fait connaître son point de vue au travers de plusieurs publications. Il a édité en 2015 un *manifeste éco-moderniste*⁴³⁶ qui synthétise ses principales idées et qui est cosigné par les dix-huit principales figures de ce mouvement. Plusieurs signataires ont été impressionnés par la comparaison entre Dieu et l'espèce humaine. Le journaliste Mark Lynas y consacre un livre entier en 2011⁴³⁷, et l'éditeur Ronald Bailey affirme « qu'avec le temps, nous ne pouvons qu'être de meilleurs dieux gardiens de la Terre »⁴³⁸. La source de cette élévation divine de l'humanité vient des premières lignes du *Whole Earth Catalog* de 1968, une référence de la contre-culture américaine et un texte fondateur de l'environnementalisme. Le catalogue débute par ces mots de Steward Brand : « Nous sommes comme des dieux et ferions mieux de nous y habituer »⁴³⁹. Lynas, Bailey et Brand ont tous trois signé le manifeste.

⁴³⁴ Le géographe déjà mentionné plus haut, qui a forgé le mot d'« anthrome ». Il fait par ailleurs partie du groupe de travail de l'Anthropocène. Clive Hamilton, *The Technofix Is In: A critique of « An Ecomodernist Manifesto »*, <http://clivehamilton.com/the-technofix-is-in-a-critique-of-an-ecomodernist-manifesto/>, (consulté le 12 juin 2015).

⁴³⁵ Par Ted Nordhaus et Michael Schellenberger. Voir Michael Schellenberger et Ted Nordhaus, *Breakthrough: From the death of environmentalism to the politics of possibility*, New York, Houghton Mifflin, 2007.

⁴³⁶ John Asafu-Adjaye et al., *An ecomodernist manifesto*, <http://www.ecomodernism.org>, avril 2015, (consulté le 20 avril 2015).

⁴³⁷ Mark Lynas, *The god species: saving the planet in the age of humans*, Washington, D.C., National Geographic, 2011.

⁴³⁸ Ronald Bailey, « Better to Be Potent Than Not », *The New York Times*, 23 mai 2011p.

⁴³⁹ *Whole Earth Catalog: access to tools*, San Rafael, CA, Point Foundation, 1968, p. 2.

L'éco-modernisme dénonce l'environnementalisme pour son alarmisme. Il ne met pas en doute le consensus scientifique comme le font les climatosceptiques, mais plutôt la coloration pessimiste et défaitiste qui en découle. Pour l'éco-modernisme, l'Anthropocène est une opportunité pour créer un monde meilleur. Le préambule du manifeste l'énonce clairement.

En tant qu'universitaires, scientifiques, militants et citoyens, nous écrivons ce manifeste animés par la conviction que le savoir et la technologie, appliqués avec sagesse, pourraient permettre que ce soit un bon, voire remarquable, Anthropocène. Un bon Anthropocène exige que les humains utilisent leurs capacités techniques, économiques et sociales, sans cesse grandissantes, pour améliorer la condition humaine, stabiliser le climat, et protéger la nature.⁴⁴⁰

Pour atteindre cette époque « remarquable », le manifeste veut réduire l'impact environnemental dans le but d'harmoniser la nature et la société. Pour cela, il espère rendre des espaces à la nature, en intensifiant les activités agricoles, énergétiques, etc., des espaces occupés par les êtres humains.

L'argument le plus important est la quête du découplage⁴⁴¹, l'idée qu'un « ensemble de tendances à long terme conduit aujourd'hui à un découplage important entre bien-être humain et impacts environnementaux. » Par « bien-être humain » est entendu un niveau de vie occidental, un mode de vie qui demande un accès massif à des sources d'énergie bon marché. Par tendance à long terme, le manifeste prévoit une stabilisation prochaine de la population mondiale, mais surtout l'avènement de technologies à l'impact environnemental moindre. De manière iconoclaste, il réfute la pertinence des énergies renouvelables et préconise l'usage massif d'énergie zéro-carbone, c'est-à-dire de l'énergie nucléaire pour prendre le relais du charbon et du pétrole.

Il est sans doute inutile de s'attarder sur le poncif de la bonne nature humaine, sur une humanité qu'il ne faut pas voir comme espèce destructrice, mais bien intentionnée, créative et ingénieuse. Par contre, on peut considérer la pertinence des arguments du manifeste.

⁴⁴⁰ J. Asafu-Adjaye, L. Blomqvist, S. Brand, B. Brook, R. Defries, E. Ellis, C. Foreman, D. Keith, M. Lewis, M. Lynas, T. Nordhaus, R. Pielke, Jr, R. Pritzer, J. Roy, M. Sagoff, M. Shellenberger, R. Stone et P. Teague, « An ecomodernist manifesto », art cit, p. 6.

⁴⁴¹ *Ibid.*, p. 11.

Bien que les signataires s'en défendent parfois, il s'agit d'une techno-utopie, qui entend avant tout préserver le plus longtemps possible le mode de vie occidental. L'éco-pragmatisme affiche un optimisme forcené, avec des professions de foi comme « l'ingéniosité humaine a toujours surmonté tous les obstacles ». Son idée centrale est qu'il est possible de faire mentir IPAT⁴⁴².

En soi, IPAT n'a jamais été une loi d'airain, et des sociétés durables devront nécessairement trouver une manière de l'infirmier. Malheureusement, en l'état, le découplage entre impact environnemental et développement économique est un mythe, ce qui a été montré par plusieurs économistes, entre autres par Tim Jackson.⁴⁴³ Pour le comprendre, il faut distinguer entre découplage relatif et absolu.

Le découplage encouragé par les éco-pragmatistes est un découplage relatif. C'est un gain obtenu par une technologie ou une pratique plus efficace. Il a lieu lorsque l'on parvient à faire plus d'activité économique avec moins de dégâts à l'environnement. Le découplage relatif existe. On le voit à l'œuvre lorsque le PIB croît plus vite que les émissions fossiles. Jackson montre ainsi des progrès réels au cours des quarante dernières années, tant en « intensité énergétique » par point de PIB, qu'en termes d'efficacité dans la gestion des ressources. Ainsi, l'intensité des émissions de CO₂ par point de PIB a baissé d'un quart en vingt-cinq années.⁴⁴⁴ C'est de découplage relatif qu'il est question quand on parle de technologies vertes.

Mais quand on regarde les courbes de la grande accélération, on voit bien que le découplage relatif est totalement insuffisant pour stabiliser les émissions fossiles. Depuis 1970, les émissions de CO₂ ont augmenté de 80 %. Il en va de même pour les flux de matière, et l'extraction des métaux progresse plus vite que le PIB mondial. Comment est-ce possible ? L'augmentation de la population mondiale qui a eu lieu dans le même temps ne suffit pas à expliquer cette progression. Si l'on prend des statistiques globales, on n'observe plus de découplage absolu, c'est-à-dire une décorrélation entre le niveau de vie mondial et l'impact environnemental global. C'est ici que le « A » de IPAT entre en jeu au travers de ce que les économistes nomment « l'effet rebond ». Lorsqu'une technologie nouvelle permet des économies

⁴⁴² Cf. supra, p. 96.

⁴⁴³ Tim Jackson, « Le mythe du découplage » dans *Prosperité sans croissance*, Bruxelles, De Boeck, 2010, p. 77-94.

⁴⁴⁴ *Ibid.*, p. 79-80.

importantes de ressource ou d'énergie, celles-ci sont compensées par une consommation accrue. Ainsi, l'introduction d'ampoules à basse consommation permet bien de faire des économies importantes en énergie, mais si l'argent économisé sert à acheter plus de luminaires, le résultat énergétique est nul ou négatif, et il induit même une augmentation des flux de matière. L'effet rebond est passé sous silence par les éco-modernistes, en dépit du fait qu'il s'agit d'un problème classique d'économie environnementale.⁴⁴⁵

Mais il y a plus grave. Lorsqu'il parle de l'Anthropocène, l'éco-modernisme ne comprend que l'anthropisation, et non l'aspect systémique. Il maintient que les changements anthropogéniques sont lents et réversibles, et que la résilience de la nature est forte. Il n'y est jamais fait mention de seuil de basculement, de sortie des conditions de vie de l'Holocène, ou de disparitions d'espèces. La seule exception est le plaidoyer pour une production d'énergie zéro-carbone, mais cette solution nucléaire massive est irréaliste. Le combustible nucléaire provient de sources non renouvelables. Le combustible actuel est l'uranium 235, et au rythme actuel (2012), ses réserves suffiront à peine pour un peu plus d'une centaine d'années.⁴⁴⁶ Si l'on remplaçait les usines à charbon par des centrales atomiques, comme le demande le manifeste, ces réserves ne suffiraient que pour quelques dizaines d'années. Il est possible de remédier à ce problème en utilisant un combustible plus abondant comme le thorium, mais cette solution n'en est qu'à ses balbutiements.

L'éco-modernisme définit l'anthropisation en termes d'occupation des sols, ce qui donne des contresens à peine croyables. Le manifeste argumente ainsi avec aplomb que l'impact environnemental d'un homme préhistorique était *plus grand* que celui d'un homme contemporain, puisqu'un hectare nourrit moins de chasseurs que

⁴⁴⁵ M. J. Grubb, « Communication Energy efficiency and economic fallacies », *Energy Policy*, 1 octobre 1990, vol. 18, n° 8, p. 783-785 ; Lorna A. Greening, David L. Greene et Carmen Difiglio, « Energy efficiency and consumption — the rebound effect — a survey », *Energy Policy*, juin 2000, vol. 28, n° 6–7, p. 389-401.

⁴⁴⁶ OECD Nuclear Energy Agency et International Atomic Energy Agency, *Uranium 2014 resources, production and demand*, Paris, OECD, 2014, p. 9.

d'agriculteurs⁴⁴⁷. Cette logique spatiale de l'anthropisation explique la thèse d'une utilisation intensive des sols. Mais que signifie intensifier les pratiques ? Intensifier veut dire augmenter les flux de matière et d'énergie. Intensifier les pratiques agricoles signifie mettre plus d'engrais et utiliser plus de machines. Or cela induit nécessairement plus de flux de matière et d'énergie, et une perturbation plus grande des cycles de l'azote et du carbone, et cela qu'on donne ou non plus de place à la nature.

Un parallèle⁴⁴⁸ a été fait entre le manifeste éco-moderniste et un autre texte contemporain, le manifeste accélérationniste.⁴⁴⁹ Ce dernier entend renouveler la pensée de gauche, en avançant l'idée que le capitalisme doit être intensifié, « accéléré », pour pouvoir finalement être surmonté et dépassé. Le cynisme de cette fuite en avant rappelle le fanatisme révolutionnaire de Chigaliev, un personnage secondaire des *Démons* de Dostoïevski. L'écrivain s'était inspiré du nihiliste Serge Netchaïev pour le décrire, dont la doctrine était d'intensifier les souffrances du peuple, de manière à l'amener à se révolter. Même Bakounine en avait été effrayé.

Si le récit naturaliste est un récit du progrès, celui du bon Anthropocène s'apparente à une théodicée, ou plutôt une anthropodicée.⁴⁵⁰ Comme on l'a vu⁴⁵¹, la théodicée est une réponse à l'existence du mal dans un monde pourtant providentiel. Sa structure narrative se fonde sur la confiance d'une conclusion heureuse en vertu de l'ordre des choses, où le bien triomphera nécessairement du mal. Le reproche fait traditionnellement à la théodicée touche aussi les éco-modernistes. Contrairement à ce qu'ils semblent penser, la théodicée ne mène pas à l'action, mais au quiétisme,

⁴⁴⁷ J. Asafu-Adjaye, L. Blomqvist, S. Brand, B. Brook, R. Defries, E. Ellis, C. Foreman, D. Keith, M. Lewis, M. Lynas, T. Nordhaus, R. Pielke, Jr, R. Pritzer, J. Roy, M. Sagoff, M. Shellenberger, R. Stone et P. Teague, « An ecomodernist manifesto », art cit, p. 16.

⁴⁴⁸ Déborah Danowski et Eduardo Viveiros de Castro, « L'arrêt du monde » dans Emilie Hache (éd.), *De l'univers clos au monde infini*, Bellevaux, Dehors, 2014, p. 328 ; Bruno Latour, *Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique*, Paris, La Découverte, 2015, p. 250.

⁴⁴⁹ Alex Williams et Nick Srnicek, « #ACCELERATE MANIFESTO for an Accelerationist Politics », *Critical Legal Thinking*, 14 mai 2013, vol. 14.

⁴⁵⁰ Clive Hamilton, « The Theodicy of the 'Good Anthropocene,' », *Environmental Humanities*, 2015, vol. 7, p. 233-238.

⁴⁵¹ Cf. supra, p. 211.

puisque le mal existe pour des desseins divins d'une plus grande ampleur. Il encourage ainsi des formes individuelles de résistance et de passivité.

VII.1.2 EFFONDREMENT.

Ce qui est certain, c'est que l'éco-modernisme peint un monde très différent de celui qui est décrit par les climatologues et les sciences de la Terre. Pour Clive Hamilton, « l'idée d'un bon Anthropocène est une lecture fondamentalement erronée de la science. »⁴⁵², et on ne peut que lui donner raison. La lecture des écrits des spécialistes du climat laisse peu de place pour la congratulation collective et est plus anxiogène qu'euphorisante.

Plus que toute autre chose, l'Anthropocène pointe un péril, une menace et ce grand risque qui se pose est celui des seuils de basculement. Si le Système Terre changeait de régime de manière brutale, comme il l'a fait à plusieurs reprises par le passé, le plus probable est que cela ne serait pas à l'avantage des hommes. Mais il n'est même pas nécessaire d'en arriver là, puisque les sciences de la Terre affirment que la planète se trouve *déjà* en *terra incognita*⁴⁵³, en dehors des limites de l'Holocène.

Le sentiment le plus répandu parmi la communauté scientifique est l'inquiétude. Lovelock, par exemple, s'attend à une *revanche de Gaïa* et veut « sauver l'humanité ». Il se demande :

pourquoi sommes-nous si lents, spécialement aux États-Unis, pour voir les grands périls qui nous menacent nous et la civilisation. Qu'est-ce qui nous empêche de voir que la fièvre du réchauffement global est à la fois réelle et mortelle, et pourrait déjà être hors de notre contrôle et de celui de la Terre ?⁴⁵⁴

Ce qui est craint, c'est que l'Anthropocène soit l'ère du grand boomerang de la biosphère vers la société. Et il s'agit de bien autre chose que d'un imperceptible adoucissement du climat. Dans son dernier rapport, le GIEC identifie « avec une grande certitude » plusieurs types de risques associés au changement anthropique.

⁴⁵² Clive Hamilton, « The new environmentalism will lead us to disaster », *Scientific American*, 19 juin 2014, vol. 19.

⁴⁵³ Cf. supra, p. 28.

⁴⁵⁴ James Lovelock, *The revenge of Gaia: why the Earth is fighting back - and how we can still save humanity*, Londres, Penguin, 2007, p. 4.

On y trouve une augmentation des événements climatiques extrêmes pouvant provoquer un effondrement des réseaux d'infrastructures et des services essentiels tels que l'électricité, l'approvisionnement en eau et les services de soin et de santé (3), des vagues de chaleur extrêmes (4), un risque d'insécurité alimentaire et de rupture des systèmes alimentaires (5).⁴⁵⁵

L'instigateur des limites planétaires⁴⁵⁶, Johan Rockström décrit l'enjeu en termes dramatiques : « nous sommes confrontés à un risque existentiel sans précédent historique. »⁴⁵⁷ Il rappelle que seul l'Holocène a permis l'agriculture, avec des conditions climatiques d'une grande stabilité, et qu'il relève de la simple prudence de vouloir les conserver. Il interprète les courbes de la grande accélération comme autant de voyants au rouge. « Les répercussions pourraient en être calamiteuses à une échelle locale, régionale et globale. »⁴⁵⁸ Rockström en appelle à une grande transition, d'une ampleur bien supérieure à l'introduction de nouvelles technologies.

Elle demandera des transformations des systèmes énergétiques, du développement urbain, des systèmes agraires et de l'utilisation des matériaux. Atteindre tout cela impliquera des changements institutionnels fondamentaux du système économique, financier et du commerce mondial. Transformer le paradigme du développement humain vers la prospérité dans le cadre des limites planétaires dépend d'un changement de valeurs, alors que l'humanité fait face au défi inédit de devoir partager les budgets globaux limités finis circonscrits par les limites planétaires.⁴⁵⁹

Des appels similaires existent en France. Ainsi, pour l'ancien premier ministre français Michel Rocard et les philosophes Dominique Bourg et Floran Augagneur,

la démocratie sera la première victime de l'altération des conditions universelles d'existence que nous sommes en train de programmer. Les catastrophes écologiques qui se préparent à l'échelle mondiale dans un contexte de croissance démographique,

⁴⁵⁵ Christopher B. Field, Vicente R. Barros et Intergovernmental Panel on Climate Change (éds.), *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability: Working Group II contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, New York, Cambridge University Press, 2014, p. 59-60.

⁴⁵⁶ Cf. supra, p. 142.

⁴⁵⁷ J. Rockström, « Bounding the Planetary Future », art cit.

⁴⁵⁸ *Ibid.*

⁴⁵⁹ *Ibid.*

les inégalités dues à la rareté locale de l'eau, la fin de l'énergie bon marché, la raréfaction de nombre de minéraux, la dégradation de la biodiversité, l'érosion et la dégradation des sols, les événements climatiques extrêmes [...] produiront les pires inégalités entre ceux qui auront les moyens de s'en protéger, pour un temps, et ceux qui les subiront. Elles ébranleront les équilibres géopolitiques et seront source de conflits.

L'ampleur des catastrophes sociales qu'elles risquent d'engendrer a, par le passé, conduit à la disparition de sociétés entières. C'est, hélas, une réalité historique objective. [...]

Lorsque l'effondrement de l'espèce apparaîtra comme une possibilité envisageable, l'urgence n'aura que faire de nos processus, lents et complexes, de délibération. Pris de panique, l'Occident transgressera ses valeurs de liberté et de justice. Pour s'être heurtées aux limites physiques, les sociétés seront livrées à la violence des hommes. Nul ne peut contester a priori le risque que les démocraties cèdent sous de telles menaces.⁴⁶⁰

Les auteurs qui décrivent un futur aussi sombre s'inscrivent dans un courant de pensée appelé le catastrophisme. Il est le plus souvent discrédité, car on perçoit en ceux qui le propagent une fascination morbide pour le désastre et l'échec, et on préfère les dénigrer en les faisant passer pour des pessimistes irrationnels qui relèvent de la pathologie.

Le catastrophisme a cependant reçu un fondement philosophique, défendu par Hans Jonas ou Jean-Pierre Dupuy.⁴⁶¹ Devant une menace identifiée, il ne consiste pas à annoncer ou à prévoir la catastrophe, mais plutôt à se focaliser sur le pire scénario envisageable et à le définir comme horizon de toute pensée. Le but est d'essayer, au travers de l'action et de réformes, d'éviter sa réalisation à tout prix.⁴⁶² On trouve une

⁴⁶⁰ Michel Rocard, Dominique Bourg et Floran Augagneur, « Le genre humain, menacé », *Le Monde*, 2 avr. 2011p.

⁴⁶¹ Jean-Pierre Dupuy, *Pour un catastrophisme éclairé*, Paris, Seuil, 2004.

⁴⁶² Voir Olivier Godard, « Catastrophisme (Point de vue 1) » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF, 2015, p. 134-138 ; Pour un point de vue critique du catastrophisme, Antoine Chollet et Romain Felli, « Le catastrophisme écologique contre la démocratie », *Vertigo*, 29 septembre 2015, vol. 15, n° 2.

définition de ce type dans *Le Principe responsabilité* du philosophe allemand Hans Jonas.

En matière d'affaires d'un certain ordre de gravité – celles qui comportent un potentiel apocalyptique – on doit accorder un plus grand poids au pronostic de malheur qu'au pronostic de salut.⁴⁶³

La pensée catastrophiste ne consiste donc pas en un pessimisme de principe, mais il s'agit d'une structure herméneutique qui thématise les risques identifiés les plus importants.⁴⁶⁴

Ce choix interprétatif n'est en rien irrationnel. Bien au contraire, le catastrophisme n'obtient sa légitimité qu'au travers d'un raisonnement solidement étayé.

On peut distinguer deux formes de catastrophisme. La première est sociocentrée. Alors que l'éco-modernisme avance la fin de la nature, ce type de catastrophisme craint la fin de la société. La préoccupation principale en est l'effondrement, mais il ne s'agit jamais de celui du Système Terre. Ce dernier n'est qu'un facteur de déstabilisation des sociétés, au même titre que le système financier ou l'épuisement des ressources. Les grands risques identifiés pour la résilience des sociétés vont du péril nucléaire au pic pétrolier. L'ancien ministre français de l'aménagement du territoire et de l'environnement, et directeur de l'institut Momentum Yves Cochet définit l'effondrement en ces mots :

Appelons « effondrement » de la société mondialisée contemporaine le processus à l'issue duquel les besoins de base (eau, alimentation, logement, habillement, énergie, mobilité, sécurité) ne sont plus fournis à une majorité de la population par des services encadrés par la loi.⁴⁶⁵

La seconde forme de catastrophisme est environnementale. Elle a depuis ses débuts lié les destins social et naturel. La conviction que les dégradations environnementales finiront par mettre en péril la survie de la civilisation

⁴⁶³ Hans Jonas, *Le Principe responsabilité : une éthique pour la civilisation technologique*, traduit par Jean Greisch, 3e édition, Paris, Flammarion, 1999 [1979], p. 79.

⁴⁶⁴ Hicham-Stéphane Afeissa, *La fin du monde et de l'humanité: essai de généalogie du discours écologique*, Paris, PUF, 2014.

⁴⁶⁵ Yves Cochet, « Effondrement, catabolique ou catastrophique? », Institut Momentum, 2011.

contemporaine est ancrée dans la pensée écologique depuis la parution du rapport Meadows en 1972.⁴⁶⁶ À cette époque, des auteurs comme Robert Heilbroner⁴⁶⁷ ou William Ophuls⁴⁶⁸ doutent suffisamment de la résilience des structures politiques et sociales pour envisager un effondrement des sociétés devant une raréfaction inéluctable des ressources naturelles.

Il en est issu d'un côté des mouvements dits survivalistes, qui se préparent activement à un monde apocalyptique. Le roman *La route*⁴⁶⁹ de Cormac McCarthy décrit ainsi la survie humaine précaire qui fait suite à une catastrophe indéterminée et dont la première conséquence est un effondrement de toute structure politique et sociale. Pour le contrer, le survivaliste stocke vivres et armes dans des bases autonomes durables (BAD), apprend à confectionner arcs et flèches et à se nourrir de plantes sauvages. Le survivalisme ne donne cependant comme solution qu'une préparation à une survie individuelle et autonome. Il ne propose rien pour éviter la catastrophe à venir.

De l'autre côté, la pensée catastrophiste peut aussi mobiliser à un niveau régional, comme le prouve le réseau des villes en transition, suivant l'exemple pionnier de Totness. Cette petite ville au sud de l'Angleterre vise l'autonomie énergétique, en partant d'impulsions communautaires.⁴⁷⁰ *Le manuel de la transition* de Rob Hopkins qui en est issu montre comment le catastrophisme peut structurer l'imaginaire politique dans l'optique d'un changement.⁴⁷¹

Le discours catastrophiste, à l'antipode de l'éco-modernisme, est très corrosif pour la vision moderne du monde. Il en critique l'idéal, la cosmologie et le mode de vie qu'il implique. Il prône des réformes institutionnelles et sociales importantes, la

⁴⁶⁶ Donella H. Meadows et Club of Rome, *The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, New York, Universe Books, 1972.

⁴⁶⁷ Robert L. Heilbroner, *An inquiry into the human prospect*, New York, Norton, 1974.

⁴⁶⁸ William Ophuls, *Ecology and the politics of scarcity: prologue to a political theory of the steady state*, San Francisco, W.H. Freeman, 1977.

⁴⁶⁹ Cormac McCarthy, *La route*, traduit par François Hirsch, Paris, L'Olivier, 2008 [2006].

⁴⁷⁰ Luc Semal, *Militer à l'ombre des catastrophes. Contribution à une théorie politique environnementale au prisme des mobilisations de la décroissance et de la transition*, Thèse de doctorat en science politique, Lille-II, Lille, 2012.

⁴⁷¹ Rob Hopkins, *The transition handbook: from oil dependency to local resilience*, Totnes, Green, 2008.

principale étant l'adoption de modes de vie moins énergivores, qui passent par la sobriété volontaire et des formes de décroissance pour l'économie.

Les théories de l'effondrement s'appuient sur la vision organique de l'histoire décrite par Toynbee ou Spengler.⁴⁷² Elles en tirent comme enseignement que toutes les sociétés sont appelées à disparaître et elles essaient de comprendre quels sont les facteurs qui en sont responsables. Dans le livre qu'il consacre à l'effondrement de sociétés passées, Jared Diamond⁴⁷³ en distingue cinq : le changement climatique, des voisins hostiles, l'effondrement d'un commerce essentiel, des problèmes environnementaux, ainsi que l'incapacité à s'adapter à ces changements. L'historien Joseph Tainter évoque quant à lui les dégradations environnementales et la baisse du rendement marginal dans des sociétés trop complexes.⁴⁷⁴ Les collapsologues, comme ils s'appellent parfois, vérifient désormais leurs hypothèses à l'aide de modèles numériques de plus en plus sophistiqués.⁴⁷⁵

VII.1.3 HUMAINS CONTRE TERRIENS.

De manière encore plus prononcée que pour la noosphère, l'Anthropocène suscite ainsi des interprétations totalement contradictoires. D'un côté, on a des promesses de contrôle planétaire et une apothéose de l'humanité, et de l'autre la dénonciation de *l'hubris* humaine et une prémonition de la fin d'un monde aussi prochaine qu'inéluctable. Les deux lectures impliquent également des réponses radicalement différentes. Soit une intensification du projet moderne, avec sa promesse toujours renouvelée d'émancipation et de liberté, soit au contraire un appel à l'abandon de ce projet et une retraite vers des modes de vie plus doux aux niveaux énergétique et matériel.

⁴⁷² Cf. supra, p. 214.

⁴⁷³ J. Diamond, *Effondrement : comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, *op. cit.*

⁴⁷⁴ Joseph A. Tainter, *The collapse of complex societies*, Cambridge, Cambridge University Press, 2011 [1988].

⁴⁷⁵ Safa Motesharrei, Jorge Rivas et Eugenia Kalnay, « Human and nature dynamics (HANDY): Modeling inequality and use of resources in the collapse or sustainability of societies », *Ecological Economics*, mai 2014, vol. 101, p. 90-102 ; Pablo Servigne et Raphaël Stevens, *Comment tout peut s'effondrer : petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*, Paris, Seuil, 2015.

Bruno Latour a parlé d'une guerre des *humains* contre les *terriens* pour décrire ces deux narrations que tout oppose.⁴⁷⁶ L'humain entend poursuivre et intensifier le projet moderne, basé sur la séparation entre la nature et la société. Il est celui qui achète la paix sociale au prix d'une guerre contre la nature. Il « prend » la terre. Le terrien, au contraire, parle d'attachement, de dépendance et de responsabilité. Il accepte que la terre le prenne et définit son identité par son appartenance à un territoire.

Pour préciser ce qu'il entend par terrien, Latour fait appel au juriste et philosophe allemand, Carl Schmitt. Cet auteur réactionnaire, « juriste du parti nazi », a élaboré en 1950 une théorie du « *nomos* de la Terre », dans le but de fonder la légalité du droit international.⁴⁷⁷ Ce qui intéresse Latour, ce n'est pas de dénicher une hypothétique fibre écologiste chez Schmitt – il n'y en a pas –, mais que ce juriste développe une conception du territoire qui ne soit pas spatiale. « Au territoire conçu comme un *espace*, un contenant *indifférencié*, il oppose les territoires conçus comme des lieux, des contenus *différenciants*. »⁴⁷⁸ Le terrien doit pouvoir délimiter le territoire dont il dépend pour exister⁴⁷⁹, ce qui revient à découvrir les mille « prises de terres »⁴⁸⁰ qui le relie à son territoire.

Le vocabulaire de Latour est volontairement militariste et clivant. Il dit qu'il faut désigner clairement qui ses ennemis, que deux camps sont en guerre, qu'il y a un nouveau régime climatique⁴⁸¹, et que c'est une utopie de vouloir désormais passer un « contrat naturel ». Si le couple humain/terrien vise juste, il est vraiment dommage qu'il présente le terrien comme un conservateur du terroir. Pour quelle raison faut-il attacher le terrien à un *territoire*, et en faire un biorégionaliste, suivant cette idée des

⁴⁷⁶ B. Latour, *Face à Gaïa*, *op. cit.*, p. 319-327 Il utilise désormais le terme de « terrestre », mais l'ancienne appellation de « terrien » sera conservée ici.

⁴⁷⁷ Carl Schmitt, *Le nomos de la terre dans le droit des gens du Jus publicum europaeum*, traduit par Lilyane Deroche-Gurcel, Paris, PUF, 2001.

⁴⁷⁸ C'est l'auteur qui souligne. B. Latour, *Face à Gaïa*, *op. cit.*, p. 299.

⁴⁷⁹ *Ibid.*, p. 320.

⁴⁸⁰ Notion que Latour utilise à rebours de ce qu'entendait Schmitt. C'est bien du substantif de « prendre » qu'il s'agit chez Schmitt, et non de l'établissement d'un lien, comme le suggère Latour.

⁴⁸¹ Une expression qu'il entend substituer à l'Anthropocène, sans se rendre compte qu'elle exclut d'emblée toutes les questions non climatiques, que l'Anthropocène parvient à intégrer.

années 1970 qui entendait unir systèmes politique et écologique ?⁴⁸² Même si Latour le conteste, l'Anthropocène pose plus de questions globales que régionales⁴⁸³ comme nous l'avons vu en parlant des questions de pollution.⁴⁸⁴

Malgré ces réserves, le couple terrien/humain est utile. Le terrien offre sans doute la critique immanente la plus directe de la modernité. En montrant que le projet baconien d'une domination de la nature est parvenu à amplifier les flux de matière de la biosphère au point de mettre en danger les conditions de vie de l'humanité, il en pointe les limites et les contradictions.

Mais est-ce que cette « explicitation de nos conditions d'existence », selon la thèse que Peter Sloterdijk a développée dans sa sphérologie⁴⁸⁵, peut suffire à dépasser la modernité ? Latour le pense en tout cas.

Ce qui fait de l'Anthropocène un excellent repère, une « plaque en or » clairement détectable bien au-delà de la frontière de la stratigraphie, c'est que le nom de cette période géohistorique peut devenir le concept philosophique, religieux, anthropologique et [...] politique le plus pertinent pour commencer à se détourner pour de bon des notions de « Moderne » et de « modernité ».⁴⁸⁶

VII.2 LA FIN DE LA MODERNITE ?

VII.2.1 LE DUALISME NATURE/SOCIETE.

S'il ne fallait retenir qu'un élément de la modernité, ce serait sans doute sa séparation franche entre nature et société. Concept massif et caméléon, le concept de nature a une histoire si riche qu'il se dérobe à une définition unique.⁴⁸⁷ Dans son

⁴⁸² Michael Vincent MacGinnis (éd.), *Bioregionalism*, Londres, Routledge, 2006 [1999].

⁴⁸³ Titre de sa quatrième conférence, où il plaide pour remplacer l'image du globe par des boucles de rétroactions. Soit, mais ces boucles sont autant régionales que globales. Bruno Latour, « L'Anthropocène et la destruction (de l'image) du globe » dans *Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique*, Paris, La Découverte, 2015, p. 147-191.

⁴⁸⁴ Cf. supra, p. 107.

⁴⁸⁵ Peter Sloterdijk, *Écumes: Sphères III.*, traduit par Olivier Mannoni, Paris, Fayard/Pluriel, 2013 [2003].

⁴⁸⁶ B. Latour, *Face à Gaïa*, op. cit., p. 154.

⁴⁸⁷ Pour une histoire de l'idée de nature. Voir R.G. Collingwood, *The Idea of Nature*, op. cit. ; C.J. Glacken, *Traces on the Rhodian shore*, op. cit. ; P. Hadot, *Le voile d'Isis*, op. cit. ; R. Lenoble, *Esquisse d'une histoire de l'idée de nature*, op. cit.

acception la plus large, il signifie le contraire de « surnaturel » et inclut tout ce qui se conforme à ses lois, c'est-à-dire l'univers entier si l'on ne croit pas aux miracles. Mais c'est d'un sens plus restreint qu'il est question quand on l'oppose à la société, à l'artefact, à la culture ou à l'homme. Stuart Mill définit la nature comme ce qui évolue de manière indépendante de l'homme.⁴⁸⁸

Cette définition fait appel à son opposé. Il en va de même si l'on définit artificiel par « ce qui n'est pas naturel ». Ces deux pôles de nature et culture fonctionnent toujours ensemble et ne se définissent pas l'un sans l'autre. Pris ensemble, ils forment un schème structurant, dont le rôle est avant tout de classer les êtres et les objets et qui agence de grandes questions philosophiques. C'est le cas, par exemple, de la question anthropologique qui s'ordonne directement au travers de ce schème, et la fameuse prohibition de l'inceste de Claude Lévi-Strauss a précisément pour fonction de lier ces deux pôles entre eux.

Dans cette affaire séculaire, l'Anthropocène vient poser une question d'une simplicité désarmante. Si les processus naturels et humains sont reliés de part en part, si les courbes naturelles de la grande accélération miment les courbes sociales, cela a-t-il encore un sens de faire comme si nature et société étaient des concepts autonomes ?

Les nombreuses preuves de l'intrication étroite des systèmes sociaux avec le Système Terre plaident pour la fin de cette dichotomie. Quels que soient les mérites de cet héritage des Lumières, la division du monde en deux domaines autonomes, l'un naturel et l'autre social, n'a pas de justification rationnelle dans les conditions actuelles. L'Anthropocène nous présente bien un monde en interaction. Chacune des limites planétaires est un exemple de ce mélange de nature-culture dans lequel nous vivons : le changement climatique, le trou dans la couche d'ozone, l'acidification des océans ne sont pas des événements naturels. Pour le climatologue Mike Hulme, « il est autant hors de propos qu'impossible de trouver des lignes de faille invisibles entre un climat naturel et artificiel. »⁴⁸⁹ Dans chaque cas, le processus n'est ni naturel ni social. Il est socionaturel. Mais c'est une chose de faire ce constat d'hybridité, et une autre d'en faire raison.

⁴⁸⁸ John Stuart Mill, *La nature*, traduit par Estiva Reus, Paris, ADEP, 1998 [1874], p. 35.

⁴⁸⁹ Mike Hulme, « Cosmopolitan Climates: Hybridity, Foresight and Meaning », *Theory, Culture & Society*, 1 mars 2010, vol. 27, n° 2-3, p. 267-276.

VII.2.1.1 L'hybride.

Le terme d'*hybride* s'est imposé pour décrire cette réalité nouvelle. Selon Bruno Latour, l'intensification de la pression sur l'environnement a provoqué cette véritable prolifération d'objets et de processus hybrides⁴⁹⁰. Cette idée du mélange a reçu de nombreux noms. Donna Haraway a ainsi parlé de cyborg, un être mi-naturel, mi-machine.⁴⁹¹ Michel Serres a décrit le quasi-objet, notion ensuite reprise par Latour avec l'idée d'objet chevelu⁴⁹², un processus mixte. Un concept moins connu est le *biofait*, proposé par Nicole Karafyllis, comme entité dont l'existence et le développement sont anthropogéniques, mais dont le résultat n'en montre pas de signe explicite.⁴⁹³

L'hybride décrit un état de fait et se pose comme le trait d'union entre la nature et la société. Il sert à décrire à la fois pour un processus ou un produit et Bruno Latour l'a incorporé dans sa théorie de l'acteur-réseau. Au même titre que la personne, l'hybride a une « puissance d'agir », il est un acteur, un agent, et s'intègre dans un réseau qui peut contenir une collection hétéroclite d'acteurs : des humains, des institutions, mais aussi des non-humains comme des animaux, des écosystèmes, etc.⁴⁹⁴ D'après Latour, ce nivellement ontologique permet ainsi de faire entrer le monde non-humain au sein de la société.⁴⁹⁵

Si l'hybride étaye un constat et séduit par ses promesses d'une meilleure prise en compte du monde non-humain, le concept est cependant problématique, du fait qu'il

⁴⁹⁰ Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes : Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte, 2005 [1991], p. 7.

⁴⁹¹ Donna Haraway, « A cyborg manifesto: science, technology, and socialist-feminism in the late twentieth century » dans *Simians, cyborgs and women: the reinvention of nature*, Londres, Routledge, 1991, p. 149-181.

⁴⁹² B. Latour, *Nous n'avons jamais été modernes*, *op. cit.*, p. 73.

⁴⁹³ Nicole C. Karafyllis, « Biofakte–Versuch über den Menschen zwischen Artefakt und Lebewesen », 2003 ; Nicole C. Karafyllis, « Biofakte–Grundlagen, Probleme, Perspektiven », *Erwägen Wissen Ethik, Jg*, 2006, vol. 17, p. 547–558.

⁴⁹⁴ Pour un exemple du champ d'application de la théorie de l'acteur-réseau, voir: Olivier Thiery et Sophie Houdart (éds.), *Humains, non humains: comment repeupler les sciences sociales*, Paris, La Découverte, 2011.

⁴⁹⁵ Bruno Latour, *Politiques de la nature*, Paris, La Découverte, 2004.

reste largement impensé. En l'état, il ne s'agit guère plus que d'un collage de deux pôles opposés, qui prétend de plus dépasser cette même opposition. L'hybride se présente comme un mélange d'huile et d'eau. L'Anthropocène a beau venir brasser vigoureusement le bocal, l'émulsion qui en résulte reste un composé d'huile et d'eau. L'hybride ne peut ni abolir le dualisme, ni être défini par un mélange de nature et de culture, puisque l'un est le plus souvent défini par antithèse de l'autre. Une réconciliation forcée est illusoire.

Pour le dire de manière moins imagée, l'hybride ne satisfait pas au principe du tiers exclu. Ce principe logique, posé pour la première fois par Aristote dans *La Métaphysique*⁴⁹⁶ pose qu'en présence de deux vérités contradictoires, l'une est nécessairement vraie alors que l'autre est fausse. Elles ne peuvent être vraies simultanément. Un hybride ne peut satisfaire à tous les prédicats de naturel et artificiel en même temps. Il faut donc choisir. Mais comment ? Peut-on faire son marché à chaque fois ? Le néo-auroch est-il un être naturel ou artificiel ? Les deux à la fois ? Aucun des deux ? Qu'en est-il du mouflon corse ? Du climat ? D'une espèce invasive ? On se retrouve au cœur des problèmes conceptuels dans lesquels se débattent les conservationnistes.

Une réponse possible à cette critique est d'affirmer que l'opposition n'a jamais été binaire, mais définit les deux bornes d'un continuum.⁴⁹⁷ Ainsi, il est trop sommaire de ne pouvoir choisir qu'entre la naturalité et l'artificialité d'un écosystème, ce dernier étant plus ou moins indépendant de l'homme. On peut donc le catégoriser selon un degré d'anthropisation. Cette vérité graduelle réhabilite l'hybride et invalide l'usage du principe du tiers exclu. Mais cette échappatoire ne protège pas l'hybride contre un second reproche.

À l'extrême, un monde où tout est hybride abolit effectivement le dualisme. Naturel et artificiel y perdent leur sens et deviennent interchangeable, synonymes. Or, ce monisme, puisque c'est de cela qu'il s'agit, crée plus de problèmes qu'il n'en résout. À bien des égards, le monisme est un solvant bien trop fort, puisqu'il vide de son contenu de nombreux concepts, dont l'Anthropocène. Si l'hybride est la nouvelle

⁴⁹⁶ Aristote, *La métaphysique, Tome I*, traduit par J. Tricot, Paris, Vrin, 2003, p. 235, Γ, 7, 1011b23.

⁴⁹⁷ Voir la définition B de Siipi, qui présente un catalogue exhaustif des définitions possible de « naturel ». H. Siipi, « Dimensions of naturalness », art cit.

nature, il n'est plus possible de penser ce qui serait véritablement spécifique à cette nouvelle époque.

Le constat de l'effondrement du dualisme devrait en principe réjouir les philosophes, puisqu'il laisse espérer l'ouverture d'un chantier ontologique compliqué, celui d'aller *par-delà nature et culture*.⁴⁹⁸ L'anthropologue Philippe Descola a en effet montré que notre manière de découper le monde en une nature et des cultures, qu'il nomme le naturalisme, n'a rien d'universel. Il donne ainsi trois autres manières de séparer entre les humains et les non-humains : l'animisme, le totémisme et l'analogisme. Si c'est bien le naturalisme qui a permis la science moderne, et que cette dernière est une prémisse à l'industrialisation, l'anthropologue se montre cependant sceptique sur un meilleur respect de la nature de la part des autres ontologies. Par exemple, la Chine est le plus grand pollueur de la planète, et cela malgré le fait que Descola décrit la pensée chinoise comme analogique. Descola rappelle qu'un découpage donné du monde ne suffit pas à lui seul à fixer des normes de comportement ou un rapport aux autres.

C'est peut-être pour cela que peu s'aventurent sérieusement sur ce chemin.⁴⁹⁹ Comme le philosophe Ben Dibley l'a remarqué⁵⁰⁰, l'Anthropocène provoque plutôt une forme de nostalgie très forte pour un monde que l'on sait révolu, un monde où la dichotomie était claire, la nature était forte et permanente, un monde que l'on tente malgré tout de préserver. Cela explique peut-être pourquoi l'odyssée de l'humanité proposée par Crutzen, et la fuite en avant proposée par les éco-modernistes sont si modernes et « rassurants ».

VII.2.1.2 La liberté des modernes et des post-modernes.

L'Anthropocène se présente ainsi bien plus comme une crise de la modernité que comme son véritable dépassement, mais cette crise a des conséquences importantes en philosophie politique. Dans sa formulation classique, le projet moderne se définit comme une lutte pour l'émancipation de la tradition, de la domination, mais aussi de

⁴⁹⁸ Clin d'œil à ce livre fondamental. P. Descola, *Par-delà nature et culture*, *op. cit.*

⁴⁹⁹ Il y a quelques exceptions notables. Déborah Danowski et Eduardo Viveiros de Castro évoquent la « panique métaphysique » que provoquerait l'Anthropocène. D. Danowski et E. Viveiros de Castro, « L'arrêt du monde », *art cit.*

⁵⁰⁰ Dans sa quatrième thèse. B. Dibley, « 'The shape of things to come' », *art cit.*

la nature. Le dualisme légitime ainsi le concept politique central de la modernité, qui est la liberté. Si Kant définissait cette liberté par l'autonomie de la personne grâce à sa capacité de jugement, ce projet s'est incarné historiquement par une appropriation progressive et sans bornes des ressources naturelles.

On l'a vu, l'Anthropocène agit ici comme contre-discours à ce projet. Il vient contester l'idée de l'autonomie de l'individu, en remettant l'accent sur sa dépendance matérielle, sa fragilité et son inclusion nécessaire dans un tout biogéochimique accueillant. Même si l'on sait depuis longtemps que la surface de la planète est finie, cela pouvait être ignoré en pratique : le monde était bien assez grand pour tous. Avec l'Anthropocène, les limites planétaires mettent cependant cette liberté en échec. Si la liberté négative n'a jamais été absolue, puisqu'elle s'est toujours arrêtée là où commençait celle d'un autre, les limites planétaires imposent désormais un nouveau type de contraintes.⁵⁰¹ Si l'humanité entend préserver et garantir sa sphère de liberté et ses conditions de vie, il lui faudra borner son action selon de nombreuses dimensions, ou elle en paiera le prix par une réduction des zones d'habitabilité de la planète.

L'irruption de l'Anthropocène provoque ainsi les réactions les plus contradictoires. La crise qu'elle provoque enfonce un clou de plus dans le cercueil de la modernité et pointe l'inadéquation de nos métaphysiques, de nos concepts de liberté, de nos dichotomies, mais sans donner le moyen véritable de les dépasser.

Cela provoque pourtant une réaction moderne épidermique, qui entend faire avancer le « front de modernité » à tout prix. Il faut plus de maîtrise, plus de raison, plus de liberté, dans une fuite en avant qui montre surtout une absence de réflexion. L'ironie veut que ce soit à la liberté moderne que soit confiée pour l'heure la défense des limites planétaires, puisque le principal outil de lutte contre le changement climatique est un marché mondial du carbone, tel qu'il a été défini par le protocole de Kyoto.

⁵⁰¹ L'Anthropocène signe surtout la mort d'une forme de libéralisme, comme l'a montré Augustin Fragnière. Augustin Fragnière, *Écologie et liberté : libéralisme versus républicanisme*, Thèse de doctorat en géosciences et environnement, Université de Lausanne, Lausanne, 2014.

VII.2.1.3 Un dualisme non pas ontologique, mais historique.

Si l'hybride est plus un constat qu'une solution, comment est-il possible de surmonter cette crise de la modernité ? Peut-être ne s'agit-il que d'un malentendu, d'une utilisation trop confuse et indifférenciée de ce schéma dualiste. Si l'on veut être plus précis, on entend en principe par dualisme moderne le dualisme cartésien, l'affirmation métaphysique de l'existence de deux substances séparées, la substance étendue ou *res extensa*, et la substance pensante ou *res cogitans*.⁵⁰² Cette métaphysique cartésienne accrédite l'idée de l'exceptionnalisme humain, puisque l'union de l'âme et de l'esprit n'a lieu que chez l'être humain, et non chez les animaux ou les plantes. En dépit de son importance historique, le dualisme cartésien a toujours été problématique, en ce que Descartes n'a jamais pu expliquer de manière convaincante comment les deux substances interagissaient entre elles.

On peut cependant passer outre ce dilemme métaphysique. Depuis le XVII^e siècle, l'exceptionnalisme humain a reçu deux blessures narcissiques bien plus importantes.⁵⁰³ Celle qui nous intéresse ici est due au darwinisme, qui a montré que l'homme est le produit de l'évolution, et qu'il est donc aussi un animal faisant partie de l'histoire naturelle. Ces développements ont encouragé les philosophes de l'esprit du XX^e siècle à contester l'idée qu'il existe un *fantôme dans la machine*⁵⁰⁴, c'est-à-dire une âme indépendante du corps, et à affirmer qu'il n'existe non pas deux substances, mais une seule de nature physique. Ce monisme ontologique est désormais communément admis en métaphysique et le dualisme des substances, avancé par Descartes, n'y est pratiquement jamais défendu.

Ce physicalisme n'équivaut cependant pas à un matérialisme, et il n'affirme pas qu'il n'existe que des réalités physiques. Des réalités biologiques, mentales et sociales existent aussi, mais elles émergent sur un substrat qui est de nature

⁵⁰² Dans sa seconde méditation. René Descartes, *Méditations métaphysiques*, Paris, Flammarion, 1993 [1641], p. 70-91.

⁵⁰³ Selon Freud, les sciences modernes ont infligé trois grandes blessures narcissiques à l'humanité. La première est l'abandon du géocentrisme due à Copernic. La seconde est la théorie de l'évolution de Darwin et la troisième la théorie de l'inconscient de Freud lui-même. Sigmund Freud, « Une difficulté de la psychanalyse » dans *Œuvres complètes*, traduit par Janine Altounian, Paris, PUF, 1996, [1917] vol.15, p. 43-51.

⁵⁰⁴ Selon la critique célèbre du dualisme cartésien de Ryle, développée dans Gilbert Ryle, *The Concept of Mind*, Chicago, University of Chicago Press, 2000 [1949].

physique. C'est ce que les métaphysiciens appellent le dualisme des propriétés, c'est-à-dire que des réalités autres que physiques peuvent *émerger* sur des propriétés physiques.⁵⁰⁵

La distinction entre dualisme des substances et dualisme des propriétés est importante, puisqu'elle permet d'affirmer deux choses : d'un côté, l'homme a toujours été un être naturel. Il est relié par une multitude de processus à la biosphère, dont il est une partie et sans laquelle il ne peut vivre. De l'autre côté, il se distingue des autres êtres vivants par certaines propriétés spécifiques. Son *comportement* s'est révélé exceptionnel en ce qu'il a su transcender son habitat originel, en transformant profondément son environnement. Ce processus d'anthropisation a été en s'accéléralant, ce qui fait qu'il s'est bientôt retrouvé entouré d'objets créés par lui. Sa concentration dans des centres urbains de plus en plus grands et sa socialisation progressive ont contribué à rendre pertinente une distinction entre un monde humain et un monde naturel. Plutôt qu'ontologique, la coupure est donc plutôt *historique* et *épistémique*. Elle est d'ailleurs paradoxale, puisque la production d'un monde de plus en plus artificiel confirme sa pertinence phénoménologique, alors que l'intensification des flux que cette production nécessite vient en même temps démentir cette même coupure.⁵⁰⁶

L'idée que le dualisme opère un partage épistémique et non pas ontologique n'est pas entièrement nouvelle. Elle a été utilisée pour déconstruire la notion de nature. Dans la foulée des pensées constructivistes, l'existence d'une nature unique et universelle a été contestée.⁵⁰⁷ La critique se base sur l'idée que notre rapport à la nature n'est jamais immédiat, mais se construit à partir de nos représentations

⁵⁰⁵ Pour une présentation plus détaillée de la distinction entre dualisme des substances et des propriétés, voir Alexander Federau, « L'auto-organisation comme antidote au réductionnisme » dans Gérald Hess et Dominique Bourg (éds.), *Science, conscience et environnement: penser le monde complexe*, Paris, PUF, 2016, p. 33-62 (A paraître) ; Voir aussi Jaegwon Kim, *Philosophie de l'Esprit*, Paris, Ithaque, 2008.

⁵⁰⁶ Cet argument d'une distinction entre un dualisme ontologique et historique est repris de Manuel Arias-Maldonado. Voir Manuel Arias-Maldonado, *Environment and Society: socionatural relations in the Anthropocene*, Cham, Springer International Publishing, 2015, p. 34.

⁵⁰⁷ Erik Swyngedouw, « Depoliticized environments: the end of nature, climate change and the post-political condition », *Royal Institute of Philosophy Supplement*, 2011, vol. 69, p. 253-274.

culturelles. Ce sont les contextes culturel et social qui déterminent comment nous abordons le monde naturel, ce qui se résume en disant que la nature est socialement construite. Il n'existe ainsi pas une nature et des cultures, mais autant de natures que de cultures.

Cette analyse constructiviste, sur laquelle nous reviendrons dans le chapitre prochain, est le côté pile d'une déconstruction du dualisme. Il a permis des éclaircissements importants, par exemple dans la déconstruction de la notion si importante outre-Atlantique de la *wilderness*.⁵⁰⁸ Mais à force de proclamer que la nature est socialement construite, on en vient à occulter le côté face, qui est l'anthropisation, la transformation physique de cette même nature sous l'action humaine. Et cette anthropisation n'est pas moins historique que l'idée de nature.

Une approche physicaliste permet de trouver une issue temporaire, mais diplomatique à la crise de la modernité suscitée par l'Anthropocène. Il s'agit d'une solution temporaire, car elle ne prend pas en compte l'enjeu le plus important de l'Anthropocène, qui est le rapport au temps.

VII.2.2 UN AUTRE RAPPORT AU TEMPS ?

Dans le chapitre précédent, nous avons vu comment deux rapports au temps distincts s'affrontaient dans les récits de l'Anthropocène. Une première interprétation considère le temps long. C'est le temps des archéologues, des paléontologues et des paléoclimatologues. Elle étire le temps sur des échelles sans commune mesure avec une vie humaine. Ces professions considèrent qu'un concept comme l'espèce humaine est utile et leur permet de décrire avec justesse une évolution historique.

La seconde interprétation se base sur une échelle historique. Elle part des catégories historiques habituelles et refuse par principe tout recours à la notion d'espèce parce que, à cette échelle, une catégorie biologique donne une explication bien trop pauvre pour décrire et comprendre un comportement. Il est inutile, pour comprendre le comportement de Napoléon, de rappeler qu'il est un être humain.

Jusqu'à il y a peu, ces différentes échelles ne posaient guère de problèmes. La géologie narrait l'histoire de la Terre, la paléontologie celle de la vie, l'archéologie celle de l'espèce humaine, et l'histoire prenait le relais à partir de l'écriture. Cette

⁵⁰⁸ William Cronon, « The trouble with wilderness: or, getting back to the wrong nature », *Environmental History*, 1996, p. 7–28.

division des tâches était basée sur la distinction entre histoire humaine et histoire naturelle, et il suffisait d'imbriquer la première dans la seconde pour satisfaire tout le monde.

Pour l'historien Dipesh Chakrabarty, l'Anthropocène rend la distinction entre l'histoire naturelle et l'histoire humaine caduque. Dans un article de 2009, il affirme que si l'espèce humaine a bien été promue au rang de force géologique, il est impossible de les traiter de manière séparée.

Le réchauffement anthropogénique global montre la collision – ou la rencontre – de trois histoires qui, du point de vue de l'histoire humaine, suivent normalement des rythmes si différents et distincts qu'ils sont traités pratiquement comme des processus séparés les uns des autres : l'histoire du Système Terre, l'histoire de la vie qui inclut celle de l'évolution humaine sur la planète, et l'histoire plus récente de la civilisation industrielle (pour beaucoup, le capitalisme).⁵⁰⁹

Il affirme la nécessité de trouver une articulation entre ces trois histoires qui soit plus sophistiquée qu'une simple imbrication. Mais, en tant qu'historien, il commence par donner de nombreux gages à sa profession. Comme nombre d'entre eux, il doute lui aussi de la pertinence du récit naturaliste donné par Crutzen. Chakrabarty commence par se montrer suspicieux quant à l'usage de la catégorie d'espèce. Il est d'accord pour rendre le capitalisme et l'impérialisme occidentaux responsables de la plus grande partie des émissions anthropogéniques. Il admet que le recours à l'espèce humaine est un moyen pour masquer des responsabilités différenciées.

Pourquoi devrions-nous inclure les pauvres du monde – dont l'empreinte carbone est faible de toute façon – dans un terme aussi englobant que l'espèce ou l'humanité lorsque la faute de la crise actuelle devrait être déposée carrément devant la porte des nations riches en premier lieu et des classes riches dans les pays pauvres ?⁵¹⁰

Par ailleurs, il refuse l'idée d'une entrée précoce dans l'Anthropocène, et reconnaît la contingence historique qui a dicté le passage des sources d'énergie au bois à celles du charbon. Il ne voit aucun déterminisme ou inéluctabilité à l'œuvre.

⁵⁰⁹ Dipesh Chakrabarty, « Climate and Capital: On Conjoined Histories », *Critical Inquiry*, 2014, vol. 41, n° 1, p. 1.

⁵¹⁰ D. Chakrabarty, « The Climate of History: Four Theses », art cit, p. 216.

Clairement, personne n'est en position d'affirmer qu'il y a quelque chose d'inhérent à l'espèce humaine qui nous a finalement poussés dans l'Anthropocène. Nous avons trébuché dessus.⁵¹¹

Malgré tous ces arguments en faveur d'une approche historique, il ne discrédite pas le terme d'espèce et lui trouve du mérite. Ce n'est pas qu'il accepte de revenir à un essentialisme spéciste, ou qu'il soit impressionné par une forme de téléologie. Selon lui, c'est cette notion qui permet de tirer un trait d'union entre l'histoire naturelle et l'histoire humaine. Il affirme qu'il faut non seulement chercher la signification de l'Anthropocène à partir des responsabilités historiques, mais aussi envisager ses conséquences. Or, ces dernières ne se comprennent que si l'on considère l'homme non pas en tant qu'être historique, mais en tant que forme de vie. Il affirme ainsi que l'Anthropocène est ce moment historique où l'histoire humaine rejoint l'histoire de la vie, que l'entrée dans l'Anthropocène engage l'humanité et qu'on sous-estime sa portée si on réduit son histoire à une critique de la mondialisation.

La problématique de la mondialisation nous permet d'envisager le changement climatique uniquement comme une crise de la gestion capitaliste. Alors qu'il est indéniable que le changement climatique est étroitement lié à l'histoire du capital, une critique qui ne serait qu'une critique du capital n'est pas suffisante pour rendre compte des questions relatives à l'histoire humaine [...] une fois que l'Anthropocène se lève à l'horizon de notre présent. Le présent géologique de l'Anthropocène est désormais entrelacé avec le présent de l'histoire humaine.⁵¹²

Si c'est bien un mode de vie très dispendieux en énergie qui est responsable de l'entrée dans l'Anthropocène, ses conséquences transcendent les logiques modernes, qu'elles soient capitalistes ou socialistes. Elles vont être ressenties durant un temps très long, et toute l'humanité devra en subir les conséquences. Si une minorité est responsable, la catastrophe sera par contre partagée. Ainsi, c'est cette menace universelle qui impose une réflexion sur le « nous » de l'humanité. Quels que soient les choix de mode de vie, techniques ou socio-économiques, nous ne pouvons pas

⁵¹¹ *Ibid.*, p. 217.

⁵¹² *Ibid.*, p. 212.

nous permettre de déstabiliser les conditions mêmes qui permettent l'existence humaine. C'est en ce sens qu'il estime que l'usage du terme d'espèce est adéquat.

L'espèce pourrait bien être le nom, faute de mieux [the name of a placeholder], d'une histoire humaine émergente qui apparaît à l'instant du danger qu'est le changement climatique.⁵¹³

Mais son raisonnement prend un tour inattendu à ce moment. Si Chakrabarty demande l'introduire l'espèce comme sujet historique par solidarité devant une menace, il estime pourtant que cela est impossible à faire. Il voit bien que le concept d'espèce qui est mobilisé par les sciences naturelles joue le même rôle hégélien que le prolétariat chez les marxistes. C'est un sujet historique. Or, pour lui, le concept d'espèce est *phénoménologiquement* vide, c'est-à-dire que les êtres humains ne *s'expérimentent* jamais en tant qu'espèce. L'appartenance à l'espèce est une abstraction. On ne fait l'expérience que d'exemplaires de l'espèce.

Mais si nous pouvions nous identifier émotionnellement à un mot comme humanité, nous ne saurions pas ce que c'est qu'être une espèce, car dans l'histoire des espèces, les humains ne sont qu'un exemple du concept d'espèce, comme n'importe quelle autre forme de vie. Mais personne ne fait jamais l'expérience d'être d'un concept.⁵¹⁴

Ainsi, il appelle à fonder une *histoire universelle négative*, c'est-à-dire une approche globale de l'espèce, mais vidée de tout contenu, sans identité globale.

À vrai dire, l'auteur est difficile à suivre à ce moment crucial de son raisonnement. Si l'espèce n'est qu'un concept et n'a aucune manifestation phénoménologique, comment pourrait-elle être une force géologique ? Cette profession de foi nominaliste est déroutante. Un État comme la France est aussi un concept abstrait, et pourtant chacun peut en faire l'expérience. Évidemment, personne ne fait l'expérience de la France dans sa totalité, mais il en va de même de tout phénomène. On ne perçoit toujours qu'un aspect d'un objet, et jamais sa totalité. Autre exemple, personne n'a jamais vu la Justice, mais chacun est capable de reconnaître une injustice quand il en voit une. Sur quelle base s'appuie Chakrabarty pour affirmer *a priori* qu'il est *impossible* de faire l'expérience de cette force

⁵¹³ *Ibid.*, p. 221.

⁵¹⁴ *Ibid.*, p. 220.

géologique à l'œuvre ? Les exemples donnés au chapitre prochain infirment ce postulat.

Peut-être qu'il ne faut pas y chercher une nouvelle *querelle des universaux*⁵¹⁵, puisque ce que Chakrabarty veut sans doute dire ne doit pas s'interpréter en tant que phénoménologie d'un concept, mais comme une philosophie de l'histoire. Il insiste sur le fait que nous ne pouvons pas *comprendre* l'universel qu'est l'espèce. Or, Chakrabarty défend une forme d'histoire compréhensive. Pour lui, l'histoire cherche non à expliquer, mais à comprendre, c'est-à-dire que la tâche de l'historien est de restituer les intentions du sujet historique. Nous comprenons Jules César lorsque nous saisissons ses intentions, ses motifs. Il s'agit en fin de compte d'un acte d'empathie qui relie les humains par-delà les frontières temporelles. Mais l'espèce n'a aucune intention particulière. Elle ne se prête donc pas à l'empathie ni à aucune forme de compréhension.

Quoi qu'il en soit, le texte de Chakrabarty se conclut de manière paradoxale et laisse bien des questions ouvertes. Il valide l'explication historique de la responsabilité de l'ère industrielle et du capitalisme.⁵¹⁶ Sa sympathie affichée pour la notion d'espèce demande cependant à être étayée de manière plus solide que par la solidarité bien évasive qu'il propose. Enfin, il finit par nier la possibilité même d'un usage productif de l'espèce en histoire. Il s'agit d'une impasse. La question qu'il pose reste entière : peut-on envisager une compréhension de l'espèce qui ne se réduise pas à un concept biologique ?

Pour sortir de l'aporie dans laquelle se trouve Chakrabarty, il faut distinguer entre deux conceptions de l'espèce. L'espèce humaine est d'abord une notion biologique, au même titre que l'espèce du chat ou du cachalot. Mais quand on parle de notre

⁵¹⁵ Référence à une longue querelle du Moyen Âge sur le statut métaphysique des universaux. Sont-ce des objets de l'esprit, des objets réels, ou seulement des noms? Alain de Libera, *La querelle des universaux*, Paris, Seuil, 1998.

⁵¹⁶ Ce qui est encore plus déroutant, c'est qu'il a depuis changé d'avis à ce sujet. Il affirme désormais qu'un monde moins inégal serait un monde où les pauvres consommeraient plus, ce qui augmenterait donc les émissions fossiles, *a contrario* de ce qu'il affirme dans l'article de 2009. D. Chakrabarty, « Climate and Capital », art cit, p. 11.

humanité, il est souvent question d'autre chose. Qu'est-ce qui nous rend *spécifiquement* humain ? Cette question, que se pose tout archéologue, fait qu'il est peut-être trop rapide de conclure qu'il pense à la biologie lorsqu'il parle *d'homo sapiens*. Comment relier ces deux aspects de l'espèce ? Bien qu'il ne le fasse pas lui-même, Chakrabarty nous invite à suivre une piste lorsqu'il cite les travaux de Daniel Smail.⁵¹⁷

Le récent livre de Daniel Lord Smail, *On Deep History and the Brain*, est aventureux dans sa tentative de relier le savoir gagné dans les sciences de l'évolution et les neurosciences avec les histoires humaines. Le livre de Smail suit les connexions possibles entre la biologie et la culture – entre l'histoire du cerveau humain et l'histoire culturelle en particulier – en étant toujours sensible aux limites du raisonnement biologique.⁵¹⁸

Dans ce livre, Smail, un médiéviste, soutient la thèse selon laquelle l'histoire ne commence pas avec l'écriture, mais bien avant, et que la biologie et la technique ont parties liées depuis fort longtemps. Smail se concentre uniquement sur l'évolution du cerveau – de longs développements sont consacrés à l'usage des psychotropes – et délaisse ainsi « les connexions entre la biologie et la culture ». Pourtant, l'idée que la technique façonne l'évolution humaine n'est pas si neuve. Elle a été défendue par Dominique Bourg, dans *L'homme artificie*. Le livre s'ouvre par cette citation de l'historien Marc Bloch :

Insister sur le rôle de la technique dans l'évolution humaine, écrivait Marc Bloch, revient simplement à rappeler que l'homme vit plongé dans la nature et existe seulement dans la mesure où il sait agir sur celle-ci ; qu'aussi et surtout, il est essentiellement un et qu'en chacun de nous, l'*homo faber* et l'*homo sapiens* se compénètrent incessamment.⁵¹⁹

La thèse de *L'homme artificie* est qu'il n'y a pas d'humanité sans un environnement technique permanent. Ainsi, si le nourrisson naît biologiquement

⁵¹⁷ Daniel Lord Smail, *On Deep History and the Brain*, Berkeley, University of California Press, 2007.

⁵¹⁸ D. Chakrabarty, « The Climate of History: Four Theses », art cit, p. 205-206.

⁵¹⁹ Dominique Bourg, *L'homme artificie: le sens de la technique*, Paris, Gallimard, 1996, p. 9.

équipé pour accéder à l'humanité, il n'est pas encore né en tant qu'humain.⁵²⁰ Il lui faudra des années d'humanisation au travers d'un édifice extérieur à son corps, dans un environnement anthropisé et d'interactions sociales et linguistiques, pour passer d'un *individu biologique* à une *personne*.⁵²¹

Bourg étaye son propos sur les travaux de l'anthropologue et préhistorien André Leroi-Gourhan. Dans *Le geste et la parole*⁵²², ce dernier montre, à partir d'exemples archéologiques, comment le « corps animal » de l'humain se transforme en fonction d'un « corps social » composé de technologies et d'éléments symboliques. Il explique cette mutation par le rôle d'extériorisation que joue la technique. Son usage permet de projeter à l'extérieur du corps certaines fonctions qui étaient auparavant organiques. Ainsi, les habits ont remplacé la fourrure ; les silex taillés ont pris la place des griffes et des dents. L'extériorisation n'est pas sans conséquence, puisqu'elle provoque en retour une modification du corps humain. Bourg généralise cette thèse en affirmant que l'humanité ne s'instaure qu'au travers d'un appareil exosomatique, de nature technique et symbolique. L'humanité n'advient que dans un milieu anthropisé.

Des études génétiques contemporaines confirment cette hypothèse. Alors qu'il n'y a pas si longtemps, on affirmait que le génome changeait lentement, une étude internationale très récente a montré que l'introduction de l'agriculture en Europe il y a 8 500 ans a provoqué des changements rapides de l'ADN des Européens. Elle est ainsi responsable d'une augmentation de la taille, d'une peau plus claire, d'une capacité plus élevée à digérer le lactose.⁵²³

⁵²⁰ *Ibid.*, p. 161.

⁵²¹ *Ibid.*, p. 163.

⁵²² André Leroi-Gourhan, *Le Geste et la Parole, tome 1 : Technique et Langage*, Paris, Albin Michel, 1964.

⁵²³ Iain Mathieson, Iosif Lazaridis, Nadin Rohland, Swapan Mallick, Nick Patterson, Songül Alpaslan Roodenberg, Eadaoin Harney, Kristin Stewardson, Daniel Fernandes, Mario Novak, Kendra Sirak, Cristina Gamba, Eppie R. Jones, Bastien Llamas, Stanislav Dryomov, Joseph Pickrell, Juan Luis Arsuaga, José María Bermúdez de Castro, Eudald Carbonell, Fokke Gerritsen, Aleksandr Khokhlov, Pavel Kuznetsov, Marina Lozano, Harald Meller, Oleg Mochalov, Vyacheslav Moiseyev, Manuel A. Rojo Guerra, Jacob Roodenberg, Josep Maria Vergès, Johannes Krause, Alan Cooper, Kurt W. Alt, Dorcas Brown, David Anthony, Carles Lalueza-Fox, Wolfgang Haak, Ron Pinhasi et David Reich,

Un siècle auparavant, les réflexions du jeune Marx autour de la nature humaine ont affirmé quelque chose de similaire. Dans les *Manuscrits de 1844*, Marx développe en effet une opposition entre *Naturwesen* et *Gattungswesen* pour décrire la réalité humaine, opposition qu'il abandonnera par la suite.⁵²⁴

Contrairement à ce qui est souvent affirmé, Marx ne réfute pas en bloc l'existence d'une nature humaine en général, anhistorique et universelle. Il reconnaît que l'homme fait partie de la nature, et par conséquent qu'il a des capacités et des besoins naturels, comme manger, travailler ou se reproduire. Il appelle « être naturel » (*Naturwesen*) un être qui a de tels besoins, qu'il désigne aussi par « fonctions animales » ou « besoins physiques », et qu'il partage avec les autres êtres vivants. L'être naturel décrit par Marx a deux caractéristiques. La première est qu'il a des tendances, des désirs et des besoins. La seconde consiste en la satisfaction de ces désirs, qui ne peut se réaliser qu'au travers d'objets externes au corps. Il prend l'exemple de la nourriture. La faim, en tant que besoin naturel, ne peut trouver sa résolution qu'au travers de la nourriture, un objet extérieur au corps.

Marx décrit l'homme en tant qu'être naturel comme « limité et conditionné ». Il est limité parce qu'il ne pourra jamais satisfaire tous ces besoins. La réalité y mettra des bornes. Il est conditionné parce que son activité sera uniquement liée à la satisfaction de ses besoins. Marx l'exprime ainsi.

« Genome-wide patterns of selection in 230 ancient Eurasians », *Nature*, 23 novembre 2015, advance online publication.

⁵²⁴ Plusieurs auteurs ont relié l'être spécifique de Marx à l'Anthropocène. Par exemple Gerda Roelvink, « Rethinking Species-Being in the Anthropocene », *Rethinking Marxism*, 2013, vol. 25, n° 1, p. 52-69 ; Ben Dibley, « "Nature is Us:" the Anthropocene and species-being », *Transformations*, 2012, n° 21 ; Nick Dyer-Witheford, « Species-Being Resurgent », *Constellations*, 2004, vol. 11, n° 4, p. 476-491 ; Nick Dyer-Witheford, « 1844/2004/2044: The Return of Species-Being », *Historical Materialism*, 2004, vol. 12, n° 4, p. 1-23 ; L'interprétation de Marx qui suit s'appuie avant tout sur Bertell Ollman, *Alienation: Marx's conception of man in capitalist society*, Cambridge, Cambridge University Press, 1971.

L'animal fait immédiatement un avec son activité vitale. Il ne se distingue pas d'elle. Il est cette activité.⁵²⁵

En somme, l'être naturel de Marx a les caractéristiques d'un animal, mais il n'est pas encore un homme. Ce qui distingue l'être humain, c'est qu'il a conscience de ses actions, et c'est pour cette raison qu'il s'engage dans des activités non vitales. Contrairement aux autres espèces animales, l'homme produit des choses en dehors de ses besoins vitaux.

L'homme fait de son activité vitale elle-même l'objet de sa volonté et de sa conscience. Il a une activité vitale consciente. Ce n'est pas une caractéristique avec laquelle il se confond immédiatement. L'activité vitale consciente distingue immédiatement l'homme de l'activité vitale de l'animal. C'est par là seulement qu'il est un être spécifique (*Gattungswesen*). Autrement dit, il est un être conscient, et sa propre vie est pour lui un objet précisément parce qu'il est un être spécifique.⁵²⁶

L'être humain accède à son humanité seulement en tant qu'être spécifique (*Gattungswesen*), dès qu'il s'engage dans des activités véritablement humaines.⁵²⁷

Cependant, l'homme n'est pas seulement un être naturel (*Naturwesen*), mais encore un être naturel humain, c'est-à-dire un être existant pour soi, et par suite un être spécifique (*Gattungswesen*). Comme tel, il doit se manifester et s'affirmer dans son existence aussi bien que dans sa conscience. Par conséquent, ni les objets humains, naturels, tels qu'ils se présentent primitivement, ni le sens humain tel qu'il est originairement, objectivement, ne sont la sensibilité, la réalité humaine. Ni objectivement ni subjectivement, la nature n'existe pour l'être humain d'une manière adéquate.

Si c'est la conscience de soi qui établit l'être spécifique, comment celle-ci apparaît-elle ? Selon Marx, elle advient au travers de la reconnaissance mutuelle. Lorsque l'être humain reconnaît ses actes propres chez les autres, et qu'il se sent

⁵²⁵ Karl Marx, « Économie et philosophie (manuscrits parisiens) (1844) » dans *Œuvres, tome 2: Économie II*, traduit par Jean Malaquais et Claude Orsoni, Paris, Gallimard, 2007, [1932] p. 63.

⁵²⁶ *Ibid.*

⁵²⁷ Le mot allemand *Gattung* signifie en français le genre, mais le terme allemand est polysémique. C'est bien l'espèce humaine que Marx a en vue. Je le rendrai donc par espèce et *Gattungswesen* par être spécifique.

relié à eux, il peut développer sa sensibilité au-delà de son être naturel. « C'est seulement grâce à l'aide d'un autre que ma propre sensibilité est sensibilité humaine pour moi »⁵²⁸. Un sujet pleinement humain ne peut donc se réaliser qu'au travers de relations sociales.

L'être humain manifeste ainsi sa spécificité de deux manières. Premièrement, sa sensibilité est transfigurée par rapport à l'être naturel. Il perçoit et veut être perçu comme un humain. Il regarde, écoute, se nourrit, sent de manière spécifique, et son apparence est le reflet de ce qu'il est. Il manifeste ensuite sa spécificité au travers de ses activités. En particulier, il transforme la nature et par là améliore ses conditions historiques de vie. C'est ainsi que l'humain éclot peu à peu :

Et de même que tout ce qui est naturel doit naître, de même l'homme procède, lui aussi, d'un acte générateur : l'histoire. Mais celle-ci lui étant connue, elle est un acte générateur qui s'abolit consciemment comme tel. L'histoire est la véritable histoire naturelle de l'homme.⁵²⁹

On pourrait penser que ce pouvoir de transformation, et le fait que Marx distingue l'homme des autres espèces, viennent appuyer l'idée d'une séparation entre l'homme et la nature. Si l'on s'en tient aux *Manuscripts*, rien n'étaye cependant cette thèse. L'homme reste toujours un être naturel. Son humanité n'est venue que transfigurer ses besoins et ses activités. Dans son commentaire des *Manuscripts*, le philosophe Bertell Ollman remarque que pour Marx,

l'homme sans relations à la nature est un vide relationnel ; sans relations spécifiquement humaines à la nature, il est un animal ; et sans ses relations animales à la nature, il est un être humain mort.⁵³⁰

Dans leur analyse respective de l'être espèce, Gerda Roelvink et Judith Grant arrivent à la même conclusion. Grant attire l'attention sur les co-transformations que subissent la nature et le corps humain au travers de l'être spécifique :

Bien sûr, des humains autonomes, communistes-démocrates, seraient libres de traiter la « nature » (les arbres, les animaux, etc.) de manière plus respectueuse qu'ils ne l'ont

⁵²⁸ K. Marx, « Économie et philosophie (manuscripts parisiens) (1844) », art cit, p. 87.

⁵²⁹ *Ibid.*, p. 131.

⁵³⁰ B. Ollman, *Alienation, op. cit.*, p. 83.

fait dans les économies capitalistes. Bien sûr, ils pourraient décider de ne pas le faire. Mais ils le feraient, je pense, puisque Marx soutient l'affirmation radicale que ces aspects de la nature sont des extensions du corps humain. On pourrait en conclure que maltraiter la nature, c'est se maltraiter soi-même.⁵³¹

La lecture conjointe de *L'homme artificiel* et des *Manuscrits* permet d'articuler la notion d'espèce humaine en fonction d'une double appartenance. Appartenance à la nature d'abord. L'homme en tant qu'être naturel est relié matériellement au monde de la vie, dont il est une partie. L'être naturel est un être écologique : il interagit nécessairement et continuellement avec la biosphère. Appartenance humaine ensuite. L'homme, comme être spécifique, de par son humanité, est le produit à la fois d'un milieu technique, d'un milieu social, d'un milieu linguistique et symbolique. On ne saurait résumer mieux ce qui relie tous ces milieux entre eux qu'en citant Augustin Berque.

Un triple et mutuel engendrement a ainsi déployé concrètement, c'est-à-dire indissociablement, l'*hominisation* (la transformation physique de l'animal en humain), l'*anthropisation* (la transformation objective des choses par la technique) et l'*humanisation* (la transformation subjective des choses par le symbole).⁵³²

Cet engendrement mutuel permet une lecture nouvelle de la dialectique entre terriens et humains. Car le terrien n'est pas autre chose que l'être naturel de Marx, ou l'être biologique de Bourgeois. C'est l'être écologique, celui qui est relié par mille attachements à Gaïa. Mais l'humain qui se trouve face à lui n'est plus le moderne. L'humain, c'est l'être spécifique, un être historique qui s'est humanisé progressivement. S'il existe bien une tension entre humain et terrien, ils n'ont pas à être en guerre. Il est vain qu'ils s'affrontent, puisque ce sont les deux faces de la condition humaine.⁵³³

⁵³¹ Judith Grant, « Gender and Marx's radical humanism in *the economic and philosophic manuscripts of 1844* », *Rethinking Marxism*, janvier 2005, vol. 17, n° 1, p. 63 ; Cité dans G. Roelvink, « Rethinking Species-Being in the Anthropocene », art cit, p. 59.

⁵³² Augustin Berque, *Écoumène : Introduction à l'étude des milieux humains*, Paris, Belin, 2009 [2000], p. 154.

⁵³³ Dans une veine similaire, le philosophe Zev Trachtenberg interprète *le second discours sur l'inégalité* de Rousseau comme une dialectique entre hominisation et anthropisation. D'un côté, les humains tels que nous les connaissons dépendent d'un environnement transformé. De l'autre, la

Ce sens nouveau du couple terrien/humain permet de sortir de l'impasse dans laquelle se trouve Chakrabarty. Le sujet de cette histoire de l'Anthropocène est bien l'espèce humaine, mais il ne s'agit ni d'une catégorie biologique, ni d'un sujet hégélien, ni d'une coquille vide. L'Humanité comme sujet transhistorique n'existe pas. Il n'est pas non plus nécessaire de faire appel à une nature humaine invariable. L'humanité telle qu'elle nous définit de manière spécifique, est historique de part en part.

VII.2.2.1 Géohistoire.

Ce chapitre a montré à quel point la modernité sort abîmée de son entrée dans l'Anthropocène. Si ce paradigme est encore en usage, faute de mieux, il faut la rafistoler en maints endroits. Deux de ses dimensions ont été étudiées ici : le dualisme et le rapport au temps.

Les éclaircissements apportés ici sur la notion d'espèce ne sauraient cependant suffire pour établir une véritable histoire de l'Anthropocène. Il y manque toujours l'air, l'eau, le dioxyde de carbone, les bactéries dénitrifiantes. L'histoire de l'espèce est une anthropo-histoire. Or, l'histoire de l'Anthropocène ne saurait être autre chose qu'une géohistoire.

Ce n'est pourtant pas une géographie historique qu'il faut pour décrire l'Anthropocène, comme l'envisageait Fernand Braudel quand il pensait géohistoire.⁵³⁴ Ce que la géohistoire de l'Anthropocène doit pouvoir montrer, c'est le couplage entre le Système Terre et les systèmes sociaux. Ce qu'elle doit décrire, c'est l'évolution de la force géologique.

Cette géohistoire nouvelle est en train d'être écrite. Les modèles numériques conçus par l'équipe de Jed Kaplan font une géohistoire de l'anthropisation préhistorique et cherchent les liens qui existent entre les déforestations précoces et les courbes historiques des concentrations de CO₂ atmosphériques de l'Holocène et auparavant.⁵³⁵

transformation de l'environnement est le reflet d'une organisation sociale donnée. Zev Trachtenberg, « Anticipating the Anthropocene », *Earth's Future*, septembre 2015, vol. 3, n° 9, p. 313-316.

⁵³⁴ Fernand Braudel, *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*, Paris, Librairie générale française, 1993 [1949].

⁵³⁵ J.O. Kaplan, « Holocene carbon cycle », art cit.

L'histoire du capitalisme est elle aussi en train d'être réécrite en termes systémiques. L'approche la plus prometteuse « rematérialise » l'histoire par l'étude historique des échanges commerciaux, sous l'angle des flux de matière globaux. Elle est suivie par Christophe Bonneuil, Jean-Baptiste Fressoz, ou encore Alf Hornborg et s'appuie sur la théorie des système-mondes, qui décrit les relations internationales comme une grande division mondiale du travail.⁵³⁶ Il existe un groupe de pays centraux qui concentrent le capital et les compétences cognitives et un groupe de pays périphériques qui ne peut qu'extraire des ressources naturelles ou produire des biens ne demandant que peu de compétences. Le système-monde favorise constamment les pays centraux et aimante les ressources vers ceux-ci. Le couplage entre système-monde et Système Terre est astucieux, mais il s'agit toujours d'une anthropo-histoire. Gaïa n'y apparaît qu'en termes de ressources.

La géohistoire de l'Anthropocène n'en est qu'à ses balbutiements. Outre les difficultés à articuler sciences naturelles et humaines, un obstacle concret se révèle dans la difficulté à *représenter* une histoire conjointe entre les hommes et le Système Terre. Latour se plaint aussi de cette crise de la représentation comme limite à l'écriture de la géohistoire :

Malheureusement, s'il y a une crise de la représentation [...] c'est aussi parce que nous sommes limités par ces cartes à deux dimensions [...] Il faudrait à la géohistoire, une visualisation capable de rivaliser avec les anciennes représentations de la géographie et de l'histoire, enfin fusionnées.⁵³⁷

C'est à une exploration de ces nouvelles visualisations et représentations planétaires qu'est consacré le prochain chapitre.

⁵³⁶ Immanuel Maurice Wallerstein, *The modern world-system*, New York, Academic Press, 1974.

⁵³⁷ B. Latour, *Face à Gaïa*, *op. cit.*, p. 353-354.

CHAPITRE VIII

Vers une herméneutique planétaire

VIII.1 LA MEMOIRE DE LA TERRE.

Les interprétations de l'Anthropocène présentées dans les précédents chapitres ont en commun de ne s'intéresser qu'au destin de l'humanité. Celui-ci peut être glorieux ou misérable, volontariste ou fataliste. Il semble cependant que personne n'ait remarqué que les travaux des stratigraphes sur l'Anthropocène mettaient à jour une classe nouvelle de signes d'origine humaine, qui sont autant de documents historiques. La géologie traite de traces, et les géologues parlent souvent de la mémoire de la Terre.

Or, les traces laissées par l'Anthropocène ont une origine humaine et sont susceptibles d'une interprétation historique, au même titre que des vestiges archéologiques. Il est donc possible de comprendre la Terre comme un médium, un grand livre dans lequel l'humanité inscrit son histoire. La signification de l'Anthropocène apparaît dès lors par une lecture de ce texte, ce qui est rendu possible par une interprétation planétaire. C'est la raison pour laquelle l'herméneutique, l'art de l'interprétation, a un rôle à jouer dans les questions environnementales de ce siècle et des prochains.

La première partie de ce chapitre consistera ainsi à défendre cet argument à l'aide de la théorie de l'interprétation, ou herméneutique. Plusieurs *herméneutiques de la nature* seront présentées et nous nous demanderons comment les relier à l'Anthropocène.

La seconde partie du chapitre développera une *herméneutique planétaire* et montrera que l'Anthropocène demande d'adapter nos représentations planétaires pour montrer la force géologique à l'œuvre.

VIII.1.1 LES APPORTS DE LA PHILOSOPHIE HERMENEUTIQUE.

Dans la mythologie grecque, Hermès était le messager des dieux, dieu des relations pacifiques et des rapports sociaux entre les hommes. Son rôle était aussi de servir d'interprète des ordres divins, il était celui qui les rendait accessibles à la compréhension limitée des mortels. Le mot « herméneutique » vient ainsi du grec ἑρμηνεύω (*hermeneuo*), qui signifie interpréter, comprendre. Si le terme ne date que du XVII^e siècle, l'art d'interpréter les textes remonte à l'Antiquité. Dans son sens classique, l'herméneutique est l'art qui permet l'élucidation, l'explication et la traduction du sens d'un ou de plusieurs textes. Trois disciplines se sont surtout servies de l'herméneutique : la théologie, la philologie et le droit. Elle propose un ensemble de règles qui permet de clarifier des passages ambigus, ainsi que de réconcilier des passages ou textes contradictoires dont on estime qu'ils devraient être harmonieux. L'herméneutique a connu un essor important avec la montée du protestantisme, dont les versions contemporaines sont issues. Son champ d'application n'a cependant cessé de s'étendre à partir des Lumières, à mesure que l'enjeu de la signification est devenu moins un problème de représentation et plus une question d'explicitation.

L'herméneutique a subi un premier grand changement au début du XIX^e siècle, avec les travaux de Friedrich Schleiermacher. Ce théologien protestant et philosophe allemand pense qu'il n'y a aucune raison que des méthodes qui fonctionnent pour l'élucidation du sens d'un texte ne puissent pas s'appliquer de manière plus universelle. Il définit ainsi, à côté des « herméneutiques spéciales », une discipline plus universelle qu'il nomme l'herméneutique générale. Alors que les herméneutiques spéciales sont l'art d'exposer ce que l'on comprend, l'herméneutique générale est l'art qui porte sur le comprendre lui-même.⁵³⁸ En cela, Schleiermacher pense que les principes qui guident l'analyse textuelle s'appliquent aussi à tous les domaines qui impliquent une forme de compréhension. Pour lui, les significations ne

⁵³⁸ Friedrich Ernst Daniel Schleiermacher, *Herméneutique*, traduit par Marianna Simon, Genève, Labor et Fides, 1987 [1959], p. 100.

se présentent jamais à nous de manière univoque et transparente et la mécompréhension est un phénomène universel. Toute signification demande ainsi un travail actif de compréhension. Celui-ci ne se résume pas à une pure réception, mais demande une activité de mise en cohérence, de mise en contexte, et de rectification des erreurs.

Pour Schleiermacher, le principe interprétatif fondamental est le *cercle herméneutique*. Un élément ne peut être compris qu'à partir du tout, dont il forme une partie. Par exemple, le *Timée* de Platon ne se comprend qu'au travers de la place qu'il prend dans l'œuvre du fondateur de l'Académie. Il en va de même à l'intérieur d'un livre. « À l'intérieur d'un seul écrit, l'élément ne peut être compris qu'à partir du tout, et c'est pour cela qu'une lecture cursive doit précéder l'interprétation exacte pour qu'on obtienne un aperçu d'ensemble. »⁵³⁹ Cela le mène à affirmer le caractère circulaire de toute compréhension humaine : une partie d'une œuvre ne peut être comprise qu'à partir de son contexte, mais d'un autre côté, l'ensemble de l'œuvre ne peut être abordée que par ses parties.

À la fin du XIX^e siècle, il revient au psychologue, historien et philosophe Wilhelm Dilthey d'avoir voulu transformer l'art herméneutique de Schleiermacher en une véritable science. Dilthey tire les conséquences logiques d'une herméneutique générale. Si l'interprétation ne s'applique pas seulement à un texte, mais donne des outils précis pour évaluer toute signification, alors l'herméneutique offre un cadre méthodologique et épistémique pour comprendre tout ce qui relève du monde humain. C'est ainsi que, pour Dilthey, l'herméneutique doit servir comme fondement *méthodologique* pour toutes les sciences humaines. Il définit l'interprétation comme le processus d'élucidation du sens de l'objet à interpréter – qui peut être un texte, un artefact, mais aussi une rangée d'arbres, un site historique – en lien avec ses contextes plus larges, qui peuvent être d'ordre historique, environnemental, ou autre. Le champ d'application de l'herméneutique ne va ainsi cesser de s'élargir sous l'impulsion de Dilthey. Dans ses derniers textes⁵⁴⁰, la finalité méthodologique de l'herméneutique est dépassée pour en faire une philosophie universelle de

⁵³⁹ *Ibid.*, p. 117.

⁵⁴⁰ Wilhelm Dilthey, « La naissance de l'herméneutique » dans *Œuvres tome 7 : écrits esthétiques suivis de la naissance de l'herméneutique*, traduit par Sylvie Mesure, Daniel Cohen et Evelyne Lafon, Paris, Cerf, 1995, [1900].

l'interprétation. L'interprétation n'est plus seulement un outil propre à certains arts libéraux, ni même une méthode permettant la compréhension des sciences humaines, mais une caractéristique essentielle de notre présence au monde. Par là, l'herméneutique prend une dimension philosophique en devenant existentielle : ce n'est plus le texte qu'il s'agit d'éclaircir, mais l'existence elle-même.

Cette compréhension dite ontologique du dernier Dilthey servira de point de départ pour la philosophie herméneutique du XX^e siècle, dont la portée sera considérable. La figure centrale en est Martin Heidegger, et si une présentation de l'analytique du *Dasein* nous mènerait ici beaucoup trop loin, on peut noter quelques éléments en lien avec l'herméneutique. Pour Heidegger, l'interprétation est de l'ordre du transcendantal : notre accès au monde est toujours d'abord interprétatif avant d'être factuel. Ces significations que nous attribuons spontanément aux objets mondains et quotidiens ne sont pas simplement interprétées par le sujet de manière isolée et purement autonome. Il y a des présupposés, des acquis préalables, qui préinterprètent les faits du monde lorsqu'ils nous apparaissent. « Une explicitation n'est jamais une saisie d'un donné préalable en l'absence de présupposés. »⁵⁴¹ En tant qu'êtres sociaux, partageant une culture et au travers du langage, nous avons déjà des préstructures pour appréhender les choses que nous rencontrons dans le quotidien. Les significations que nous attribuons aux choses vont dépendre à la fois de nos expériences passées personnelles et des pratiques culturelles auxquelles nous appartenons. C'est ainsi que Heidegger applique le cercle herméneutique à la vie quotidienne, entre un objet particulier et le tout représenté par l'ensemble des pratiques sociales, habitudes, et autres présupposés culturels.

Un des doctorants de Heidegger, Hans-Georg Gadamer, va particulièrement développer cette idée du caractère social et partagé du cercle herméneutique.⁵⁴² Selon lui, toute interprétation se déroule au sein d'un contexte intersubjectif qui est social, mais aussi historique, ce qu'il appelle la tradition. Ce sont les traditions culturelles et leur évolution qui sont la source de la signification, et non pas le sujet individuel. Dans un retour aux sources pour l'herméneutique, il va décrire comment la compréhension d'un texte passé est médiatisée par ce qu'il nomme l'horizon

⁵⁴¹ Martin Heidegger, *Être et Temps*, traduit par François Vézina, Paris, Gallimard, 1986 [1927], p. 196.

⁵⁴² Hans-Georg Gadamer, *Vérité et méthode*, traduit par Pierre Fruchon, Jean Grondin et Gilbert Merlio, Édition intégrale, Paris, Seuil, 1996 [1960].

historique de son lecteur. Mais cet horizon est lui-même en évolution, et c'est ainsi que l'idée même de conscience historique évolue au cours du temps.

On le voit, le tournant philosophique de l'herméneutique l'a considérablement éloignée de sa vocation première, qui était d'être un art permettant de résoudre des conflits d'interprétations de textes. L'herméneutique a servi à élucider presque tout : le sens en général, les artefacts, l'histoire, l'existence, le *Dasein*, l'esthétique, etc.⁵⁴³ Tout, sauf la nature. Les penseurs présentés ici s'en sont bien gardés et ont abandonné le *monde naturel* aux sciences naturelles. Avant de devenir un tabou, il fut pourtant un temps où l'*interpretatio naturae* était une pratique régulière, et où on n'avait pas encore honte de lire dans *le livre de la nature*.

VIII.1.2 LE LIVRE DE LA NATURE EN OCCIDENT.

La métaphore du livre de la nature est apparue pendant le Moyen-Âge. Originellement, elle vient probablement de prêcheurs soucieux de donner un accès à la parole divine à un public souvent illettré. La contemplation de la création sert de substitut à l'injonction inaccessible d'une lecture directe de la Bible. Pour les prêcheurs, la métaphore du livre a dû venir naturellement, si l'on songe à la passion du monde religieux pour les livres en général. Si la métaphore a d'abord une utilité rhétorique au service des prêches, la théologie prend bientôt le discours au pied de la lettre et en fait un argument important en faveur de l'étude de la nature. La perfection de la nature doit permettre d'informer son lecteur sur les qualités intrinsèques de Son divin Auteur. En tant qu'œuvre de Dieu, la nature est un véritable « second livre », à côté du Livre révélé.

La philosophie commence à s'emparer de cette métaphore à partir du XII^e siècle. Pour le philosophe et théologien Hughes de Saint-Victor, la création et l'homme sont tous deux des livres de Dieu. Au XIII^e siècle, tant Jean de Salisbury que Bonaventure ont recours à la métaphore. Au XIV^e siècle, Raymond Sebond, resté célèbre pour l'apologie que Montaigne en a faite, écrit une *Théologie naturelle* qui pose la distinction entre le « livre de la nature » et le « livre révélé ». Cette différenciation

⁵⁴³ Pour une histoire plus complète de l'herméneutique, voir Jean Grondin, *L'herméneutique*, 3^e éd., Paris, Presses Universitaires de France, 2011 [2006] ; André Laks (éd.), *La naissance du paradigme herméneutique: de Kant et Schleiermacher à Dilthey*, Nouv. éd. revue et augmentée, Villeneuve d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion, 2008 ; H.-G. Gadamer, *Vérité et méthode*, *op. cit.* ; *Ibid.*, p. 191-286.

sert à départager entre science profane et science sacrée, et Sebond consacre la plus grande partie à la première, à laquelle il donne sa préférence. Nicolas de Cues abonde dans le même sens, quand il remarque que le livre de la nature est supérieur à la Bible parce que, contrairement à cette dernière, il a été écrit directement par Dieu. Ainsi, le profane qui a acquis sa connaissance par l'étude de la nature est supérieur au scolastique. La métaphore devient un véhicule en faveur de la sécularisation.

La Renaissance continue de se référer au *livre de la nature*. Montaigne cite le livre du monde comme une école de la vie, qui dévoile des vérités qu'on ne trouve pas ailleurs.

Ce grand monde [...] c'est le miroüer où il nous faut regarder pour nous connoistre de bon biais. Somme, je veux que ce soit le livre de mon escolier.⁵⁴⁴

Le XVII^e siècle en fait un usage similaire. Dans les *Méditations*, on lit :

Sitôt que l'âge me permit de sortir de la sujétion de mes précepteurs, je quittai entièrement l'étude des lettres. Et me résolvant de ne chercher d'autre science, que celle qui se pourrait trouver en moi-même, ou bien dans le grand livre du monde, j'employai le reste de ma jeunesse à voyager, à voir des cours et des armées...⁵⁴⁵

L'interprétation théologique subsiste cependant. Francis Bacon comprend encore sa nouvelle méthode comme une *interpretatio naturae*. Connaître la nature, c'est savoir déchiffrer le « livre de la nature ». ⁵⁴⁶ Mais les choses ont changé. On ne lit plus le livre de la nature dans un but d'édification ; son étude se suffit à elle-même. Ainsi, Kepler écrit dans un livre précoce que le livre de la nature est son domaine propre d'étude, et que les scientifiques sont ses prêtres. Si Galilée parle encore du grand livre de l'Univers, il réfute l'usage de l'interprétation. Elle est inutile, puisque le livre est écrit dans le langage des mathématiques, qui est univoque. Dans un passage souvent cité de *l'Essayeur*, il écrit :

La philosophie est écrite dans cet immense livre qui se tient toujours ouvert devant nos yeux, je veux dire l'Univers, mais on ne peut le comprendre si on ne s'applique

⁵⁴⁴ Michel Eyquem De Montaigne, « Essais » dans *Œuvres complètes*, Paris, Gallimard, 1962, [1580] p. 157, Livre I, XXVI.

⁵⁴⁵ René Descartes, *Discours de la méthode*, Paris, Flammarion, 2000 [1637], p. 39.

⁵⁴⁶ H.-G. Gadamer, *Vérité et méthode*, *op. cit.*, p. 200 n.11.

pas d'abord à en comprendre la langue et à connaître les caractères dans lesquels il est écrit. Il est écrit dans la langue mathématique, et ses caractères sont des triangles, des cercles, et autres figures géométriques, sans le moyen desquelles il est humainement impossible d'en comprendre un mot. Sans eux, c'est une errance vaine dans un labyrinthe obscur.⁵⁴⁷

Le texte biblique et l'étude de la nature sont désormais traités de manière indépendante. Après la déchéance par Galilée de la méthode herméneutique concernant la nature, la métaphore perd de sa vigueur et le livre se referme. Elle est remplacée par une nouvelle allégorie. Avec Newton, Descartes et Malebranche, la nature se comprend désormais comme un mécanisme, une machine. Dieu devient un Grand Horloger.⁵⁴⁸

VIII.2 LA NATURE A-T-ELLE UNE SIGNIFICATION ?

Il faudra attendre le XXI^e siècle pour voir fleurir des tentatives éparses d'ouvrir une nouvelle fois le livre de la nature. Mais est-il possible, dans le contexte contemporain, d'y voir plus qu'une métaphore, une analogie ? Autrement dit, au delà de l'aspect rhétorique, quelle crédibilité peut-on donner aux tentatives d'interprétation de la nature ? Peut-on aujourd'hui sérieusement lire le livre de la nature ? On connaît bien le dogme assidu de la modernité sur l'absence de finalité de la nature. Plusieurs propositions contemporaines d'herméneutiques de la nature vont être proposées ci-après, qu'on peut ranger en deux grandes catégories. Dans la première, on trouve des propositions qui entendent montrer que des significations intrinsèques et non-anthropocentrées existent bel et bien dans le monde naturel, et que par conséquent la tâche d'une herméneutique de la nature est de les expliciter et de les interpréter. La seconde catégorie n'affirme rien de tel, mais travaille sur l'interprétation des significations *pour* l'homme de la nature. Cette seconde catégorie tire dans les grandes lignes son inspiration chez Heidegger et Gadamer, mais s'appuie plus spécifiquement, on le verra, sur les travaux de Paul Ricœur. Avant de

⁵⁴⁷ Galileo Galilei, *L'essayeur*, traduit par Christiane Chauviré, Paris, Les Belles lettres, 1979 [1623], p. 141.

⁵⁴⁸ Pour plus de détails sur la métaphore du livre de la nature. Ernst Robert Curtius, *La littérature européenne et le Moyen Âge latin*, traduit par Jean Bréjoux, Paris, PUF, 1991 [1948].

présenter ces variantes contemporaines de l'*interpretatio naturae*, il n'est pas inutile de rappeler les obstacles inhérents à une approche herméneutique du monde naturel.

VIII.2.1 DIFFICULTES DU PROJET.

La première difficulté vient du champ d'application. Si l'herméneutique l'a progressivement élargi durant le XX^e siècle, le monde naturel n'en a jamais fait partie. Le philosophe Jean-Claude Gens, l'un des rares dans le monde francophone à avoir tenté l'expérience dans son livre *Éléments pour une herméneutique de la nature*, a bien noté les difficultés d'un tel projet. Il rappelle que l'idée même d'une herméneutique de la nature est immédiatement obscure.⁵⁴⁹ L'expression est d'ailleurs peu usitée et si on la retrouve sous la plume du philosophe allemand Manfred Riedel, aucun des grands herméneutes, que ce soit Dilthey, Gadamer, ou Ricœur ne s'est risqué dans une telle entreprise. Bien au contraire, on trouve chez eux plus facilement des réfutations que des encouragements.

Le principal obstacle est un dualisme assumé, puisque l'herméneutique philosophique s'inscrit dans une tradition kantienne revendiquée. Dans un texte intitulé *Citoyens de deux mondes*, où il exprime ses doutes quant à un rapprochement possible entre sciences naturelles et sciences de l'esprit, Gadamer argumente à partir de la distinction kantienne entre raison théorique et raison pratique pour justifier l'existence distincte et séparée du « concept de nature » et du « concept de liberté »⁵⁵⁰. Cette dichotomie indique, selon lui, l'existence de deux mondes irréconciliables qui sont, par conséquent, étudiés par deux sciences séparées : les sciences naturelles et celles de l'esprit, ce dont se désole Charles Percy Snow.⁵⁵¹ Gadamer, en spinoziste, s'accommode de cette réalité clivée. « Nous sommes citoyens de deux mondes. Nous occupons non seulement le point de vue sensible, mais tout autant le « point de vue suprasensible » de la liberté. »⁵⁵² C'est ainsi que

⁵⁴⁹ Jean-Claude Gens, *Éléments pour une herméneutique de la nature : L'indice, l'expression et l'adresse*, Paris, Cerf, 2008, p. 12.

⁵⁵⁰ Hans-Georg Gadamer, « Citoyens de deux mondes » dans *L'Héritage de l'Europe*, traduit par Philippe Ivernel, Paris, Rivages, 2003, [1985] p. 116-117.

⁵⁵¹ Cf. supra, p. 192.

⁵⁵² H.-G. Gadamer, « Citoyens de deux mondes », art cit, p. 120.

selon lui, l'herméneutique doit se cantonner au monde humain, et à ses productions symboliques.

La position de Dilthey à ce sujet est également nette et s'exprime au travers de sa célèbre distinction entre expliquer et comprendre. Si l'herméneutique fournit la méthodologie propre aux sciences *humaines* et cherche à comprendre, le but des sciences naturelles est tout autre : elles cherchent à *expliquer* des phénomènes, et elles le font au travers de chaînes causales. Soit, mais pour quelles raisons ne pourrait-on pas à la fois expliquer *et* comprendre ?

La raison en est que pour Dilthey, la compréhension est une prérogative humaine et on ne peut comprendre *que* ce qui est d'origine humaine. Dilthey s'appuie ici sur une thèse ancienne développée d'abord par l'historien Giambattista Vico et le philosophe Thomas Hobbes. L'idée est que si nous avons une connaissance véritable des institutions humaines, c'est parce que nous les avons faites nous-mêmes. Nous ne connaissons que ce que nous fabriquons. Et comme le monde naturel n'est pas une création humaine, il reste en fin de compte incompréhensible. Notre seul accès en est l'analogie.

Il n'y a pas de compréhension de ce monde [naturel], et nous ne pouvons y transporter valeur, signification, sens que par analogie avec nous-mêmes, et seulement à partir du point de vue où la vie psychique commence à se mettre en mouvement dans le monde organique.⁵⁵³

Nous disons que nous comprenons un comportement ou une action d'une autre personne si nous sommes capables d'en donner les raisons, d'y voir une intention. Par là, nous reconnaissons à cette personne une vie psychique et spirituelle, une vie intérieure. Si la nature n'est pas compréhensible, c'est parce qu'elle n'a pas de vie psychique, elle n'a pas d'intériorité. Dilthey définit la compréhension comme le processus qui permet de connaître une intériorité à partir des signes donnés par l'extérieur.⁵⁵⁴ Ce qui permet la compréhension et qui est la base des sciences

⁵⁵³ Wilhelm Dilthey, *Œuvres tome 3 : L'édification du monde historique dans les sciences de l'esprit*, traduit par Sylvie Mesure, Paris, Cerf, 1988, p. 45.

⁵⁵⁴ Wilhelm Dilthey, *Œuvres tome 7 : écrits esthétiques suivi de la naissance de l'herméneutique*, traduit par Sylvie Mesure, Daniel Cohen et Evelyne Lafon, Paris, Cerf, 1995 [1900], p. 292.

humaines (*Geisteswissenschaften*), c'est la reconnaissance chez les humains d'une telle intériorité, qui est la marque d'une activité spirituelle. La signification émerge alors au travers des extériorisations, du fait que l'intériorité tend à vouloir s'exprimer. Or, selon Dilthey, la nature n'a pas d'intériorité, et c'est pour cela que l'interprétation du livre de la nature ne peut être qu'une allégorie. « Comprendre la nature – *interpretatio naturae* – est une expression figurée »⁵⁵⁵. Selon cette logique, la nature ne saurait avoir de sens, puisqu'une « chose à propos de laquelle il n'y a pas de compréhension ne peut avoir de signification ou de valeur. Un arbre ne peut jamais avoir de signification. »⁵⁵⁶

Si un arbre ne peut *jamais* avoir de signification, alors il semble bien qu'une lecture de la nature reste la prérogative du poète. Mais *jamais* ? Malgré ces déclarations péremptoires, on peut trouver une brèche chez Dilthey, laissant tout de même augurer d'une *interpretatio naturae*. Il envisage en effet une exception. Dans le cas où la nature est influencée par un processus historique alors, contre toute attente, une compréhension de la nature est possible.

C'est seulement par l'idée de l'objectivation de la vie que nous obtenons une vision de l'essence de ce qui est historique. Tout ici procède d'une activité spirituelle et porte donc le caractère de l'historicité. C'est dans le monde sensible lui-même qu'en tant que produit de l'histoire il se trouve imbriqué. *De la répartition des arbres dans un parc*, de l'ordonnancement des maisons dans une rue, de l'outil bien adapté de l'ouvrier jusqu'au jugement prononcé au tribunal, il y a sans cesse autour de nous des produits de l'histoire.⁵⁵⁷

Ainsi, lorsque des êtres naturels sont des « produits de l'histoire », ils peuvent être compris, au sens où l'entend Dilthey, même s'ils sont dénués d'intériorité.

Malgré cela, c'est bien cet argument de la présence ou de l'absence d'une intériorité qui a été repris plusieurs fois, en philosophie de l'histoire, comme critère permettant de distinguer entre histoire humaine et naturelle. Cette thèse a été développée en particulier au début du XX^e siècle par le philosophe et historien italien

⁵⁵⁵ *Ibid.*

⁵⁵⁶ Wilhelm Dilthey, *Der Aufbau der geschichtlichen Welt in den Geisteswissenschaften*, Leipzig, B.G. Teubner, 1927, p. 259.

⁵⁵⁷ Nous soulignons. W. Dilthey, *Œuvres*, tome 3, *op. cit.*, p. 101.

Benedetto Croce, et reprise par l'historien anglais Robin G. Collingwood. Il y fait recours en définissant l'histoire comme l'histoire des affaires humaines. Qu'est-ce qui, en effet, distingue le travail d'un paléontologiste de celui d'un historien ?

L'historien, lorsqu'il investigate un événement du passé, fait une distinction entre l'extérieur et l'intérieur d'un événement [...] Dans le cas de la nature, cette distinction entre l'extérieur et l'intérieur d'un événement n'existe pas. Les événements naturels sont de simples événements, et non [le résultat] d'agents dont les scientifiques cherchent à dépister les pensées.⁵⁵⁸

Par contre, simplement relater les événements extérieurs n'est pas ce qui intéresse l'historien. Un processus historique est un processus spirituel.

L'historien n'est pas intéressé par le fait que les hommes mangent, dorment, font l'amour et satisfont ainsi leurs besoins naturels ; mais il est intéressé par les pratiques sociales qu'ils ont créées par la pensée comme cadre à l'intérieur duquel ses besoins trouvent une satisfaction d'une manière admise par les conventions et la morale.⁵⁵⁹

Bien que ce dualisme ait un peu perdu de sa superbe, la distinction entre l'intériorité et l'extériorité reste un fondement de la philosophie occidentale.⁵⁶⁰ L'obstacle est suffisamment intimidant pour que personne n'ait jusqu'à présent tenté de bâtir une *herméneutique de la nature* dans toute sa généralité, c'est-à-dire qui pourrait s'appliquer à la réalité entière. Que faut-il alors comprendre par cette expression ?

On peut distinguer deux catégories d'herméneutique de la nature. La première est anthropocentrée, puisque les significations n'existent que pour et par l'homme. C'est le point de vue de Dilthey. La seconde catégorie conteste au contraire que l'homme soit le seul être à produire du sens et que l'humanité ait le monopole de la signification. Ces herméneutiques postulent ainsi qu'il existe des significations intrinsèques dans la nature. Il existe plusieurs types d'affirmations permettant de

⁵⁵⁸ Robin George Collingwood, *Idea of History*, New edition, Oxford, Oxford University Press, 1978 [1946], p. 212-214.

⁵⁵⁹ *Ibid.*, p. 216.

⁵⁶⁰ Cette dichotomie est par exemple la prémisse la plus forte de Philippe Descola dans l'élaboration de ses quatre ontologies. P. Descola, *Par-delà nature et culture*, *op. cit.*

conclure à l'existence de significations naturelles. Nous allons en présenter deux. Le premier part du principe que les êtres doués d'organes perceptifs interprètent toujours le monde autour d'eux, et que ce monde est par conséquent régi par des significations. Le second défend l'existence d'une valeur intrinsèque, qui est une forme de signification, pour certaines entités naturelles.

VIII.2.2 L'HERMENEUTIQUE DU VIVANT.

Une première herméneutique de la nature est l'herméneutique du vivant que propose le philosophe Jean-Claude Gens, à partir de la biologie dite compréhensive. Il le fait, d'une part, en s'appuyant sur les travaux du zoologiste et biologiste suisse Adolf Portmann ainsi que du biologiste et psychologue hollandais Frederick Buytendijk, et d'autre part en utilisant l'herméneutique de Dilthey, qu'il retourne en partie contre son auteur.

Comme on vient de le voir, la prémisse essentielle de l'herméneutique de Dilthey est que la signification est toujours la manifestation d'une intériorité. Les écrits des documents, l'expression orale, les comportements et de manière générale toutes les traces sont les témoins d'une activité dite intérieure, ou mentale. Ils en sont le reflet, l'expression. Le travail sur les signes est ainsi chez Dilthey avant tout un travail d'empathie entre une intériorité qui cherche à en comprendre une autre. Par là s'établit de manière implicite ou explicite une hiérarchie entre extériorité et intériorité au bénéfice de cette dernière.

Cette hiérarchie est si bien établie qu'elle est très rarement remise en question et il faut un auteur iconoclaste de la trempe de Hannah Arendt pour la contester. Dans la première partie de son dernier livre inachevé, *La vie de l'esprit*, elle propose ainsi une réhabilitation étonnante des apparences. Selon Arendt, l'apparence est dévaluée du fait de sa capacité à tromper, à être une illusion. Mais elle remarque que l'apparence a une caractéristique essentielle : c'est au travers des apparences que les êtres se présentent à nous. En particulier, les êtres vivants ne nous apparaissent pas seulement en tant que phénomènes, mais ils se présentent devant nous, comme des acteurs sur une scène qu'on leur a préparée. Tout animal a un besoin de se montrer, et l'homme ne fait ici pas exception. Ainsi, la modalité principale de l'être au monde est l'apparition, ou la présentation.

Pour étayer son propos, Arendt s'appuie sur les travaux de Portmann, qui l'a convaincue de l'importance du paraître. Il constate qu'il y a une différence très importante chez les animaux entre les organes internes, non apparents, et la surface, l'apparence externe. Si les organes internes ne flattent jamais l'œil et que nous les regardons avec répugnance, il en va autrement des traits extérieurs, qui sont d'une variété et d'une richesse infinie. Ils obéissent par exemple à des lois de symétries, et flattent toujours l'œil. Il en conclut que cet aspect agréable existe dans le seul but de produire un effet sur un œil. En effet, pour Portmann, c'est l'apparence qui permet à l'individu de s'affirmer dans son être.⁵⁶¹ L'apparence, cette manière de se présenter n'est d'ailleurs pas uniquement visuelle, mais s'étend à tous les sens. Le brame des cerfs, le chant des oiseaux, les parades nuptiales des grues du Japon, sont aussi des modalités pour l'animal de se présenter. Pour Portmann, il existe ainsi un lien entre l'exubérance de l'apparence et l'existence de capacités perceptives, ce que Arendt synthétise en la formule lapidaire : « Tout ce qui voit veut être vu, tout ce qui entend crie pour se faire entendre, tout ce qui peut toucher s'avance pour être touché. »⁵⁶²

La théorie de l'évolution explique les traits extérieurs par les besoins du camouflage et de la reproduction. Tant Arendt que Portmann réfutent cette explication en la considérant comme insuffisante. Pour eux, l'esthétique animale dépasse de loin ceux deux besoins, et se révèle en soi être totalement gratuite ; une apparence plaisante contredit en réalité le darwinisme puisqu'il ne donne aucun avantage compétitif. C'est aussi l'avis de Buytendijk. Dans la nature,

les machines y sont merveilleusement bariolées, élégantes, construites avec goût, pavoisées de fanions aux couleurs vives par centaines comme les modèles aux vitrines des grands magasins. Mieux encore : on a l'impression que toute cette machine saturée de raison n'a pour raison d'être que de manifester cette splendeur, au prix d'un gaspillage illimité d'énergie. Bref, le monde organique est chargé d'une *valeur démonstrative qui fait le prix de son être même*.⁵⁶³

⁵⁶¹ Adolf Portmann, *Neue Wege der Biologie*, München, R. Piper, 1961, p. 217.

⁵⁶² Hannah Arendt, *La vie de l'esprit*, traduit par Lucienne Lotringer, Paris, PUF, 2005, p. 50.

⁵⁶³ L'auteur souligne. Frederick Jacobus Johannes Buytendijk, *Traité de psychologie animale*, traduit par Albert Frank-Duquesne, Paris, PUF, 1952, p. 6.

Mais alors, quelle est la raison de cette assertion du monde du vivant ? Autrement dit, pourquoi le monde vivant est-il aussi beau ? Selon la biosémiotique⁵⁶⁴, qui étudie les signes biologiques, l'animal, de par la manière dont il paraît exprime un ensemble de significations, adressées principalement, mais pas exclusivement aux autres membres de son espèce. Il le fait parce que lui-même perçoit des significations et interprète l'apparence et l'attitude des autres êtres qui peuplent son environnement. C'est l'idée célèbre de l'*Umwelt*, introduite par Jakob von Uexküll.⁵⁶⁵ L'*Umwelt* d'un animal n'est pas son « environnement », c'est-à-dire ce qui est autour de lui (*Um-Welt*), ce qui l'entoure, et Von Uexküll oppose souvent *Umwelt* et environnement dans ses exemples. L'*Umwelt* est l'ensemble de ce que l'animal perçoit, qui forme chez lui un tout cohérent : son « monde propre ». Ce dernier dépend avant tout de l'équipement sensoriel dont l'animal est équipé. Ainsi, dans un même lieu, des animaux pourront avoir des mondes propres très différents. Les descriptions de von Uexküll sur le monde propre de la mouche, ou de la tique ont marqué de nombreux esprits⁵⁶⁶. Le monde propre n'est pas seulement peuplé d'objets ; l'animal y perçoit aussi des significations.

Cette biologie compréhensive fournit un cadre conceptuel contemporain pour penser un *livre de la nature* non-anthropocentré. Les variations des équipements sensoriels et des comportements érigent une frontière entre les espèces, mais celle-ci est tout de même poreuse, et il est ainsi possible d'interpréter les significations du monde vivant. C'est ce que propose Gens lorsqu'il fait usage de la théorie herméneutique de Dilthey. Mais il y a un problème. L'auto-présentation de l'animal n'est en effet que très partiellement une manifestation de son intériorité. L'apparence n'est pas la manifestation d'une intériorité, mais ce que la biologie compréhensive nous apprend, c'est qu'elle est tout de même de plein droit une forme d'expression, qui s'adresse à un autre. Il est donc possible d'édifier non une herméneutique de

⁵⁶⁴ Claus Emmeche et Kalevi Kull, *Towards a semiotic biology life is the action of signs*, Londres, Imperial College Press, 2011.

⁵⁶⁵ Jakob von Uexküll, *Milieu animal et milieu humain*, traduit par Charles Martin-Freville, Paris, Rivages, 2010 [1934].

⁵⁶⁶ Deleuze l'évoque dans son abécédaire. Gilles Deleuze, Claire Parnet et Pierre-André Boutang, *L'abécédaire de Gilles Deleuze (DVD)*, Paris, Montparnasse, 2004.

l'intériorité, mais de l'adresse, et d'être à l'écoute de la « voix de la nature »⁵⁶⁷. Cette herméneutique est à la fois naturelle et non-anthropocentrée.

L'autre piste suivie par Gens cherche également à trouver une forme de signification non-anthropocentrée, dans le domaine médical cette fois-ci. L'idée que la santé puisse être une norme naturelle a été entrevue par Gadamer qui avait esquissé la possibilité d'une herméneutique médicale.⁵⁶⁸ En effet, dans le traitement de la maladie, le médecin n'est souvent pas dans un rapport de domination, mais plutôt d'accompagnement, d'interprète de l'état du patient. Si cette piste de la santé comme norme naturelle n'a été que mollement suivie par Gadamer, elle a été par contre reprise plusieurs fois par des éthiciens environnementaux⁵⁶⁹ comme moyen de dépasser le paralogisme naturaliste, la distinction stricte entre faits et valeurs que nous devons à Hume. La quête d'une norme naturelle a été peu ou prou le point de départ des éthiques environnementales qui émergent à partir des années 1970. Si elles ne s'inscrivent pas dans la tradition herméneutique et ne s'en revendiquent pas, la démarche est suffisamment proche pour établir un lien.

VIII.2.3 LA VALEUR INTRINSEQUE DES ETHIQUES ENVIRONNEMENTALES.

La notion centrale des éthiques environnementales, *la valeur intrinsèque*, est une tentative explicite d'assigner une forme de signification non-anthropocentrée au monde naturel. La question de la valeur est en effet ce qui a inauguré le champ des éthiques environnementales et qui le structure sur de nombreux points à ce jour. Lorsque le philosophe néo-zélandais Richard Sylvan (Routley) se demande ce que les théories éthiques qu'il connaît peuvent amener comme réponse à la crise

⁵⁶⁷ J.-C. Gens, *Eléments pour une herméneutique de la nature*, op. cit., p. 265-sq.

⁵⁶⁸ Hans-Georg Gadamer, « La diversité de l'Europe. Héritage et avenir. » dans *L'Héritage de l'Europe*, traduit par Philippe Ivernel, Paris, Rivages, 2003, [1985] p. 19-42.

⁵⁶⁹ Pour une approche kantienne basée sur les devoirs envers le corps. Lothar Schäfer, *Das Bacon-Projekt: von der Erkenntnis, Nutzung und Schonung der Natur*, Francfort-sur-le-Main, Suhrkamp, 1993 ; Pour une approche écocentrée de la santé. J. Baird Callicott, « Environmental Wellness » dans *Beyond the Land Ethic: More Essays in Environmental Philosophy*, Albany, NY, State University of New York Press, 1999, p. 283-300 ; J. Baird Callicott, « The value of ecosystem health » dans *Beyond the Land Ethic: More Essays in Environmental Philosophy*, Albany, NY, State University of New York Press, 1999, p. 347-364.

environnementale, il conclut à leur inutilité sur ce sujet. Cela rend, selon lui, l'élaboration d'une nouvelle éthique nécessaire.⁵⁷⁰ Dans son argument du *dernier homme*, Sylvan raisonne à partir d'une expérience de pensée. Soit le survivant unique d'une catastrophe mondiale. Dans le temps qu'il lui reste, ce dernier homme entreprend d'éliminer systématiquement tout ce qu'il peut, animal et végétal. D'après les éthiques classiques, cet homme ne fait rien de mal puisqu'il ne lèse aucun autre humain directement. En effet, jusque là, l'éthique règle avant tout les relations interhumaines, et se préoccupe avant tout des droits et devoirs envers soi et autrui. Dans la doctrine des Lumières, les seuls êtres qui doivent être respectés sont les êtres humains, ou plutôt les personnes, c'est-à-dire les êtres capables de jugement. Ce sont les seuls agents et patients moraux. Kant avait imaginé un détour pour que l'on respecte malgré tout les enfants, les animaux de compagnie, bref tous les êtres incapables de jugement. Il s'agit de sa doctrine des devoirs indirects.⁵⁷¹ Un maître n'a pas le droit d'abattre son vieux chien fidèle qui ne lui est plus d'aucune utilité et doit le garder parce qu'observer ce devoir favorise en lui ceux qu'il a par ailleurs envers l'humanité. Ce raisonnement ne tient cependant plus pour le dernier homme, puisqu'il en est dispensé en l'absence d'autres personnes. Et pourtant, nul besoin d'être éthicien pour estimer que le dernier homme agit mal. Sylvan en conclut que cette intuition morale démontre l'existence, chez les êtres vivants, d'une valeur morale qu'il faut respecter. Si son texte reste ambigu au sujet du caractère intrinsèque de cette valeur, plusieurs de ses successeurs, que ce soit Holmes Rolston ou Baird Callicott, l'ont interprété en ce sens et vont fonder une forme ou une autre de valeur morale en présupposant l'existence d'une valeur intrinsèque. Les différents développements de cette idée sont considérables et ce n'est pas mon propos ici de les

⁵⁷⁰ Richard Sylvan (Routley), « Is there a need for a new, an environmental, ethic? » dans *Philosophy and Science: Morality and Culture: Technology and Man, Proceedings of the XV World Congress of Philosophy*, Varna, Sophia Press, 1973, vol.1, p. 205–210.

⁵⁷¹ Emmanuel Kant, *Leçons d'éthique*, traduit par Luc Langlois, Paris, LGF - Livre de Poche, 1997 [1924], p. 391-394.

présenter davantage⁵⁷², mais l'idée d'une valorisation de la nature est défendue sous une forme ou une autre par de nombreux auteurs en éthique environnementale.⁵⁷³

Les approches présentées jusqu'ici, herméneutiques du vivant ou médicales et certaines éthiques environnementales ont le projet ambitieux de démontrer l'existence de significations non-anthropocentrées. Si ces approches nous semblent indispensables, il est difficile de les relier à la question de l'Anthropocène, en dehors du fait que toutes insistent sur la continuité entre le monde du vivant et le monde humain.

La seconde catégorie d'herméneutiques de la nature présentée ci-dessous a un objectif plus modeste. Son point de départ n'est pas la quête d'une signification intrinsèque, mais le constat que notre rapport à la nature n'est jamais immédiat et dépend toujours d'un contexte historique et culturel qu'il est important d'explicitier. Cette approche anthropocentrée, qui mobilise plus directement le cercle herméneutique, recourt volontiers à la métaphore textuelle en parlant de lisibilité du paysage, de médium, etc. Son approche est avant tout d'ordre spatial ce qui la rapproche de la géographie, en ce qu'elle thématise des lieux, des milieux, des espaces. On y trouve tant les « herméneutiques environnementales » que les théories d'inspiration heideggérienne comme les travaux d'Eric Dardel, d'Augustin Berque⁵⁷⁴, en encore de Watsuji.

VIII.2.4 LES HERMENEUTIQUES ENVIRONNEMENTALES.

Une des critiques les plus récurrentes à l'endroit des éthiques environnementales est que les débats y ont pris un tournant technique très abstrait sur la nature ontologique de la valeur intrinsèque, ce qui peut fasciner les philosophes dans un contexte de renouveau métaphysique, mais est de peu de conséquence en dehors de ce cercle académique restreint. Ce danger a été perçu et un tournant pragmatique a

⁵⁷² Pour plus de détails. G. Hess, *Éthiques de la nature*, *op. cit.* ; Hicham-Stéphane Afeissa, *Textes clés d'éthique de l'environnement*, Paris, Vrin, 2007 ; Dale Jamieson (éd.), *A companion to environmental philosophy*, Malden, Mass, Blackwell, 2001.

⁵⁷³ biocentrique, écocentrique, etc.

⁵⁷⁴ En ce qui concerne Berque, il est sans doute difficile d'être trop catégorique quant à savoir si son approche doit être considérée anthropocentrée, comme il est dit ici, ou écocentrée.

été proposé en vue d'une meilleure efficacité pratique, sous l'impulsion de Brian Norton.⁵⁷⁵

Malgré cela, les éthiques environnementales ont été accusées de construire un discours déductif certes séduisant et cohérent, mais trop abstrait et surtout déconnecté du contexte historique et culturel⁵⁷⁶. En 1989 déjà, dans une réponse à John Passmore, le philosophe Eugène C. Hargrove avait insisté sur la nécessité de ne pas considérer l'éthique comme un système de valeurs autonomes, mais de les relier à des valeurs sociales et politiques.⁵⁷⁷ C'est à partir de cette piste qu'un rapprochement entre l'éthique environnementale et l'herméneutique est rendu possible. Cette *herméneutique environnementale*⁵⁷⁸ englobe l'éthique en considérant la question de la signification, dont la valeur n'est qu'une des modalités. Son point de départ est heideggérien, au sens où notre compréhension du monde n'est pas *primo loco* factuelle, mais interprétative. Les significations n'existent pas dans un ciel platonicien séparé, mais s'incarnent toujours dans de ce que Gadamer a appelé un horizon culturel et historique dont l'accès se fait au travers d'interprétations. De même, les liens tissés avec l'environnement ne sont pas avant tout d'ordre conceptuel, mais sont historiquement et géographiquement situés. On n'établit pas de lien avec « la Nature » avec un grand « N », comme s'il s'agissait d'un concept ou d'un sujet, mais on établit des liens *au sein* de la nature, c'est-à-dire en un lieu déterminé. C'est ainsi qu'un des thèmes les plus importants de cette philosophie est l'étude du *paysage*, ou de manière plus prosaïque, du *site*, ou du *lieu*. Le site est la

⁵⁷⁵ Bryan G. Norton, « Environmental Ethics and Weak Anthropocentrism », *Environmental Ethics*, 1984, vol. 6, n° 2, p. 131-148 ; Voir aussi Andrew Light et Eric Katz, *Environmental pragmatism*, Londres, Routledge, 1996.

⁵⁷⁶ Mirjam de Groot, Martin Drenthen et Wouter T de Groot, « Public Visions of the Human/Nature Relationship and their Implications for Environmental Ethics », *Environmental Ethics*, 2011, vol. 33, n° 1, p. 42.

⁵⁷⁷ Eugene C. Hargrove, *Foundations of environmental ethics*, Englewood Cliffs N.J, Prentice Hall, 1989, p. 206-215.

⁵⁷⁸ Il s'agit donc d'une sous-catégorie de l'herméneutique de la nature. L'expression « herméneutique environnementale » est revendiquée par un groupe d'auteurs et je me réfère ici à eux. Par exemple: Forrest Clingerman et Mark H Dixon, *Placing nature on the borders of religion, philosophy, and ethics*, Farnham, Surrey, Ashgate, 2011 ; Forrest Clingerman (éd.), *Interpreting nature: the emerging field of environmental hermeneutics*, New York, Fordham University Press, 2014.

condition de possibilité, ou plutôt le médium à partir duquel une expérience de la nature peut avoir lieu, et à partir de quoi des *signes* peuvent être lus et interprétés. L'herméneutique environnementale accorde ainsi une grande importance à l'idée de la *médiatisation*. La signification de la nature n'y est jamais directe, mais passe toujours par un support, puis est interprétée par un langage dans un horizon culturel déjà significatif.

Un premier exemple est l'idée de la *lisibilité du paysage*, un concept défendu par le poète et écrivain hollandais Willem van Toorn.⁵⁷⁹ Son œuvre montre un souci et une préoccupation pour les paysages traditionnels hollandais, et il est par ailleurs un activiste de leur préservation. Il forge le concept d'une lisibilité du paysage pour faire prendre conscience de la valeur de certains d'entre eux. Certains paysages, ceux qui possèdent des vestiges de l'histoire, contiennent des signes qui peuvent être lus, ce qui n'est pas le cas d'autres paysages plus contemporains et uniformes :

[Ils] nous rappellent au travers de lignes complexes et parfois inconscientes qu'il y a un passé, que les gens qui ont vécu dans ce passé avaient affaire à un monde comme nous, qu'ils devaient se protéger eux-mêmes de la nature et en même temps utiliser ses ressources.⁵⁸⁰

La valeur de ces paysages est avant tout d'ordre identitaire.

Nous devons rester connectés avec ce passé – pas parce que le passé est meilleur que le présent, mais simplement parce que nous lui devons notre existence, notre identité, notre vision du monde, et parce que nous pouvons seulement penser le futur en faisant appel à nos expériences passées.⁵⁸¹

Selon van Toorn, cette lisibilité du paysage explique le sentiment d'empathie que nous avons avec certains lieux et pas avec d'autres. Il est beaucoup plus aisé de communier, d'établir des liens, avec un paysage compréhensible, lisible, qu'avec un

⁵⁷⁹ Martin Drenthen, « Reading Ourselves through the Land: Landscape Hermeneutics and Ethics of Place » dans Forrest Clingerman et Mark Dixon (éds.), *Placing nature on the borders of religion, philosophy and ethics*, Ashgate Publishing Limited, Farnham, Surrey, 2011, p. 123-138.

⁵⁸⁰ Cité par *Ibid.*, p. 5.

⁵⁸¹ *Ibid.*

paysage inconnu et muet. Le risque, selon van Toorn, est que l'illisibilité fasse de nous de simples visiteurs des lieux, des touristes de nos propres paysages.

Le second exemple traite justement de ce risque, mais n'y voit pas une fatalité. Contrairement à ce qu'insinue van Toorn, le remède existe, et l'expérience que nous avons tous lorsque nous visitons des lieux patrimoniaux l'atteste. Les divers guides et autres plaquettes descriptives, les visites fléchées, forment ce que le milieu muséal et patrimonial appelle le processus de médiation⁵⁸² ou *d'interprétation du patrimoine*. Le concept a été forgé par le journaliste et écrivain américain Freeman Tilden dans son livre *Interpreting our heritage*⁵⁸³ en 1957. Il le définit ainsi.

Une activité éducative dont le but est de découvrir des significations et des liens au travers de l'usage d'objets originaux, par l'expérience personnelle, et par des médias illustratifs, au lieu de simplement communiquer des informations factuelles.⁵⁸⁴

En partant de cette définition, Tilden donne six principes pour l'interprétation d'un site. L'interprétation doit établir (1) un lien entre le visiteur et ce qui est montré ; (2) être un dévoilement plutôt qu'une information ; (3) être un art enseignable ; (4) provoquer au lieu d'instruire ; (5) relier les parties avec un tout ; (6) proposer une approche qualitativement différente pour les enfants.

Cette énumération permet de comprendre pour quelles raisons Tilden raisonne en termes d'interprétation et non de communication. Son objectif n'est pas de donner des *informations* au visiteur, mais des clés de lecture, ou des plans d'interprétation. Il s'agit d'enrichir une visite en donnant un accès à la signification des lieux visités. L'interprétation, chez Tilden, est inséparable d'une éthique de la conservation que ne renieraient pas les conservationnistes et qui se résume dans la formule : « Par l'interprétation, la compréhension ; par la compréhension, l'appréciation ; par l'appréciation, la protection. »⁵⁸⁵ Les principes édictés par Tilden, sous une forme ou une autre, restent de nos jours fondamentaux pour les sites patrimoniaux, naturels et

⁵⁸² Selon la terminologie du conseil international des musées.

⁵⁸³ A notre connaissance non traduit en français. Freeman Tilden, *Interpreting our heritage*, 3rd ed, Chapel Hill, The Univ. of North Carolina Press, 1977 [1957].

⁵⁸⁴ *Ibid.*, p. 8.

⁵⁸⁵ *Ibid.*, p. 38.

culturels confondus, et sont considérés comme faisant partie des bonnes pratiques⁵⁸⁶. Bien que Tilden ne fasse pas appel explicitement à la tradition herméneutique, ses thèses ont suffisamment d'affinités avec cette dernière pour qu'on puisse l'y inscrire effectivement⁵⁸⁷.

Le troisième et dernier exemple laisse de côté l'aspect patrimonial et est plus directement une herméneutique environnementale. Il s'agit aussi de la conceptualisation la plus avancée – ou philosophique – de l'interprétation d'un site. Elle est défendue par le théologien et philosophe américain Forrest Clingerman, qui se réclame du philosophe Paul Ricœur et revendique l'appellation d'herméneute environnemental.

Pour Clingerman, la conception moderne de « la nature » correspond mal à l'expérience que nous en faisons lorsque nous sommes confrontés à elle. En définissant l'homme comme créé à l'image de Dieu, la tradition chrétienne a établi une dichotomie qui décrit négativement la nature comme ce qui n'est pas l'homme. Mais ce dualisme mène à des paradoxes et ne rend pas justice à l'expérience que nous faisons de la nature. Lorsque nous sommes confrontés à la nature, d'un côté nous la transcendons, et de l'autre nous sommes enveloppés et situés par elle. Par ailleurs, la nature ne se présente jamais à nous de manière unie ni non plus comme une altérité radicale.

Nous ne pouvons pas faire l'expérience de la nature simplement comme un Autre abstrait, ou un nom incommensurable (*mass name*), mais nous sommes confrontés à la nature dans une expérience vécue et dans le contexte d'un temps particulier, d'un lieu particulier, avec certaines plantes, certains animaux, d'autres humains...⁵⁸⁸

Le rapport à la nature est donc toujours vécu de manière située. Par ailleurs, ce n'est jamais une rencontre avec une altérité radicale, puisque les humains sont aussi des êtres naturels. Ils sont en fait doubles, puisqu'ils sont aussi des êtres historiques :

⁵⁸⁶ Larry Beck et Ted T. Cable, *The gifts of interpretation: Fifteen guiding principles for interpreting nature and culture*, Urbana, IL 61801, Sagamore Pub., 2011.

⁵⁸⁷ Phillip Gordon Ablett et Pamela Kay Dyer, « Heritage and hermeneutics: Towards a broader interpretation of interpretation », *Current Issues in Tourism*, 2009, vol. 12, n° 3, p. 209–233.

⁵⁸⁸ Forrest Clingerman, « Beyond the Flowers and the Stones », *Philosophy in the Contemporary World*, 2004, vol. 11, n° 2, p. 19.

Clingerman utilise le terme d'être bio-historique pour décrire cet état de fait. Il affirme ensuite que cela s'applique aussi à tous les êtres naturels. Malheureusement, son argumentation est confuse et peu convaincante. En se référant à la fois aux philosophes Ján Patočka⁵⁸⁹ et Martin Heidegger⁵⁹⁰, il déclare que si les êtres naturels ne sont pas historiques dans leur essence, ils le sont dans leur manifestation, en ce sens que leur *dévoilement* est progressif et doit être contextualisé historiquement.⁵⁹¹ Notre compréhension en est que l'argument est d'ordre épistémique : ce n'est pas la nature, mais la connaissance ou compréhension que nous en avons qui est historique.

Puisqu'une expérience de la nature est toujours liée à un lieu, Clingerman avance que le lieu joue le rôle de médiateur dans notre rapport à la nature et qu'il se comporte par conséquent comme un médium. C'est à ce moment qu'il fait une analogie avec la théorie du récit de Ricœur. On s'en souvient, le temps ne se laisse apprivoiser qu'au travers du récit et grâce à la mise en intrigue. Clingerman propose un analogue pour le lieu, avec le concept *d'emplacement*⁵⁹², qui est « l'activité de médiation de la relation humaine avec un lieu particulier ». L'emplacement a des composantes spatiales et temporelles. Clingerman distingue quatre dimensions de médiation d'un lieu : (1) écologique, ou scientifique, (2) esthétique, (3) de ressources et enfin (4) de communauté. Ce médium explique ce qu'il faut comprendre lorsqu'il parle d'ouvrir à nouveau le livre de la nature.⁵⁹³

Si nous nous attardons sur cet auteur, ce n'est pas pour cette notion d'emplacement, à notre avis problématique. Clingerman reste passablement flou sur

⁵⁸⁹ Ján Patočka, *Essais hérétiques : sur la philosophie de l'Histoire*, traduit par Érika Abrams, Lagrasse, Verdier, 2007 [1990].

⁵⁹⁰ Martin Heidegger, « La question de la technique » dans *Essais et Conférences*, Paris, Gallimard, 1980, [1954] p. 9–48.

⁵⁹¹ Forrest Clingerman, « On Sculpting Ivory; The Idea of Nature In a Theology of Culture », *The Journal of Faith and Science Exchange*, 2000, p. 218.

⁵⁹² A défaut de mieux, nous rendons le terme anglais *emplacement* de manière littérale, probablement déjà malheureux dans la langue originale.

⁵⁹³ Forrest Clingerman, « Reading the book of nature: A hermeneutical account of nature for philosophical theology », *Worldviews: Global Religions, Culture, and Ecology*, 2009, vol. 13, n° 1, p. 72–91.

ce qu'il entend vraiment par médium. S'il le définit par le lieu, dans le fil de son raisonnement il glisse peu à peu vers une forme de schématisme transcendantal. Dans un passage plus kantien qu'herméneutique, il écrit : « la structure de la nature située⁵⁹⁴ est perçue au travers de la médiation de la raison – c'est seulement au travers de la structure de la raison que nous organisons les événements et les éléments du lieu »⁵⁹⁵. Ce qui en fait l'intérêt, c'est que c'est le seul auteur à notre connaissance qui bâtit une herméneutique de la nature en partant de la prémisse de *bio-historicité* des êtres naturels, qui introduit l'idée de *médium*, et qui travaille à partir de la théorie du récit de Ricœur. Ce sont les trois mêmes prémisses que nous allons prendre ci-dessous.

Les exemples tirés de la seconde catégorie d'herméneutique de la nature travaillent à partir d'un « lieu », ce qui ne se laisse pas transposer tel quel à un niveau global. Néanmoins, la suite de ce chapitre va proposer une argumentation similaire à celle de Clingerman, mais à la fois plus simple et plus radicale. Si on la transpose à l'échelle planétaire et qu'on s'appuie sur l'Anthropocène, on obtient un raisonnement mieux étayé. L'Anthropocène fournit en effet des arguments autrement convaincants quant à la bio-historicité du monde vivant.⁵⁹⁶ Nous allons voir que le médium est la planète elle-même, puisque notre expérience planétaire est toujours médiatisée.

⁵⁹⁴ *Emplaced nature*.

⁵⁹⁵ F. Clingerman, « Beyond the Flowers and the Stones », art cit, p. 20.

⁵⁹⁶ Il est remarquable que la géologie, qui est une science historique, se comprenne elle-même avant tout comme une science positive, qui prend la physique comme modèle, et non pas comme une science historico-herméneutique, en prenant comme modèle l'histoire. Cela a été bien vu par le philosophe Robert Frodeman, au contraire du géologue Andrew Miall qui, s'il se réfère bien au cercle herméneutique, le confond manifestement avec la méthode hypothético-déductive. Voir Robert Frodeman, « Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science », *Geological Society of America Bulletin*, 1995, vol. 107, n° 8, p. 960-968 ; Andrew D. Miall, « Empiricism and model building in stratigraphy: the historical roots of present-day practices », *Stratigraphy*, 2004, vol. 1, p. 3-25 ; Andrew D. Miall et Charlene E. Miall, « Empiricism and model-building in stratigraphy: around the hermeneutic circle in the pursuit of stratigraphic correlation », *Stratigraphy*, 2004, vol. 1, p. 27-46.

VIII.3 L'EXPERIENCE PLANETAIRE.

VIII.3.1 LA NECESSITE DE LA MEDIATION : LE CHEMIN VERS LA PLANETE BLEUE.

Bien que la forme et les dimensions de notre monde soient aujourd'hui évidentes pour tout un chacun, il est utile de rappeler que nous n'avons pas de la Terre, en tant que planète ou de totalité, une expérience directe. L'expérience planétaire est un acte médiatisé ; ses caractéristiques ne sont pas directement perceptibles, mais sont un savoir, ce qui fait de la Terre une représentation inscrite elle-même sur le fond d'une cosmologie.

Le fait même que la Terre soit une planète n'est acquis que depuis Copernic. On connaît pourtant les planètes depuis la nuit des temps. L'astronomie antique a bien observé que certains astres sont mobiles sur la voûte céleste, contrairement aux étoiles qui sont fixes. L'évolution des *πλανήτης αστήρης* (*planetes asteres*, astres errants) sera donc fortement étudiée, avec une distinction tranchée entre l'étoile et la planète.

Mais durant l'Antiquité, notre Terre n'est pas encore une planète, même si sa sphéricité est comprise dès les Grecs. On attribue la paternité de l'idée de la rondeur de la Terre à Pythagore, et cela est ensuite admis tant par Platon que par Aristote. Ce dernier avance plusieurs arguments logiques et empiriques en sa faveur, et il en conclut même que cette forme est nécessaire.⁵⁹⁷ Au III^e siècle av. J.-C., son rayon est déterminé avec une précision étonnante par Ératosthène.⁵⁹⁸ Les Latins reprennent ensuite les théories grecques. Dans son *histoire naturelle*, Plin l'ancien décrit la Terre en ces mots :

Concernant sa forme, en premier lieu, celle-ci fait l'objet d'un consensus : nous parlons avec certitude du « globe terrestre », et nous reconnaissons que ce globe est renfermé entre ses pôles.⁵⁹⁹

⁵⁹⁷ Aristote, *Traité du ciel, suivi du « Traité pseudo-aristotélicien du monde »*, traduit par Jules Tricot, Paris, Vrin, 2000, p. 114-117 (297a8-298a20) ; Pour un commentaire: Paul Pédech, *La géographie des Grecs*, Paris, PUF, 1976, p. 39.

⁵⁹⁸ André Brahic, *Enfants du Soleil: histoire de nos origines*, Paris, Odile Jacob, 2000, p. 38-40.

⁵⁹⁹ C. Plinius Secundus, *Histoire naturelle, op. cit.*, p. 111, Livre II, Chap. LXIV.

Dans les cosmologies qui placent le monde sublunaire au centre du cosmos, personne n'envisage la rotation et la translation de la Terre.⁶⁰⁰ Il est plus naturel que le centre soit fixe, et c'est ainsi que le géocentrisme a longtemps masqué aux astronomes notre propre mobilité.

Le lien entre planète et Terre ne devient évident qu'au XVI^e siècle, dès le moment où l'héliocentrisme s'impose. Le changement paradigmatique que constitue la Révolution copernicienne ne saurait être sous-estimé : non seulement nous ne sommes pas au centre de l'univers, mais pour la première fois, on comprend que la Terre elle-même est un corps céleste. Du monde clos, on passe à un univers infini.⁶⁰¹

Dès lors, la Terre est représentée par des mappemondes, des planisphères⁶⁰² et des globes terrestres. Mais l'expérience directe fait défaut, et ce sont les arts qui ont longtemps pallié ce manque. Au début du XX^e siècle, on imagine encore facilement un monde vert. Dans la *Femme sur la Lune*, Fritz Lang propose, en 1929 déjà, un lever de Terre depuis la lune. L'atmosphère est perçue comme transparente, et sa visibilité partielle depuis l'espace est souvent sous-estimée. Ainsi, lorsque Hergé représente la Terre dans *On a marché sur la Lune* (1954), il dessine un cercle à l'intérieur duquel sont figurés les continents, mais qui ne comporte aucun nuage.

C'est la conquête de la stratosphère, puis spatiale, qui va fournir progressivement des clichés de plus en plus précis de la Terre. Dès 1935, le vol du ballon atmosphérique *Explorer 2*, dont la nacelle pressurisée abrite Orvil Anderson et Albert Stevens, permet de donner des clichés obliques pris à vingt-deux kilomètres d'altitude.

En 1946, des fusées modifiées V2 permettent de prendre les premières photographies spatiales jamais réalisées⁶⁰³. D'une altitude de 105 km, la courbure terrestre est visible, ainsi qu'une partie de la météo. Reçue de manière enthousiaste

⁶⁰⁰ Cela vaut pour les cosmologies géocentriques, mais pas pour celles qui sont héliocentriques, comme chez Aristarque de Samos.

⁶⁰¹ Alexandre Koyré, *Du monde clos à l'univers infini*, Paris, Gallimard, 1988 [1957].

⁶⁰² Les pages qui suivent doivent beaucoup au travail fouillé de Sebastian Grevsmühl sur les représentations planétaires. Sebastian V. Grevsmühl, *La Terre vue d'en haut: l'invention de l'environnement global*, Paris, Seuil, 2014, p. 97-152.

⁶⁰³ Par photographie est entendu ici un procédé technique qui permet d'obtenir une image durable d'un objet, à partir d'une surface photosensible (film ou capteur).

par le public, cette photo montre une distinction franche entre un univers sombre et hostile, et une surface terrestre accueillante à la vie.

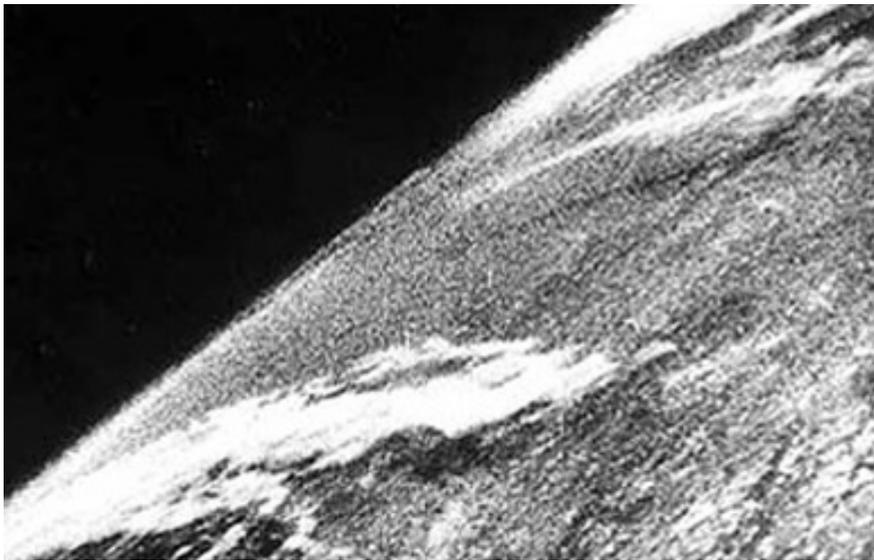


Figure 22 Première photographie spatiale obtenue grâce à une fusée V2. 24 octobre 1946. Source : John Hopkins University Applied Physics Laboratory

En 1955, Otto Berg, du Naval Research Laboratory, présente une image mosaïque constituée d'une centaine de clichés pris à partir de fusées V2, puis plaqués sur une sphère, qui représente une partie du globe. La mise en orbite des premiers satellites va permettre de franchir de nouveaux paliers, avec *Explorer 6* en 1959 et le satellite météorologique *TIROS-I* en 1960. L'année suivante, Youri Gagarine devient le premier homme à voir la Terre depuis l'espace.

Ces vues planétaires restent cependant partielles. Les missions lunaires, en fournissant les premiers « levers de Terre », ces images où on voit la Terre alors que la surface lunaire est au premier plan, vont donner les premières représentations globales. C'est d'abord la sonde spatiale *Lunar Orbiter 1*, qui en réalise les toutes premières versions, les 23 et 25 août 1966. Il faut cependant attendre encore deux ans et la version prise par William Anders dans le cadre de la mission Apollo 8, le 24 décembre 1968 pour que le *lever de Terre* entre dans l'histoire. Que ce soit cette photo, et non celle de *Lunar Orbiter 1*, qui ait eu un retentissement mondial est sans doute dû au fait qu'elle a été prise directement par un homme. En ce sens, cette image fait penser que nous autres terriens pourrions voir, au travers d'une représentation, la même chose qu'ont vus ces astronautes. Pourtant, comme le note pertinemment Sebastian Grevsmühl⁶⁰⁴, l'interprétation des astronautes eux-mêmes se

⁶⁰⁴ S.V. Grevsmühl, *La Terre Vue d'en Haut*, op. cit., p. 204.

ramène presque à l'inverse. L'idée que notre expérience planétaire est *forcément* de nature médiate a été si intériorisée en eux, qu'une expérience directe est interprétée et pensée en termes d'images, ou de représentation. Lorsque l'équipier de Anders, Frank Borman, voit apparaître la planète bleue, il s'écrie : « Oh mon Dieu ! Regardez cette *image* là-bas ! C'est un lever de Terre. Comme c'est beau ! »⁶⁰⁵



Figure 23 « Le lever de Terre », par William Anders, le 24 décembre 1968. Source : Apollo 8, NASA

Ce n'est pourtant pas cette image que l'on évoque spontanément aujourd'hui quand on pense à la Terre, mais une autre, qu'on compare souvent à une icône. C'est une image de la face entièrement éclairée de la planète, prise le 7 décembre 1972 par la 17^e et dernière mission Apollo. Intitulée *la bille bleue*, elle devient immédiatement la représentation universelle de la Terre. Une version antérieure orne pourtant déjà le *Whole Earth Catalog* de Stewart Brand de 1968. Immédiatement investie de significations très fortes, la bille bleue sera un catalyseur pour le mouvement environnemental naissant. On y lit la preuve de la nécessité d'une *conscience planétaire*, au vu de la fragilité de notre habitat au milieu d'un univers sombre et hostile ; sa finitude également, en particulier celle de ses ressources ; on y lit enfin une communauté de destin qui englobe toute l'humanité : malgré tout ce qui nous sépare, l'humanité, comme le monde organique, vit et meurt sur une planète unique.

⁶⁰⁵ Nous soulignons. *Apollo 8 Onboard Voice Transcription*, Houston, Manned Spacecraft Center, 1969, p. 113.

La bille bleue honore la couverture d'un si grand nombre de livres concernant l'environnement qu'on peut sérieusement douter de l'imagination des éditeurs. Représentée depuis lors dans n'importe quel contexte, elle est devenue une sorte de lieu commun de la culture mondiale, dont on ne semble pourtant guère se lasser.



Figure 24 « La bille bleue », par Harrison Schmitt, le 7 décembre 1972. Source : Apollo 17, NASA

L'ambiguïté sémantique de cette image a été analysée à de nombreuses reprises et il n'est pas nécessaire d'insister dessus.⁶⁰⁶ Il y a en effet un hiatus important entre l'interprétation écologiste, pacifique et englobante, souvent en lien avec une dénonciation d'un mode de vie consumériste, et le contexte de production de cette même image, pur produit d'un complexe techno-militaro-industriel. Nous allons plutôt nous concentrer sur un autre aspect sémantique, mais pour cela, une dernière représentation spatiale de la Terre sera nécessaire.

VIII.3.2 LE POINT BLEU PALE.

En 1990, la sonde *Voyager 1*, qui avait été lancée en 1977 pour étudier le système solaire, est sur le point de le quitter. Après de longues négociations, l'astronome Carl Sagan parvient à convaincre la NASA de retourner la sonde pour prendre une photo de la Terre. L'entreprise est risquée et se révèle ardue. À cette distance, pointer un

⁶⁰⁶ Peter C. Van Wyck, *Primitives in the Wilderness: Deep Ecology and the Missing Human Subject*, Albany, NY, State University of New York Press, 1997, p. 17-28.

appareil en direction de la Terre, c'est-à-dire du soleil, représente un défi puisque cela risque d'endommager les instruments. La photo est prise. D'aussi loin, à 6,4 milliards de kilomètres, la Terre ne se distingue presque plus, elle n'apparaît plus que comme un *point bleu pâle*, le nom choisi pour la photo.

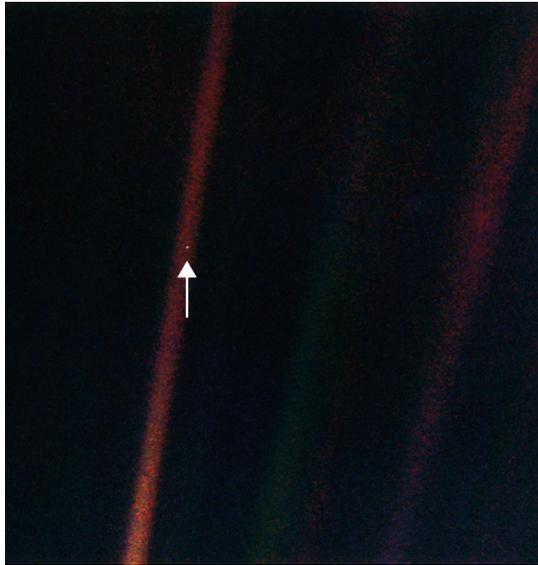


Figure 25 Un point bleu pâle. (1990). La flèche blanche indique la Terre. Les bandes colorées sont des parasites du rayonnement solaire. Source : *Voyager 1*, NASA.

La lecture qu'en fait Sagan a donné lieu à un livre, dont un passage est resté aussi célèbre que la photo. Il écrit :

Regardez encore ce petit point. C'est ici. C'est notre foyer. C'est nous. Sur lui se trouvent tous ceux que vous aimez, tous ceux que vous connaissez, tous ceux dont vous avez entendu parler, tous les êtres humains qui n'aient jamais vécu. Toute la somme de nos joies et de nos souffrances, des milliers de religions aux convictions assurées, d'idéologies et de doctrines économiques, tous les chasseurs et cueilleurs, tous les héros et tous les lâches, tous les créateurs et destructeurs de civilisations, tous les rois et tous les paysans, tous les jeunes couples d'amoureux, tous les pères et mères, tous les enfants pleins d'espoir, les inventeurs et les explorateurs, tous les professeurs de morale, tous les politiciens corrompus, toutes les « superstars », tous les « guides suprêmes », tous les saints et pécheurs de l'histoire de notre espèce ont vécu ici, sur ce grain de poussière suspendu dans un rayon de soleil.⁶⁰⁷

Ce beau et riche extrait est sujet à plusieurs interprétations. D'un côté, Sagan propose une apologétique de la méthode scientifique moderne. Cette lecture

⁶⁰⁷ Carl Sagan, *Pale blue dot: a vision of the human future in space*, New York, Random House, 1994, p. 6.

classique conçoit la modernité comme une suite de décentremments. L'homme, qui pensait être au centre du monde, subit une suite de blessures narcissiques en comprenant de manière progressive la place infinitésimale qu'il occupe dans l'univers. Ce mouvement de décentrement commence avec Copernic et s'accroît depuis lors. Du géocentrisme, on est passé à l'héliocentrisme, puis le soleil a été déclassé à son tour lorsqu'il s'est trouvé qu'il n'était qu'une étoile parmi cent milliards de notre galaxie. L'astronome Edwin Hubble a enfin montré en 1925 que la galaxie d'Andromède était en dehors de la Voie lactée, et donc que notre galaxie n'en était qu'une parmi d'autres. *Le pôle point bleu* a ainsi valeur démonstrative de ce mouvement de décentrement : notre place dans l'univers est quelconque et nous ne sommes qu'une fine poussière au milieu d'une immensité noire et infinie.

La *bille bleue* peut servir ici d'antidote à cette vision oppressante du monde.⁶⁰⁸ En exhibant la beauté, la finitude et l'inéluctabilité de notre habitat, elle incite à opérer un retour au géocentrisme. Sans contester à aucun moment notre localisation cosmique quelconque, la *bille bleue* prouve cependant que, jusqu'à présent, la vie se déroule sur une planète unique. Et, de fait, l'extrait de Sagan abonde en ce sens. Son propos est bien de montrer que l'histoire humaine se déroule toute entière sur une planète finie, et non dans l'immensité de l'univers.

Bien que Sagan ait écrit un *livre* sur le *pôle point bleu*, son point de vue sur la compréhension de la planète est explicitement anti-herméneutique. Selon lui, les moyens interprétatifs usuels, les narrations, les religions, les idéologies, les affects, bref la plupart de nos stratégies habituelles pour donner à la fois sens et identité, sont mis en échec devant la Terre, puisqu'ils *palissent* devant la représentation planétaire. La Terre est ce qui s'impose à nous, du fait même de son inaltérable et éternelle *présence*. Même depuis l'autre bout du système solaire, la signification de la Terre est qu'elle *est*. Sa signification est universelle, puisqu'elle ne nécessite aucune narration préalable. Lorsque Sagan pose l'égalité entre le petit point et nous, il fait se confondre la représentation et la chose représentée, le signifiant et le réfèrent. Loin d'être arbitraire, le lien qui les unit semble au contraire indissoluble et tend à les confondre, ce qui est une des propriétés de photographies dont la signification est

⁶⁰⁸ Comme nous l'avons défendu ailleurs. Alexander Federau, « Planète » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF, 2015, p. 778-780.

avant tout déictique. Les représentations spatiales du type « planète bleue » ou « pâle point bleu » pointent vers la Terre, et finissent par se substituer à elle.

Le fait que ces photographies puissent ainsi nier tout aspect narratif tient en l'absence complète de protagonistes. On ne distingue aucune réalisation humaine sur la *bille bleue* et sans la présence de légendes, il est d'ailleurs impossible de les dater. Des photos âgées de plusieurs milliers d'années auraient la même apparence, et la planète sera probablement encore bleue d'ici plusieurs milliers d'années. Il suffit de comparer la *bille bleue* avec une photo de la planète bleue de 2012, ou de comparer le *pâle point bleu* avec sa réitération de 2013 par la sonde Cassini, au voisinage de Saturne. L'une des caractéristiques intrinsèques de toutes ces représentations planétaires est leur anhistoricité. Une conséquence, déjà notée par Hans Blumenberg⁶⁰⁹, en est que l'appel esthétique de la bille bleue ne mène pas à l'urgence et à l'action, mais incite plutôt à la contemplation. L'absence totale de l'homme y est plus rassurante qu'autre chose. Quoi que l'humanité fasse, la planète bleue est et sera.



Figure 26 « La bille bleue », dans sa version de 2012. Source: NASA.

⁶⁰⁹ Hans Blumenberg, *Die Vollzähligkeit der Sterne*, Francfort-sur-le-Main, Suhrkamp, 1997, p. 439-440.



Figure 27 *Le jour où la Terre a souri* (2013). Photo prise par la sonde Cassini au voisinage de Saturne. La flèche blanche indique la Terre. Source : Cassini, NASA

VIII.3.3 LA TERRE DE L'ANTHROPOCENE.

Prenons d'un côté ces représentations qui façonnent notre imaginaire planétaire depuis plus d'un demi-siècle, ainsi que leurs caractéristiques principales, qui sont l'intemporalité et l'absence de l'homme, et comparons-les avec les affirmations centrales de l'Anthropocène. Ces dernières en prennent l'exact contre-pied.

Cela montre que les photos spatiales qui ont si fortement structuré l'imaginaire de la pensée écologique, tous ces clichés issus de la conquête spatiale, ne sont pas adaptés pour représenter une planète qui vit la dynamique de l'Anthropocène. De nouvelles formes de médiations planétaires sont par conséquent nécessaires.



Figure 28 *La bille noire*, 2012. Source : Suomi NPP, NASA

Une première innovation pallie la critique de l'absence de l'homme. Comment faire pour montrer l'homme d'un point de vue planétaire ? Une solution qui illustre fréquemment l'Anthropocène se nomme *la bille noire*.

Il s'agit d'une variante de la *bille bleue*, mais de nuit, produite à partir d'un assemblage de données obtenues en l'espace de vingt-deux jours par le satellite météorologique Suomi NPP en 2012. Les images ont ensuite été assemblées et traitées de la même manière que les images composites de la *bille bleue* afin d'obtenir une vision nocturne du globe. Les filaments dorés qui apparaissent sur une surface autrement uniformément sombre sont les réseaux routiers et autres infrastructures urbaines qui indiquent l'empreinte humaine. Les auteurs insistent sur l'anthropisation, puisqu'un tri a eu lieu entre les sources lumineuses. Celles provenant des feux, des aurores ou encore des reflets de la lune ont en effet été retirées.

L'image a d'indéniables qualités esthétiques et se lit comme un hommage à *la bille bleue*. Elle en reprend par conséquent les principaux éléments sémantiques : si des traces de la saga humaine apparaissent, ce qui autorise peut-être une datation, on reste dans la métaphysique de la présence, et la narration en est absente. Sur le fond, la Terre reste ce (beau) grain de poussière sur lequel une mince pellicule vivante

irradie de nuit. Cette interprétation universaliste, iconique et immuable ne rend pas justice à ce que symbolise l'Anthropocène, l'irruption d'une force géologique nouvelle. L'Anthropocène ne décrit pas un monde beau, mais fragile, qu'il s'agit de préserver ou de « sauver ». Il décrit une force géologique à l'œuvre. L'idée sert avant tout à décrire une dynamique, qui est par définition un changement dans le *temps*. Si on laisse de côté l'aspect formel, on peut représenter une force de deux manières. La première est de montrer uniquement ses effets, par exemple les destructions de La Nouvelle-Orléans suite à l'ouragan Katrina. La seconde est d'indiquer ce qui change, en comparant entre un *avant* et un *après*. C'est aussi en cela que les connotations d'éternité ou d'immuabilité, ou encore l'exhibition d'une fragilité, véhiculée par la métaphysique de la présence de la *bille bleue*, sont inadéquates. Le moyen le plus simple et néanmoins très efficace est de présenter une série de cartes ou de clichés, pris à partir d'un même point de vue, mais à des moments différents.

Cette méthode est notamment utilisée pour étudier les variations des glaciers. À la fin du XIX^e siècle, l'architecte Eugène Viollet-le-Duc réalise ainsi des dessins du massif du mont Blanc pour les comparer à des reconstitutions plus anciennes.⁶¹⁰ L'approche se développe surtout à partir des années 1970, et mobilise une variété de documents historiques, anciennes gravures, peintures ou encore photos. Un pionnier de cette méthode est l'historien Emmanuel Le Roy Ladurie, qui étudie notamment les glaciers de Chamonix.⁶¹¹ Si les séries de clichés montrent de nos jours le recul impressionnant des glaciers, il n'en allait pas de même dans les années 1970, puisque certains glaciers étaient en phase d'avancée, tendance qui ne s'est inversée qu'à partir de 1985.

⁶¹⁰ Eugène Emmanuel Viollet-Le-Duc, *Le massif du Mont Blanc: étude sur sa constitution géodésique et géologique sur ses transformations et sur l'état ancien et moderne de ses glaciers*, Paris, Libr. polytechnique J. Baudry, 1876 ; Pour une analyse. Pierre Alain Frey (éd.), *E. Viollet-le-Duc et le Massif du Mont-Blanc: 1868 - 1879*, Lausanne, Payot, 1988.

⁶¹¹ Emmanuel Le Roy Ladurie, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Paris, Flammarion, 1967.



Figure 29 Le glacier du Rhône, tel qu'on peut le voir depuis Gletsch, le long de la route du col de la Furka, en Suisse. À gauche, une photo prise en 1895. À droite, en 2016. Sources : à gauche, Collection ETH-Bibliothek, Zürich, Bildarchiv. À droite, crédit : A. Federau, 2016.

Lorsqu'il présente, le 3 août 2015, son plan de lutte contre le changement climatique, le président américain Obama le justifie en affirmant que « la fonte de la calotte glaciaire a forcé le *National Geographic* à réaliser le plus gros changement dans son atlas depuis la chute de l'Union soviétique »⁶¹². Les cartes de l'atlas ont en effet été refaites à quatre reprises entre 1999 et 2014, et la dynamique à l'œuvre est visible quand on les met côte à côte.

Une fois encore, c'est la NASA qui façonne le plus systématiquement cette représentation planétaire nouvelle. Dans le cadre du projet *Images of change*⁶¹³, accessible en ligne, l'agence propose des séries d'images aériennes ou satellitaires qui démontrent les effets du changement climatique, mais aussi ceux de l'urbanisation, et de manière générale, d'une planète en perpétuelle évolution.

L'interprétation de ces présentations sérielles est très différente des représentations planétaires précédentes. Si le terme d'icône est régulièrement associé à la bille bleue, on ne voit pas bien comment l'employer pour une série d'images. L'aspect narratif est bien plus présent. La signification déictique semble ne plus suffire et laisse sa place à une logique de signification référentielle. Le lecteur est invité à ré-identifier un même lieu de manière successive et de ranger les clichés dans un horizon temporel. Mais la signification de la série ne s'en tient pas à cette ré-identification successive, puisque l'attention est captée par la recherche des

⁶¹² Christine Dell'Amore, *Yes, Mr. President, We Remade Our Atlas to Reflect Shrinking Ice*, <http://news.nationalgeographic.com/2015/08/150803-arctic-ice-obama-climate-nation-science/>, 3 août 2015, (consulté le 11 août 2015).

⁶¹³ http://climate.nasa.gov/state_of_flux (consulté le 10 juillet 2015)

différences. Qu'est-ce qui est *nouveau*, qu'est-ce qui a *disparu* ? C'est la légende, qui accompagne *chacune* des séries, qui fixe la signification comme l'explicitation d'une dynamique.

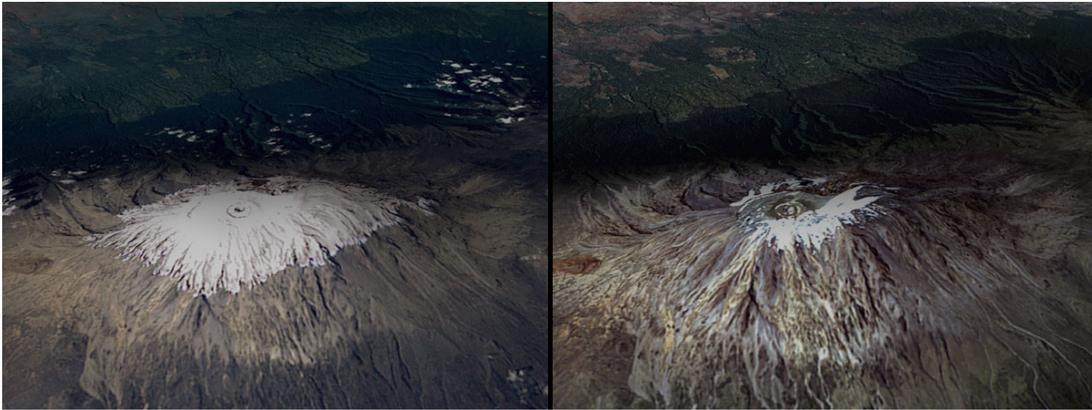


Figure 30 Le mont Kilimandjaro, composé de trois volcans éteints, culminant à 3962 mètres d'altitude, situé en Tanzanie. La calotte glaciaire décline rapidement depuis deux décennies. À gauche, le 17 février 1993. À droite, 21 février 2001. Source : NASA/USGS Landsat 7. Crédit : Jim Williams.

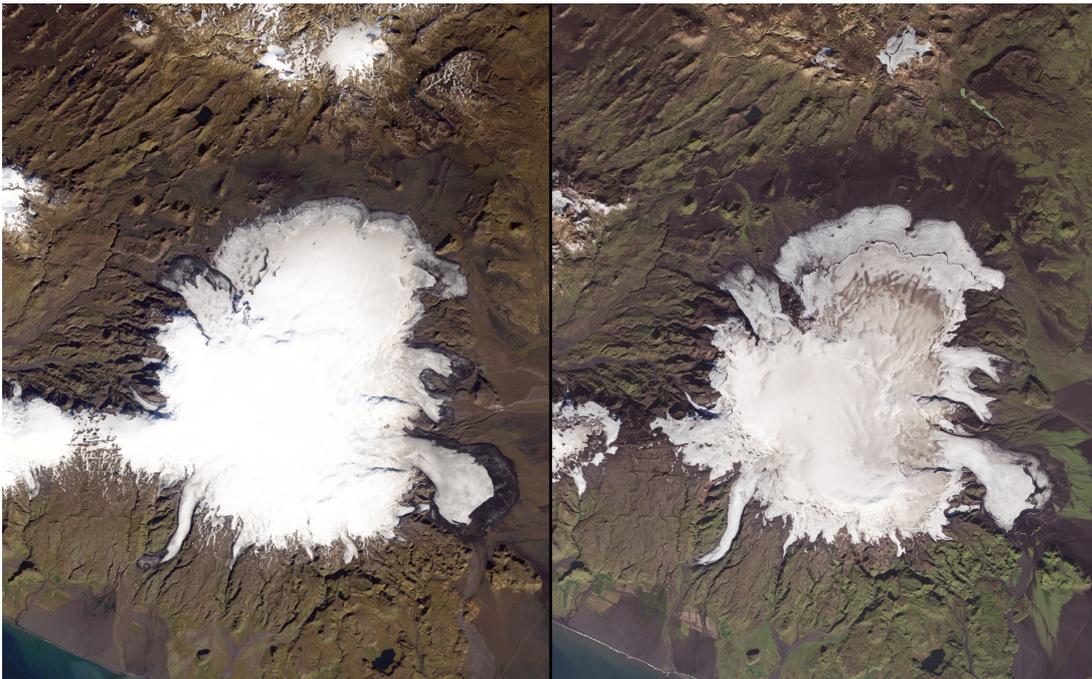


Figure 31 Au centre, le Mýrdalsjökull, le glacier qui recouvre le volcan Katla, situé au sud de l'Islande. L'évolution des glaciers islandais est souvent en lien avec l'activité volcanique, mais elle n'explique pas le retrait global observé depuis plusieurs décennies. Le parking touristique adjacent doit être déplacé annuellement. À gauche, le 16 septembre 1986. À droite, le 20 septembre 2014. Source : NASA/USGS Landsat 8.



Figure 32 Le lac d'Ourmia, au nord-ouest de l'Iran. Il s'agit du plus grand lac d'Iran, jadis le plus grand lac salé du Moyen-Orient. L'utilisation de l'eau des rivières pour l'irrigation, ainsi que le prélèvement massif des ressources souterraines, ont contribué à ce que sa surface ne soit plus que 10 % en 2014 de celle qu'elle était dans les années 1970. À gauche, septembre 2000. Au centre, août 2010. À droite, juillet 2014. Source : NASA/USGS Landsat 5.

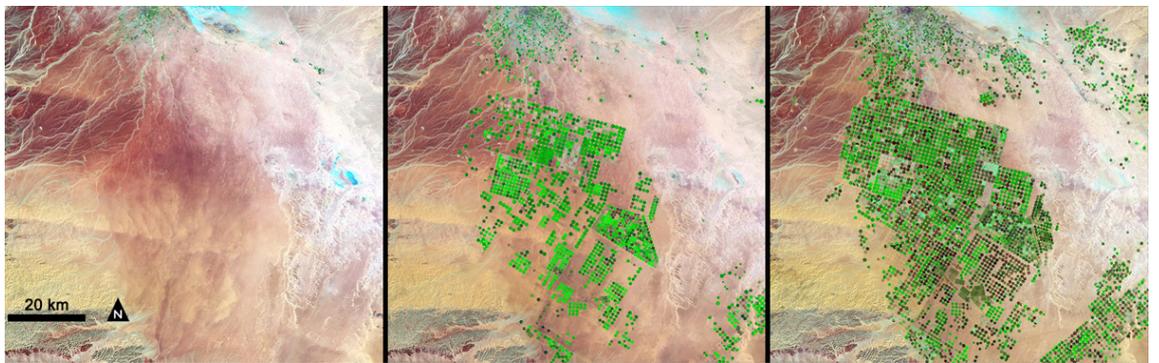


Figure 33 Croissance agricole à Tubarjal, en Arabie Saoudite, près de la frontière jordannienne. Bien qu'il n'y pleuve presque jamais, le sous-sol contient néanmoins des réserves importantes d'eau. Les Saoudiens l'extraient et utilisent la méthode de l'irrigation par pivot central, un système de buses qui tournent autour d'un pivot, ce qui crée ces motifs circulaires. À gauche, le 2 février 1986. À droite, le 12 février 2004. Source : NASA. Landsat 4 et 5. Crédit : Aries Keck.

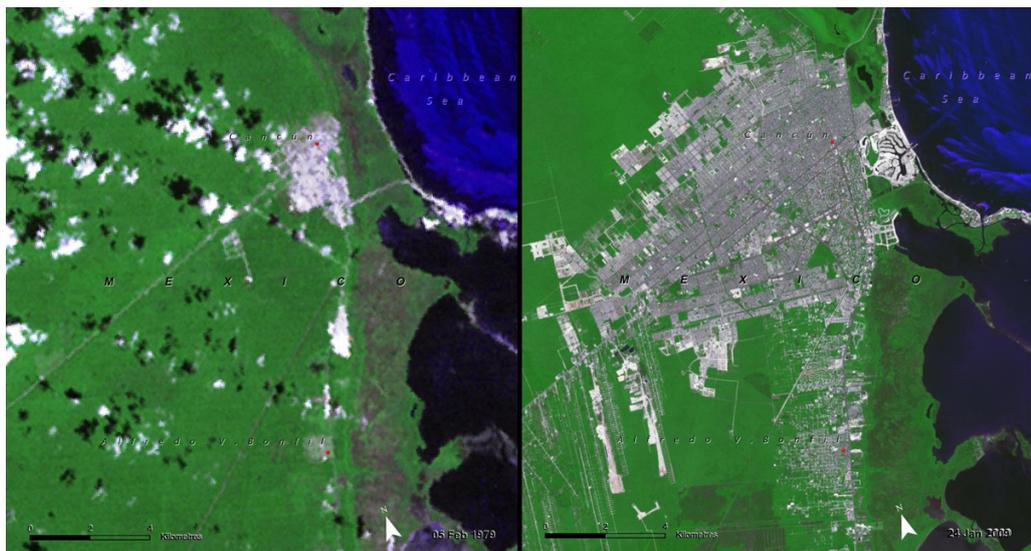


Figure 34 l'expansion de la ville de Cancún, à la pointe de la péninsule du Yucatán, au Mexique. Dans les années 1960, elle est habitée seulement par une centaine de pêcheurs, quand le gouvernement mexicain

décide d'en faire une station balnéaire. L'essor du tourisme fait exploser la taille de la ville, qui compte en 2010 628 000 habitants. À gauche, 5 février 1979. À droite 24 janvier 2009. Source : UNEP.

Si notre compréhension de la planète est toujours⁶¹⁴ le fruit d'une médiation, les séries d'images indiquent les priorités nouvelles des représentations planétaires s'inspirant de l'Anthropocène. C'est un monde spectaculairement différent qui se dévoile à nous. Exit « la planète bleue » immaculée, intemporelle et universelle, exit aussi le décentrement radical du « pâle point bleu ».

VIII.4 L'HERMENEUTIQUE PLANETAIRE.

Une géohistoire de l'Anthropocène devient possible à partir du moment où notre rapport à la Terre se comprend à partir d'une médiatisation. Celle-ci est double. D'une part, l'expérience de la planète est indirecte, au sens où elle passe par le moyen de la représentation. D'autre part, du fait que la Terre de l'Anthropocène mémorise des traces des activités humaines, elle se comporte comme une mémoire du passage humain, un médium qui enregistre des signes.

Cette double médiatisation permet de transposer l'herméneutique environnementale de Forrest Clingerman à l'échelle planétaire et à l'Anthropocène. On se souvient qu'elle s'appuie sur la théorie du récit de Paul Ricœur, et qu'elle fait deux hypothèses pour permettre d'interpréter un site naturel : sa bio-historicité et le fait que notre rapport à la nature est toujours médiatisé.

Dans le cas de l'Anthropocène, il est plus adéquat de parler de géo-historicité. Alors que Clingerman argumente de manière un peu confuse sur l'historicité du règne vivant, l'historicité de la biosphère est la marque caractéristique de l'Anthropocène. Les traces dans les strates que les géologues attribuent à l'Anthropocène sont régulièrement reliées à des événements historiques comme le premier essai nucléaire, ou la découverte du Nouveau Monde. Dans les courbes de l'histoire récente du cycle du carbone ou de l'azote, on peut quasiment y voir la main de James Watt ou de Fritz Haber. Comme Chakrabarty le dit, l'Anthropocène est le moment où l'histoire géologique et l'histoire humaine se rejoignent.⁶¹⁵

⁶¹⁴ En tenant compte du fait que dans les rares cas où les astronautes font une expérience directe de la Terre, ils l'interprètent eux-mêmes en termes de médiation.

⁶¹⁵ D. Chakrabarty, « The Climate of History: Four Theses », art cit.

Ces traces géo-historiques ne peuvent cependant acquérir une signification que lorsqu'elles sont intégrées à un récit. La structure narrative permet à la fois d'interpréter les traces géologiques laissées par les hommes, et de s'appropriier la temporalité de l'Anthropocène.

L'herméneutique est ici le complément de l'approche systémique. Son concept central, le *cercle herméneutique*, permet de dégager la signification globale de l'Anthropocène à partir des différentes lectures des traces laissées dans les strates. Le sens du récit qui en sort n'est plus *a priori*, comme il l'est dans les récits téléologiques, mais dépend avant tout des documents historiques et géologiques qui sont utilisés. En cela, la signification de l'Anthropocène n'est pas définie une fois pour toutes, mais se construit et se reconstruit au gré des narrations.

Conclusion

Chaque époque rêve la suivante, a écrit Jules Michelet. Chaque époque rêve de ne plus devoir régler ses problèmes, de les voir s'évanouir comme par magie. Pendant trop longtemps, on a fait comme si les problèmes environnementaux ne nous concernaient pas vraiment. Il y a moins de deux générations, le philosophe Hans Jonas justifiait encore la préservation de l'environnement par la responsabilité d'une génération envers les « générations futures », pour leur permettre à leur tour de vivre des vies authentiquement humaines.⁶¹⁶ Il aurait peut-être été étonné de savoir à quel point ces générations futures étaient proches de lui. Si la responsabilité décrite par Jonas reste d'actualité, l'accélération des changements en fait un problème contemporain, voire la question centrale de ce XXI^e siècle.

Ce travail est une réflexion sur ces changements environnementaux, par le biais du lien contemporain à la nature. Il a été mené à partir d'une notion nouvelle, abondamment discutée et encore largement en gestation : l'Anthropocène. Il est prématuré de dire si un tel recadrage géologique des questions environnementales est pertinent ou non.

Par contre, la proposition centrale qu'avance l'Anthropocène, à savoir que l'humanité a un impact environnemental planétaire et durable, est bien étayée. Ses aspects multiples balayaient un vaste spectre du savoir. On peut citer le changement climatique, la perte rapide des effectifs et des espèces naturelles, l'anthropisation des sols, ou encore les perturbations importantes de plusieurs grands cycles biogéochimiques comme le cycle de l'azote, du phosphore, ou encore du carbone.

L'Anthropocène inclut toutes ces dimensions. En tant que cadre conceptuel, il fournit une description globale et contemporaine des liens entre l'homme et la nature, tout du moins cette part de la nature qui conditionne notre existence. Ce qui est inédit dans cette description, c'est la capacité humaine à pouvoir influencer le

⁶¹⁶ H. Jonas, *Le Principe responsabilité*, op. cit., p. 91.

fonctionnement du système Terre. Ce qui est aussi inédit, c'est la rapidité de la transformation des espaces sauvages en milieux humains. Le tableau qui en résulte montre les intrications profondes entre les systèmes naturels et sociaux. Le couplage entre les deux est tel qu'il vaut mieux parler de socioécosystèmes.

Le monde hybride qui en résulte contredit le dualisme entre l'homme et la nature, mais ne le surmonte ni ne l'abolit. Ce sont les activités humaines qui sont le moteur du changement. L'Anthropocène est l'époque de l'homme, et il affirme donc également son statut exceptionnel. Si le métissage socionaturel du monde est un constat, le décrire en termes d'hybride n'apporte guère de solutions aux questions épistémologiques et ontologiques qui se posent avec l'Anthropocène.

Questions épistémologiques d'abord. L'étude d'un monde socionaturel demande une interdisciplinarité de plus en plus grande. Dans le monde de l'Anthropocène, l'étude d'un écosystème peut faire appel à un écologue, mais aussi un géographe, un historien environnemental, ou encore un anthropologue. Cette collaboration interdisciplinaire est rendue difficile, comme nous l'avons vu, en raison du fort clivage, typiquement moderne, entre les sciences naturelles et humaines.

Questions ontologiques ensuite. Deux lectures s'affrontent ici. Pour la première, la colonisation de la nature par la société ne signifie rien de plus que la victoire de l'humanité sur la nature. Pour cette lecture « progressiste », l'Anthropocène est un moment réflexif particulier de l'humanité, celui de la prise de conscience de son pouvoir planétaire. La perte progressive de l'un des deux pôles du dualisme, la nature, n'est ici pas un problème : il est au contraire la preuve de la supériorité humaine.

La seconde lecture, celle qui a été suivie ici, montre au contraire qu'avec l'Anthropocène, l'ontologie moderne obscurcit plus qu'elle n'éclaire un monde où tout est hybride. Dans chacun des domaines épistémiques étudiés dans ce travail, le constat a été le même : une lecture dualiste de l'Anthropocène crée des paradoxes, et finit par entrer en compétition avec d'autres paradigmes. On le voit avec la protection de la nature, dont les réflexions sont comme paralysées lorsqu'elles abordent l'Anthropocène. On le voit avec la philosophie de l'histoire proposée par Dipesh Chakrabarty, dont la conception de l'espèce humaine comme lien entre l'histoire naturelle et humaine finit par n'avoir aucun contenu. On le voit avec les

Conclusion

solutions avancées par le *manifeste éco-moderniste*, qui se fourvoie totalement en raison de ses solutions dualistes radicales.

Plusieurs ontologies ont été proposées comme alternatives au grand partage moderne, entre la nature et l'homme. Le philosophe et sociologue Bruno Latour propose par exemple une ontologie de l'acteur-réseau.⁶¹⁷ La prolifération des objets hybrides signifie selon lui l'irruption du non-humain dans le monde social. Les êtres humains n'en sont plus les seuls acteurs, mais ils sont rejoints par les mille puissances d'agir du monde non-humain.

Pour le philosophe et anthropologue structuraliste Philippe Descola, sortir de la modernité signifie adopter l'une des trois autres ontologies qu'il a étudiées, à avoir l'animisme, le totémisme ou l'analogisme⁶¹⁸ ; s'il est illusoire d'espérer voir l'Occident basculer vers des formes totémiques ou animistes, tout se passe aujourd'hui comme si nous étions en tension entre l'analogisme et le naturalisme.

La solution proposée ici est bien plus modeste que celle de ces deux grands penseurs. Elle réintègre l'homme au sein de la nature en ne partant pas d'une conception dualiste, mais d'un physicalisme moniste. Il n'est pas nécessaire d'assigner l'esprit à l'homme et de le séparer de la nature, comme c'était le cas avec la noosphère, mais seulement de reconnaître que son comportement est exceptionnel. Autrement dit, l'homme se distingue par sa dimension historique.

Avec l'Anthropocène, la nature se rapproche de l'homme, puisqu'elle accède aussi à cette historicité. La nature avait déjà deux histoires : il y avait l'histoire de la Terre, l'histoire de la vie, il y a désormais l'histoire humaine de la nature, comme l'avait déjà défendu Serge Moscovici.⁶¹⁹ La présence de la Renouée du Japon en Europe s'explique non seulement par ses capacités d'adaptation, mais aussi en raison de l'histoire humaine entre ces deux parties du monde.

De la même manière que nos biographies individuelles disent qui nous sommes, l'histoire humaine et l'histoire humaine de la nature expliquent ce qu'est l'Anthropocène. Ces différentes histoires ne sont plus seulement imbriquées entre elles, mais sont reliées entre elles par des liens multiples. Il s'établit un cercle herméneutique entre les différentes parties et le tout du système Terre.

⁶¹⁷ B. Latour, *Politiques de la nature*, op. cit.

⁶¹⁸ P. Descola, *Par-delà nature et culture*, op. cit.

⁶¹⁹ Serge Moscovici, *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, Paris, Flammarion, 1999.

L'herméneutique fait ici écho au paradigme systémique des sciences naturelles, tel qu'il est employé en écologie, ou dans les sciences du système Terre. L'ontologie systémique ne découpe pas le monde en deux, mais réfléchit en termes de parties à tout. Dans cet holisme réglé, il n'y a pas de partie supérieure, ou exceptionnelle. Ce sont les mécanismes de régulation qui importent.

Cette interprétation, qui fait la part belle à l'histoire, a l'avantage de rendre justice aux deux dimensions de l'Anthropocène. Elle traite du lien de l'homme à la nature, mais n'oublie pas que l'Anthropocène n'est pas qu'un état des lieux. C'est avant tout une période temporelle, avec sa chronologie.

Ce travail s'est centré sur le lien contemporain à la nature, et il n'a pas pu aborder toutes les questions que soulève l'Anthropocène.

Dans *Pour la connaissance philosophique*, l'épistémologue français Gilles-Gaston Granger propose de distinguer entre le savoir scientifique et le savoir philosophique.⁶²⁰ Le premier s'attache à décrire un aspect de la réalité via des concepts scientifiques. Ceux-ci renvoient toujours à une forme de représentation d'un vécu au sein d'un système de symboles. Les savoirs scientifiques sont ainsi des savoirs locaux, décrivant un domaine circonscrit de la réalité. Le savoir philosophique, en revanche, est un savoir sans objet, au sens où il ne cherche pas à décrire un aspect de la réalité. Selon Granger, le philosophe travaille à partir de « méta-concepts » :

De tels concepts ne visent jamais véritablement ni à désigner un vécu en tant que tel ni à le représenter abstraitement par la médiation d'un ensemble de structures, c'est-à-dire par exemple, de relations ensemblistes entre objets. Leur fonction est de fournir des points d'appui à un langage qui veut *parler* des concepts naturels [scientifiques] en en découvrant la « signification », c'est-à-dire en en construisant une organisation totalisante.⁶²¹

L'édification d'un méta-concept passe par l'explicitation des significations implicites dans les savoirs locaux pour en dégager un sens par rapport à l'expérience

⁶²⁰ Gilles-Gaston Granger, *Pour la connaissance philosophique*, Paris, O. Jacob, 1988, p. 151-157.

⁶²¹ L'auteur souligne. *Ibid.*, p. 154.

Conclusion

humaine en général. L'Anthropocène, pour autant qu'il est inséparable d'interprétation et de liaison, est un tel méta-concept.

Il manque cependant à notre élaboration interprétative les implications politiques, morales et phénoménologiques de l'Anthropocène. La question des modes de vie n'est abordée qu'en passant. Les aspects institutionnels – autrement dit, quelle démocratie faut-il pour l'Anthropocène ? –, n'ont pas été évoqués. En imposant une référence globale et laïque à nos actions et nos choix de sociétés, l'Anthropocène a pourtant une portée politique indéniable. Il décrit une vision du monde, au sens où il nous dit ce qu'est la Terre, et ce que nous en avons fait, les dommages que nous encourageons. Cela conditionne notre compréhension de la condition humaine puisque, comme le rappelle la philosophe Hannah Arendt dans le prologue à *La condition de l'homme moderne* :

La Terre est la quintessence même de la condition humaine, et la nature terrestre, pour autant que l'on sache, pourrait bien être la seule de l'univers à procurer aux humains un habitat où ils puissent se mouvoir et respirer sans effort et sans artifice.⁶²²

Elle poursuit en rappelant que l'homme moderne n'a jamais su se contenter de cette condition ni de ce qui lui était simplement donné. Cette révolte l'amène, d'une part, à vouloir quitter la planète par la conquête spatiale, et d'autre part à remplacer ce qui existait avant lui par un ouvrage de ses propres mains. Il est temps de donner une autre réponse à la condition humaine que cette révolte.

⁶²² Hannah Arendt, *La condition de l'homme moderne*, traduit par Georges Fradier, Paris, Pocket, 2002 [1958], p. 34.

Bibliographie

- A. GREENING Lorna, GREENE David L. et DIFIGLIO Carmen, « Energy efficiency and consumption — the rebound effect — a survey », *Energy Policy*, juin 2000, vol. 28, n° 6–7, p. 389–401.
- ABER John, MCDOWELL William, NADELHOFFER Knute, MAGILL Alison, BERNTSON Glenn, KAMAKEA Mark, MCNULTY Steven, CURRIE William, RUSTAD Lindsey et FERNANDEZ Ivan, « Nitrogen saturation in temperate forest ecosystems », *BioScience*, 1998, p. 921–934.
- ABLETT Phillip Gordon et DYER Pamela Kay, « Heritage and hermeneutics: Towards a broader interpretation of interpretation », *Current Issues in Tourism*, 2009, vol. 12, n° 3, p. 209–233.
- AFEISSA Hicham-Stéphane, *La fin du monde et de l'humanité: essai de généalogie du discours écologique*, Paris, PUF, 2014.
- AFEISSA Hicham-Stéphane, *Textes clés d'éthique de l'environnement*, Paris, Vrin, 2007.
- ALBERTS Paul, « Responsibility towards life in the early Anthropocene », *Angelaki*, 2011, vol. 16, n° 4, p. 5–17.
- ALLEN Myles R., BARROS Vicente R., BROOME John, CRAMER Wolfgang, CHRIST Renate, CHURCH John A., CLARKE Leon, DAHE Qin, DASGUPTA Purnamita, DUBASH Navroz K. et OTHERS, *Climate Change 2014 Synthesis Report: Summary for policymakers*, Geneva, IPCC, 2014.
- ALTIERI Miguel A., « Applying agroecology to enhance the productivity of peasant farming systems in Latin America », *Environment, Development and Sustainability*, 1999, vol. 1, n° 3–4, p. 197–217.
- ARCHER David, *The Long Thaw: How Humans Are Changing the Next 100,000 Years of Earth's Climate*, Princeton, Princeton University Press, 2010.
- ARCHER David, « Fate of fossil fuel CO₂ in geologic time », *Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012)*, 2005, vol. 110, n° C9.
- ARCHER David et BROVKIN Victor, « The millennial atmospheric lifetime of anthropogenic CO₂ », *Climatic Change*, 2008, vol. 90, n° 3, p. 283–297.
- ARENDT Hannah, *La vie de l'esprit*, traduit par Lucienne Lotringer, Paris, PUF, 2005.
- ARENDT Hannah, *La condition de l'homme moderne*, traduit par Georges Fradier, Paris, Pocket, 2002 [1958].
- ARIAS-MALDONADO Manuel, *Environment and Society: socionatural relations in the Anthropocene*, Cham, Springer International Publishing (coll. « SpringerBriefs in

- Political Science »), 2015.
- ARISTOTE, *La métaphysique, Tome I*, traduit par J. Tricot, Paris, Vrin, 2003.
- ARISTOTE, *Physique*, traduit par Pierre Pellegrin, 2e édition, Paris, Flammarion (coll. « GF »), 2002.
- ARISTOTE, *Traité du ciel, suivi du « Traité pseudo-aristotélicien du monde »*, traduit par Jules Tricot, Paris, Vrin, 2000.
- ARISTOTE, *Les politiques*, traduit par Pierre Pellegrin, Paris, Flammarion, 1999.
- ARMESTO Juan J., MANUSCHEVICH Daniela, MORA Alejandra, SMITH-RAMIREZ Cecilia, ROZZI Ricardo, ABARZUA Ana M. et MARQUET Pablo A., « From the Holocene to the Anthropocene: A historical framework for land cover change in southwestern South America in the past 15,000 years », *Land Use Policy*, 2010, vol. 27, n° 2, p. 148–160.
- ASAFU-ADJAYE John, BLOMQVIST Linus, BRAND Stewart, BROOK Barry, DEFRIES Ruth, ELLIS Erle, FOREMAN Christopher, KEITH David, LEWIS Martin, LYNAS Mark, NORDHAUS Ted, PIELKE, JR Roger, PRITZER Racher, ROY Joyashree, SAGOFF Mark, SHELLENBERGER Michael, STONE Robert et TEAGUE Peter, *An ecomodernist manifesto*, <http://www.ecomodernism.org>, avril 2015, consulté le 20 avril 2015.
- BAILEY Ronald, « Better to Be Potent Than Not », *The New York Times*, 23 mai 2011 p.
- BAKER Victor R., « Uniformitarianism, earth system science, and geology », *Anthropocene*, mars 2014, vol. 5, p. 76-79.
- BALEE William L., *Footprints of the forest: Ka'apor ethnobotany-- the historical ecology of plant utilization by an Amazonian people*, New York, Columbia University Press, 1994.
- BARNOSKY Anthony D., « Palaeontological evidence for defining the Anthropocene » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 149–165.
- BARNOSKY Anthony D., BROWN James H., DAILY Gretchen C., DIRZO Rodolfo, EHRLICH Anne H., EHRLICH Paul R., ERONEN Jussi T., FORTELIUS Mikael, HADLY Elizabeth A., LEOPOLD Estella B. et OTHERS, « Introducing the scientific consensus on maintaining humanity's life support systems in the 21st century: Information for policy makers », *The Anthropocene Review*, 2014, vol. 1, n° 1, p. 78–109.
- BARNOSKY Anthony D., HADLY Elizabeth A., BASCOMPTE Jordi, BERLOW Eric L., BROWN James H., FORTELIUS Mikael, GETZ Wayne M., HARTE John, HASTINGS Alan, MARQUET Pablo A. et OTHERS, « Approaching a state shift in Earth's biosphere », *Nature*, 2012, vol. 486, n° 7401, p. 52–58.
- BARNOSKY Anthony D., MATZKE Nicholas, TOMIYA Susumu, WOGAN Guinevere OU, SWARTZ Brian, QUENTAL Tiago B., MARSHALL Charles, MCGUIRE Jenny L., LINDSEY Emily L., MAGUIRE Kaitlin C. et OTHERS, « Has the Earth's sixth mass

Bibliographie

- extinction already arrived? », *Nature*, 2011, vol. 471, n° 7336, p. 51–57.
- BASKIN Jeremy, « Paradigm dressed as epoch: The ideology of the Anthropocene », *Environmental Values*, 2015, vol. 24, n° 1, p. 9–29.
- BAVINGTON Dean, *Managed annihilation: an unnatural history of the Newfoundland cod collapse*, Vancouver, UBC Press, 2010.
- BECK Larry et CABLE Ted T., *The gifts of interpretation: Fifteen guiding principles for interpreting nature and culture*, Urbana, IL 61801, Sagamore Pub., 2011.
- BERGER A. et LOUTRE M. F., « An exceptionally long interglacial ahead? », *Science*, 2002, vol. 297, n° 5585, p. 1287.
- BERGSON Henri, *L'évolution créatrice*, Paris, PUF (coll. « Quadrige »), 2007 [1906].
- BERQUE Augustin, *Écoumène : Introduction à l'étude des milieux humains*, Paris, Belin, 2009 [2000].
- BETHOUX Jean P., MORIN Pascal et RUIZ-PINO Diana P., « Temporal trends in nutrient ratios: chemical evidence of Mediterranean ecosystem changes driven by human activity », *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2002, vol. 49, n° 11, (coll. « Studies at the DYFAMED (France JGOFS) Time-Series Station, N.W. Mediterranean Sea »), p. 2007–2016.
- BIRNBACHER Dieter, *Natürlichkeit*, Berlin, Walter de Gruyter & Co, 2006.
- BJURSTRÖM Andreas et POLK Merritt, « Physical and economic bias in climate change research: a scientometric study of IPCC Third Assessment Report », *Climatic Change*, septembre 2011, vol. 108, n° 1-2, p. 1–22.
- BLANDIN Patrick, *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité: conférence-débat organisée par le groupe Sciences en questions, Paris, INRA, 4 octobre 2007*, Versailles, Quæ, 2009.
- BLUMENBERG Hans, *Die Vollzähligkeit der Sterne*, Francfort-sur-le-Main, Suhrkamp, 1997.
- BODEN Thomas A., MARLAND Greg, ANDRES Robert J. et ENVIRONMENTAL SCIENCES DIVISION, OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions*, Oak Ridge, Tennessee, USA, Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), 2013.
- BODEN, Thomas A., MARLAND Greg et ANDRES Robert J., *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions*, Oak Ridge, Tennessee, USA, 2010.
- BONNEUIL Christophe, « L'Anthropocène et ses lectures politiques », *Les possibles*, 2014, n° 3, p. 1–6.
- BONNEUIL Christophe et FRESSOZ Jean-Baptiste, *L'événement Anthropocène : la Terre, l'histoire et nous*, Seuil, Paris, 2013.

- BOSTROM Nick, *Superintelligence: paths, dangers, strategies*, Oxford University Press, Oxford, 2014.
- BOURG Dominique, « Technologie, environnement et spiritualité » dans Dominique Bourg et Philippe Roch (éds.), *Crise écologique, crise des valeurs? Défis pour l'anthropologie et la spiritualité*, Genève, Labor et Fides, 2010.
- BOURG Dominique, *L'homme artifice: le sens de la technique*, Paris, Gallimard (coll. « Le débat »), 1996.
- BOURG Dominique et FRAGNIERE Augustin, *La pensée écologique: une anthologie*, Paris, PUF, 2014.
- BOURG Dominique et PAPAUX Alain, « Dictionnaire de la Pensée Écologique » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Écologique*, Paris, PUF (coll. « Quadrige »), 2015, p. 756-759.
- BOURG Dominique et WHITESIDE Kerry, *Vers une démocratie écologique : le citoyen, le savant et le politique*, Paris, Seuil (coll. « La république des idées »), 2010.
- BRAHIC André, *Enfants du Soleil: histoire de nos origines*, Paris, Odile Jacob, 2000.
- BRAUDEL Fernand, *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*, Paris, Librairie générale française (coll. « Le livre de poche. Références »), 1993 [1949].
- BREEMEN N. van, BOYER E. W., GOODALE C. L., JAWORSKI N. A., PAUSTIAN K., SEITZINGER S. P., LAJTHA K., MAYER B., DAM D. van, HOWARTH R. W., NADELHOFFER K. J., EVE M. et BILLEN G., « Where did all the nitrogen go? Fate of nitrogen inputs to large watersheds in the northeastern U.S.A. », *Biogeochemistry*, avril 2002, vol. 57-58, n° 1, p. 267-293.
- BREHERTON Francis, *Earth System Sciences: A Closer View*, Washington, D.C, Earth System Sciences Committee, NASA, 1988.
- BUFFON Georges Louis Leclerc de, *Les époques de la nature*, Paris, Muséum national d'histoire naturelle, 1962 [1780].
- BUFFON Georges Louis Leclerc de, *Histoire naturelle générale et particulière avec la description du Cabinet du Roy*, Paris, Imprimerie Royale, 1749, vol.1.
- BUFFON Georges Louis Leclerc de, *Histoire naturelle générale et particulière avec la description du Cabinet du Roy, tome 4*, Paris, Imprimerie Royale, 1749, vol.4.
- BULLOCK Anne-Marie, *How do you solve a problem like the « Beefalo »?*, <http://www.bbc.com/news/science-environment-31661920> , 2 mars 2015, consulté le 3 mars 2015.
- BUTLER James H., BATTLE Mark, BENDER Michael L., MONTZKA Stephen A., CLARKE Andrew D., SALTZMAN Eric S., SUCHER Cara M., SEVERINGHAUS Jeffrey P. et ELKINS James W., « A record of atmospheric halocarbons during the twentieth

Bibliographie

- century from polar firm air », *Nature*, 1999, vol. 399, n° 6738, p. 749–755.
- BUYTENDIJK Frederick Jacobus Johannes, *Traité de psychologie animale*, traduit par Albert Frank-Duquesne, Paris, PUF, 1952.
- CALLICOTT J. Baird, *Pensées de la Terre: Méditerranée, Inde, Chine, Japon, Afrique, Amériques, Australie: la nature dans les cultures du monde*, traduit par Pierre Madelin, Paris, Wildproject (coll. « Domaine sauvage »), 2011.
- CALLICOTT J. Baird, « Environmental Wellness » dans *Beyond the Land Ethic: More Essays in Environmental Philosophy*, Albany, NY, State University of New York Press, 1999, p. 283-300.
- CALLICOTT J. Baird, « The value of ecosystem health » dans *Beyond the Land Ethic: More Essays in Environmental Philosophy*, Albany, NY, State University of New York Press, 1999, p. 347-364.
- CALLICOTT J. Baird, « Animal liberation: a triangular affair », *Oxford readings in philosophy*, 1995, p. 29.
- CANFIELD Donald E., *Oxygen: a four billion year history*, Princeton, Princeton University Press, 2014.
- CANGUILHEM Georges, *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1994.
- CARO Tim, DARWIN Jack, FORRESTER Tavis, LEDOUX-BLOUM Cynthia et WELLS Caitlin, « Conservation in the Anthropocene », *Conservation Biology*, 2012, vol. 26, n° 1.
- CARSON Rachel, *Printemps silencieux*, traduit par Jean-François Gavriland, Marseille, Wildproject, 2012 [1962].
- CASTREE Noel, « The Anthropocene and the Environmental Humanities: Extending the Conversation », *Environmental Humanities*, 2014, vol. 5, p. 233-260.
- CASTREE Noel, « The Anthropocene and geography III: Future directions », *Geography Compass*, 2014, vol. 8, n° 7, p. 464–476.
- CERTINI Giacomo et SCALENGHE Riccardo, « Anthropogenic soils are the golden spikes for the Anthropocene », *The Holocene*, 2011, p. 959683611408454.
- CESAR Jules et HIRTIUS Aulus, *La guerre des Gaules*, traduit par Maurice Rat, Paris, Garnier-Flammarion, 1993.
- CHAKRABARTY Dipesh, « Climate and Capital: On Conjoined Histories », *Critical Inquiry*, 2014, vol. 41, n° 1, p. 1–23.
- CHAKRABARTY Dipesh, « The Climate of History: Four Theses », *Critical Inquiry*, 2009, vol. 35, n° 2, p. 197-222.
- CHAKRAVARTY Shoibal, CHIKKATUR Ananth, CONINCK Heleen DE, PACALA Stephen, SOCOLOW Robert et TAVONI Massimo, « Sharing global CO₂ emission reductions

- among one billion high emitters », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, p. 11884–11888.
- CHERTOW Marian R., « The IPAT equation and its variants », *Journal of Industrial Ecology*, 2000, vol. 4, n° 4, p. 13–29.
- CHOLLET Antoine et FELLI Romain, « Le catastrophisme écologique contre la démocratie », *Vertigo*, 29 septembre 2015, vol. 15, n° 2.
- CICERO Marcus Tullius, *La nature des dieux*, traduit par Clara Auvray-Assayas, Paris, Les Belles lettres (coll. « La roue à livres »), 2002.
- CLINGERMAN Forrest (éd.), *Interpreting nature: the emerging field of environmental hermeneutics*, New York, Fordham University Press (coll. « Groundworks: ecological issues in philosophy and theology »), 2014.
- CLINGERMAN Forrest, « Reading the book of nature: A hermeneutical account of nature for philosophical theology », *Worldviews: Global Religions, Culture, and Ecology*, 2009, vol. 13, n° 1, p. 72–91.
- CLINGERMAN Forrest, « Beyond the Flowers and the Stones », *Philosophy in the Contemporary World*, 2004, vol. 11, n° 2, p. 17–24.
- CLINGERMAN Forrest, « On Sculpting Ivory; The Idea of Nature In a Theology of Culture », *The Journal of Faith and Science Exchange*, 2000.
- CLINGERMAN Forrest et DIXON Mark H, *Placing nature on the borders of religion, philosophy, and ethics*, Farnham, Surrey, Ashgate, 2011.
- COCHET Yves, « Effondrement, catabolique ou catastrophique? », Institut Momentum, 2011.
- COLLINGWOOD Robin George, *Idea of History*, New edition, Oxford, Oxford University Press, 1978 [1946].
- COLLINGWOOD Robin George, *The Idea of Nature*, Oxford, Oxford University Press, 1960.
- COLLINS Matthew, KNUTTI Reto, ARBLASER Julie, DUFRESNE Jean-Louis, FICHEFET Thierry, FRIEDLINGSTEIN Pierre, GAO Xuejie, GUTOWSKI William J., JOHNS Tim, KRINNER Gerhard, SHONGWE Mxolisi, TEBALLDI Claudia, WEAVER Andrew J. et WEHNER Michael, « Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility » dans Intergovernmental Panel on Climate Change (éd.), *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*, Cambridge, Cambridge University Press, 2014, p. 1029-1136.
- COMMONER Barry, *L'encerclement*, traduit par Durand Guy, Paris, Seuil (coll. « Science ouverte »), 1982 [1971].
- COMTE Auguste, *Discours sur l'esprit positif: ordre et progrès*, Paris, Vrin, 1995 [1848].
- CONDORCET Jean-Antoine-Nicolas de Caritat, *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*, Paris, Vrin, 1970 [1795].

Bibliographie

- CRIST Eileen, « On the poverty of our nomenclature », *Environmental Humanities*, 2013, vol. 3, p. 129–147.
- CRONON William, « The trouble with wilderness: or, getting back to the wrong nature », *Environmental History*, 1996, p. 7–28.
- CRONON William, *Nature's metropolis: Chicago and the Great West*, New York, W.W. Norton & Co, 1992.
- CROSBY Alfred W., *The Columbian Exchange: Biological and Cultural Consequences of 1492*, 30th Anniversary edition, Westport, Praeger, 2003 [1973].
- CRUTZEN Paul J., « Geology of mankind », *Nature*, 2002, vol. 415, n° 6867, p. 23.
- CRUTZEN Paul J et BIRKS John W, « The Atmosphere after a Nuclear War: Twilight at Noon », *Ambio*, 1982, vol. 11, 2/3, p. 114-125.
- CRUTZEN Paul J. et SCHWÄGERL Christian, *Living in the Anthropocene: toward a new global ethos*, http://e360.yale.edu/feature/living_in_the_anthropocene_toward_a_new_global_ethos/2363/, 2011, consulté le 31 mars 2015.
- CRUTZEN Paul J. et STEFFEN W., « How long have we been in the Anthropocene era? », *Climatic Change*, 2003, vol. 61, n° 3, p. 251–257.
- CRUTZEN Paul J. et STOERMER Eugene F., « The Anthropocene », *Global change newsletter*, mai 2000, vol. 41, p. 17–18.
- CURNUTT John L., « A Guide to the Homogenocene », *Ecology*, 2000, vol. 81, n° 6, p. 1756-1757.
- CURTIUS Ernst Robert, *La littérature européenne et le Moyen Âge latin*, traduit par Jean Bréjoux, Paris, PUF (coll. « Agora »), 1991 [1948].
- DALBY Simon, « Anthropocene geopolitics: globalisation, empire, environment and critique », *Geography Compass*, 2007, vol. 1, n° 1, p. 103–118.
- DANA James Dwight, *Manual of geology: treating of the principles of the science, with special reference to American geological history*, 3rd ed, New York, Ivison Blakeman Taylor, 1880 [1863].
- DANA James Dwight, *Manual of geology: treating of the principles of the science, with special reference to American geological history*, 2nd ed, Philadelphia, Theodore Bliss and Co, 1870 [1863].
- DANOWSKI Déborah et VIVEIROS DE CASTRO Eduardo, « L'arrêt du monde » dans Emilie Hache (éd.), *De l'univers clos au monde infini*, Bellevaux, Dehors, 2014, p. 221-339.
- DARWIN Charles, *L'origine des espèces : au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie*, traduit par Daniel Becquemont, Paris, Flammarion, 2008 [1859].

- DAVIS Mark A., CHEW Matthew K., HOBBS Richard J., LUGO Ariel E., EWEL John J., VERMEIJ Geerat J., BROWN James H., ROSENZWEIG Michael L., GARDENER Mark R., CARROLL Scott P., THOMPSON Ken, PICKETT Steward T. A., STROMBERG Juliet C., TREDICI Peter Del, SUDING Katharine N., EHRENFELD Joan G., GRIME Philip J., MASCARO Joseph et BRIGGS John C., « Don't judge species on their origins », *Nature*, 2011, vol. 474, n° 7350, p. 153-154.
- DAZZO Frank B., YANNI Youssef G., RIZK Rizk, ZIDAN M., GOMAA Abu-Bakr M., SQUARTINI Andrea, JING Yu-Xiang, CHI Feng et SHEN Shi-Hua, « Recent Studies on the *Rhizobium*-Cereal Association » dans Yi-Ping Wang, Min Lin, Zhe-Xian Tian, Claudine Elmerich et William E. Newton (éds.), *Biological Nitrogen Fixation, Sustainable Agriculture and the Environment*, Dordrecht, Springer (coll. « Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture »), 2005, p. 379-380.
- DEAN Jonathan R., LENG Melanie J. et MACKAY Anson W., « Is there an isotopic signature of the Anthropocene? », *The Anthropocene Review*, 2014.
- DELEUZE Gilles, PARNET Claire et BOUTANG Pierre-André, *L'abécédaire de Gilles Deleuze (DVD)*, Paris, Montparnasse, 2004.
- DELL'AMORE Christine, *Yes, Mr. President, We Remade Our Atlas to Reflect Shrinking Ice*, <http://news.nationalgeographic.com/2015/08/150803-arctic-ice-obama-climate-nation-science/>, 3 août 2015, consulté le 11 août 2015.
- DESCARTES René, *Discours de la méthode*, Paris, Flammarion, 2000 [1637].
- DESCARTES René, *Méditations métaphysiques*, Paris, Flammarion, 1993 [1641].
- DESCOLA Philippe, *Par-delà nature et culture*, Paris, Gallimard, 2005.
- DIAMOND Jared, *Effondrement : comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, Paris, Gallimard, 2009 [2005].
- DIBLEY Ben, « 'The shape of things to come': Seven theses on the Anthropocene and attachment », 2012.
- DIBLEY Ben, « "Nature is Us:" the Anthropocene and species-being », *Transformations*, 2012, n° 21.
- DILTHEY Wilhelm, « La naissance de l'herméneutique » dans *Œuvres tome 7 : écrits esthétiques suivi de la naissance de l'herméneutique*, traduit par Sylvie Mesure, Daniel Cohen et Evelyne Lafon, Paris, Cerf, 1995 [1900].
- DILTHEY Wilhelm, *Œuvres tome 7 : écrits esthétiques suivi de la naissance de l'herméneutique*, traduit par Sylvie Mesure, Daniel Cohen et Evelyne Lafon, Paris, Cerf, 1995 [1900].
- DILTHEY Wilhelm, *Œuvres tome 3 : L'édification du monde historique dans les sciences de l'esprit*, traduit par Sylvie Mesure, Paris, Cerf, 1988.
- DILTHEY Wilhelm, *Der Aufbau der geschichtlichen Welt in den Geisteswissenschaften*,

Bibliographie

- Leipzig, B.G. Teubner (coll. « Gesammelte Schriften »), 1927.
- DOAK Daniel F., BAKKER Victoria J., GOLDSTEIN Bruce Evan et HALE Benjamin, « What is the future of conservation? », *Trends in ecology & evolution*, 2014, vol. 29, n° 2, p. 77–81.
- DORST Jean, *Avant que nature meure*, Neuchâtel, Delachaux et Niestle, 1965.
- DRENTHEEN Martin, « Reading Ourselves through the Land: Landscape Hermeneutics and Ethics of Place » dans Forrest Clingerman et Mark Dixon (éds.), *Placing nature on the borders of religion, philosophy and ethics*, Ashgate Publishing Limited, Farnham, Surrey, 2011, p. 123-138.
- DUPUY Jean-Pierre, *Aux origines des sciences cognitives*, Paris, La Découverte (coll. « Poche »), 2005.
- DUPUY Jean-Pierre, *Pour un catastrophisme éclairé*, Paris, Seuil, 2004.
- DYER-WITHEFORD Nick, « Species-Being Resurgent », *Constellations*, 2004, vol. 11, n° 4, p. 476-491.
- DYER-WITHEFORD Nick, « 1844/2004/2044: The Return of Species-Being », *Historical Materialism*, 2004, vol. 12, n° 4, p. 1-23.
- EDGEWORTH Matt, « The ‘Anthropocene’ as a ratified unit in the ICS International Chronostratigraphic Chart: fundamental issues that must be addressed by the Task Group » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 91–108.
- EGAN Michael, *Barry Commoner and the Science of Survival: The Remaking of American Environmentalism*, Cambridge, Mass., The MIT Press, 2009.
- EHRlich Paul R., *La bombe P. : sept milliards d’hommes en l’an 2000*, traduit par Frédérique Bauer et Daniel Béchon, Paris, Fayard (coll. « Les amis de la terre »), 1972 [1968].
- ELLIOT Robert, « Faking nature », *Inquiry*, 1982, vol. 25, n° 1, p. 81–93.
- ELLIS Erle C., « Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere », *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 2011, vol. 369, n° 1938, p. 1010-1035.
- ELLIS Erle C., KLEIN GOLDEWIJK Kees, SIEBERT Stefan, LIGHTMAN Deborah et RAMANKUTTY Navin, « Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000 », *Global Ecology and Biogeography*, 2010, vol. 19, n° 5, p. 589–606.
- ELLIS Erle C. et RAMANKUTTY Navin, « Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world », *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2008, vol. 6, n° 8, p. 439–447.
- EMMECHE Claus et KULL Kalevi (éds.), *Towards a semiotic biology: life is the action of*

- signs*, Londres, Imperial College Press, 2011.
- FAIRCHILD Ian J. et FRISIA Silvia, « Definition of the Anthropocene: a view from the underworld » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 239–254.
- FEDERAU Alexander, « L'auto-organisation comme antidote au réductionnisme » dans Gérald Hess et Dominique Bourg (éds.), *Science, conscience et environnement: penser le monde complexe*, Paris, PUF, 2016, p. 33-62.
- FEDERAU Alexander, « Commoner, Barry » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF (coll. « Quadrige »), 2015, p. 172-174.
- FEDERAU Alexander, « Planète » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF (coll. « Quadrige »), 2015, p. 778-780.
- FERRET Stéphane, *Le bateau de Thésée: le problème de l'identité à travers le temps*, Paris, Minuit (coll. « Paradoxe »), 1996.
- FIELD Christopher B., BARROS Vicente R. et INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (éds.), *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability: Working Group II contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, New York, Cambridge University Press, 2014.
- FINNEY Stan C., « The 'Anthropocene' as a ratified unit in the ICS International Chronostratigraphic Chart: fundamental issues that must be addressed by the Task Group » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 23-28.
- FOLCH J., COCERO M. J., CHESNE P., ALABART J. L., DOMINGUEZ V., COGNIE Y., ROCHE A., FERNANDEZ-ARIAS A., MARTI J. I., SANCHEZ P., ECHEGOYEN E., BECKERS J. F., BONASTRE A. Sánchez et VIGNON X., « First birth of an animal from an extinct subspecies (*Capra pyrenaica pyrenaica*) by cloning », *Theriogenology*, 1 avril 2009, vol. 71, n° 6, p. 1026-1034.
- FOLEY Stephen F., GRONENBORN Detlef, ANDREAE Meinrat O., KADEREIT Joachim W., ESPER Jan, SCHOLZ Denis, PÖSCHL Ulrich, JACOB Dorrit E., SCHÖNE Bernd R., SCHREG Rainer et OTHERS, « The Palaeoanthropocene—The beginnings of anthropogenic environmental change », *Anthropocene*, 2013, vol. 3, p. 83–88.
- FRAGNIERE Augustin, *Écologie et liberté : libéralisme versus républicanisme*, Thèse de doctorat en géosciences et environnement, Université de Lausanne, Lausanne, 2014.
- FRESSOZ Jean-Baptiste, GRABER Frédéric, LOCHER Fabien et QUENET Grégory (éds.), *Introduction à l'histoire environnementale*, Paris, La Découverte (coll. « Repères Histoire »), 2014.

Bibliographie

- FREUD Sigmund, *Œuvres complètes*, traduit par Janine Altounian, Paris, PUF, 1996, vol.15.
- FREUD Sigmund, « Une difficulté de la psychanalyse » dans *Œuvres complètes*, traduit par Janine Altounian, Paris, PUF, 1996 [1917], vol.15.
- FREY Pierre Alain (éd.), *E. Viollet-le-Duc et le Massif du Mont-Blanc: 1868 - 1879*, Lausanne, Payot, 1988.
- FRODEMAN Robert, « Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science », *Geological Society of America Bulletin*, 1995, vol. 107, n° 8, p. 960-0968.
- FRÖLICHER Thomas L. et JOOS Fortunat, « Reversible and irreversible impacts of greenhouse gas emissions in multi-century projections with the NCAR global coupled carbon cycle-climate model », *Climate Dynamics*, 2010, vol. 35, n° 7-8, p. 1439–1459.
- GABRIELI Jacopo, COZZI Giulio, VALLELONGA Paul, SCHWIKOWSKI Margit, SIGL Michael, EICKENBERG Jost, WACKER Lukas, BOUTRON Claude, GÄGGELER Heinz, CESCON Paolo et OTHERS, « Contamination of Alpine snow and ice at Colle Gnifetti, Swiss/Italian Alps, from nuclear weapons tests », *Atmospheric Environment*, 2011, vol. 45, n° 3, p. 587–593.
- GADAMER Hans-Georg, « Citoyens de deux mondes » dans *L'Héritage de l'Europe*, traduit par Philippe Ivernel, Paris, Rivages, 2003 [1985], p. 109-127.
- GADAMER Hans-Georg, « La diversité de l'Europe. Héritage et avenir. » dans *L'Héritage de l'Europe*, traduit par Philippe Ivernel, Paris, Rivages, 2003 [1985], p. 19-42.
- GADAMER Hans-Georg, *Vérité et méthode*, traduit par Pierre Fruchon, Jean Grondin et Gilbert Merlio, Édition intégrale, Paris, Seuil, 1996 [1960].
- GAILLARD Marie-José, SUGITA Shinya, MAZIER Florence, TRONDMAN A.-K., BROSTROM Anna, HICKLER Thomas, KAPLAN Jed Oliver, KJELLSTRÖM Erik, KOKFELT Ulla, KUNES Petr et OTHERS, « Holocene land-cover reconstructions for studies on land cover-climate feedbacks », *Climate of the Past*, 2010, vol. 6, p. 483–499.
- GALAZ Victor, BIERMANN Frank, FOLKE Carl, NILSSON Måns et OLSSON Per, « Global environmental governance and planetary boundaries: An introduction », *Ecological Economics*, 2012, vol. 81, p. 1–3.
- GALILEI Galileo, *L'essayeur*, traduit par Christiane Chauviré, Paris, Les Belles lettres (coll. « Annales littéraires de l'Université de Besançon »), 1979 [1623].
- GALLOWAY James et COWLING Ellis, « Reactive nitrogen and the world: 200 years of change. », *Ambio*, 2002, vol. 31, n° 2, p. 64-71.
- GALLOWAY James N., DENTENER Frank J., CAPONE Douglas G., BOYER Elizabeth W., HOWARTH Robert W., SEITZINGER Sybil P., ASNER Gregory P., CLEVELAND Cory C., GREEN P. A., HOLLAND Elizabeth A., KARL D. M., MICHAELS A. F., PORTER J. H., TOWNSEND A. R. et VÖOSMARTY C. J., « Nitrogen Cycles: Past, Present, and

- Future », *Biogeochemistry*, septembre 2004, vol. 70, n° 2, p. 153-226.
- GAMBORG Christian, GREMMEN Bart, CHRISTIANSEN Stine B. et SANDOE Peter, « De-domestication: Ethics at the intersection of landscape restoration and animal welfare », *Environmental Values*, 2010, vol. 19, n° 1, p. 57-78.
- GENS Jean-Claude, *Eléments pour une herméneutique de la nature : L'indice, l'expression et l'adresse*, Paris, Cerf, 2008.
- GESSNER Conrad, *Historia animalium*, Hildesheim, Olms-Weidmann (coll. « Historia scientiarum »), 2012 [1551].
- GILLINGS Michael R. et PAULSEN Ian T., « Microbiology of the Anthropocene », *Anthropocene*, mars 2014, vol. 5, p. 1-8.
- GIRANDOLA Fabien, BERNARD Françoise et JOULE Robert-Vincent, « Développement durable et changement de comportement: applications de la communication engageante » dans *Psychologie et développement durable*, Paris, In press, 2010, p. 219-243.
- GLACKEN Clarence J., *Traces on the Rhodian shore: nature and culture in Western thought from ancient times to the end of the eighteenth century*, Berkeley, University of California Press, 1967.
- GLACKEN Clarence J., « Changing ideas of the habitable world » dans William L. Thomas (éd.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press, 1956, vol.95, p. 89.
- GODARD Olivier, « Catastrophisme (Point de vue 1) » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF (coll. « Quadrige »), 2015, p. 134-138.
- GOLDING William, *Sa majesté des mouches*, traduit par Lola Tranec, Paris, Gallimard, 2014 [1954].
- GOULD Stephen Jay, « Is uniformitarianism necessary? », *American Journal of Science*, 1965, vol. 263, n° 3, p. 223-228.
- GRANGER Gilles-Gaston, *Pour la connaissance philosophique*, Paris, O. Jacob, 1988.
- GRANT Judith, « Gender and Marx's radical humanism in *the economic and philosophic manuscripts of 1844* », *Rethinking Marxism*, janvier 2005, vol. 17, n° 1, p. 59-77.
- GREVSMÜHL Sebastian V., *La Terre vue d'en haut: l'invention de l'environnement global*, Paris, Seuil, 2014.
- GRINEVALD Jacques, « Biosphère » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF (coll. « Quadrige »), 2015, p. 94-97.
- GRONDIN Jean, *L'herméneutique*, 3^e éd, Paris, Presses Universitaires de France, 2011

Bibliographie

[2006].

- GROOT Mirjam DE, DRENTHEEN Martin et GROOT Wouter T DE, « Public Visions of the Human/Nature Relationship and their Implications for Environmental Ethics », *Environmental Ethics*, 2011, vol. 33, n° 1, p. 25-44.
- GRUBB M. J., « Communication Energy efficiency and economic fallacies », *Energy Policy*, 1 octobre 1990, vol. 18, n° 8, p. 783-785.
- GUHA Ramachandra, « Radical American Environmentalism and Wilderness Preservation: : A Third World Critique », *Environmental ethics*, 1989, vol. 11, n° 1, p. 71-83.
- HADOT Pierre, *Le voile d'Isis: essais sur l'histoire de l'idée de nature*, Paris, Gallimard (coll. « folio essais »), 2008 [2004].
- HAMILTON Clive, « The Theodicy of the 'Good Anthropocene,' », *Environmental Humanities*, 2015, vol. 7, p. 233-238.
- HAMILTON Clive, « The new environmentalism will lead us to disaster », *Scientific American*, 19 juin 2014, vol. 19.
- HAMILTON Clive, *The Technofix Is In: A critique of « An Ecomodernist Manifesto »*, <http://clivehamilton.com/the-technofix-is-in-a-critique-of-an-ecomodernist-manifesto/>, consulté le 12 juin 2015.
- HAMILTON Clive et GRINEVALD Jacques, « Was the Anthropocene anticipated? », *The Anthropocene Review*, 2015, vol. 2, n° 1, p. 1-14.
- HANCOCK Gary J., TIMS Stephen G., FIFIELD L. Keith et WEBSTER Ian T., « The release and persistence of radioactive anthropogenic nuclides » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 265-281.
- HANSEN J., SATO M., RUSSELL G. et KHARECHA P., « Climate sensitivity, sea level and atmospheric carbon dioxide », *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 16 septembre 2013, vol. 371, n° 2001, p. 20120294-20120294.
- HANSEN James, « Is there still time to avoid 'dangerous anthropogenic interference' with global climate? », American Geophysical Union, San Francisco, 2005.
- HARAWAY Donna, « Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: Making Kin », *Environmental Humanities*, 2015, vol. 6, p. 159-165.
- HARAWAY Donna, « A cyborg manifesto: science, technology, and socialist-feminism in the late twentieth century » dans *Simians, cyborgs and women: the reinvention of nature*, Londres, Routledge, 1991, p. 149-181.
- HARGROVE Eugene C., *Foundations of environmental ethics*, Englewood Cliffs N.J, Prentice

- Hall, 1989.
- HAUGHTON Samuel, *Manual of Geology*, Londres, Longman, 1865.
- HEAD Martin J. et GIBBARD Philip L., « Formal subdivision of the Quaternary System/Period: Past, present, and future », *Quaternary International*, octobre 2015, vol. 383, p. 4-35.
- HECHT Susanna B., MORRISON Kathleen D. et PADOCH Christine, *The social lives of forests: past, present, and future of woodland resurgence*, Chicago, University of Chicago Press, 2014.
- HEGEL G.W.F, *La Phénoménologie de l'Esprit*, traduit par Gwendoline Jarczyk, Paris, Gallimard, 2002 [1807].
- HEIDEGGER Martin, *Être et Temps*, traduit par François Vézin, Paris, Gallimard, 1986 [1927].
- HEIDEGGER Martin, « La question de la technique » dans *Essais et Conférences*, Paris, Gallimard, 1980 [1954], p. 9-48.
- HEILBRONER Robert L., *An inquiry into the human prospect*, New York, Norton, 1974.
- HESS Gérald, *Ethiques de la nature*, Paris, PUF (coll. « Ethique et philosophie morale »), 2013.
- HETTINGER Ned, « Exotic Species, Naturalisation, and Biological Nativism », *Environmental Values*, 1 mai 2001, vol. 10, n° 2, p. 193-224.
- HOBBS Richard J., ARICO Salvatore, ARONSON James, BARON Jill S., BRIDGEWATER Peter, CRAMER Viki A., EPSTEIN Paul R., EWEL John J., KLINK Carlos A., LUGO Ariel E. et OTHERS, « Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order », *Global ecology and biogeography*, 2006, vol. 15, n° 1, p. 1-7.
- HOBBS Richard J., HIGGS Eric et HALL Carol M., *Novel ecosystems intervening in the new ecological world order*, Chichester, West Sussex, Wiley-Blackwell, 2013.
- HOBBS Richard J., HIGGS Eric et HARRIS James A., « Novel ecosystems: implications for conservation and restoration », *Trends in Ecology & Evolution*, novembre 2009, vol. 24, n° 11, p. 599-605.
- HOLDEN Clare et MACE Ruth, « Phylogenetic analysis of the evolution of lactose digestion in adults », *Human Biology*, 2009, p. 597-619.
- HOLLARD Hélène, JOLIET Bénigne et FAVE Marie-Christine, *L'agroécologie: une réponse locale et globale*, Paris, Sang de la terre (coll. « Les dossiers de l'écologie »), 2015.
- HOLMGREN Sofia U., BIGLER Christian, INGOLFSSON Ólafur et WOLFE Alexander P., « The Holocene–Anthropocene transition in lakes of western Spitsbergen, Svalbard (Norwegian High Arctic): climate change and nitrogen deposition », *Journal of*

Bibliographie

Paleolimnology, 2010, vol. 43, n° 2, p. 393–412.

HOLTGRIEVE Gordon W., SCHINDLER Daniel E., HOBBS William O., LEAVITT Peter R., WARD Eric J., BUNTING Lynda, CHEN Guangjie, FINNEY Bruce P., GREGORY-EAVES Irene, HOLMGREN Sofia, LISAC Mark J., LISI Peter J., NYDICK Koren, ROGERS Lauren A., SAROS Jasmine E., SELBIE Daniel T., SHAPLEY Mark D., WALSH Patrick B. et WOLFE Alexander P., « A Coherent Signature of Anthropogenic Nitrogen Deposition to Remote Watersheds of the Northern Hemisphere », *Science*, 16 décembre 2011, vol. 334, n° 6062, p. 1545-1548.

HOPKINS Rob, *The transition handbook: from oil dependency to local resilience*, Totnes, Green, 2008.

HULME Mike, « Meet the humanities », *Nature Climate Change*, 2011, vol. 1, n° 4, p. 177–179.

HULME Mike, « Cosmopolitan Climates: Hybridity, Foresight and Meaning », *Theory, Culture & Society*, 1 mars 2010, vol. 27, n° 2-3, p. 267-276.

JACKSON Tim, « Le mythe du découplage » dans *Prospérité sans croissance*, Bruxelles, De Boeck, 2010, p. 77-94.

JAMIESON Dale (éd.), *A companion to environmental philosophy*, Malden, Mass, Blackwell (coll. « Blackwell companions to philosophy »), 2001.

JEANMONOD Daniel et NATALI Alessandro, « Les xénophytes de Corse: un danger pour la flore indigène », *Lagascalia*, 1997, vol. 19, n° 1, p. 783–792.

JENKYN Thomas W., « Lessons in Geology XLIX: On the classification of rocks. Chapter V. » dans *The Popular Educator*, Londres, Cassell, Petter, and Galpin, 1854, vol.4, p. 312-316.

JENKYN Thomas W., « Lessons in Geology XLVI: On the effects of organic agents on the Earth's Crust. Chapter IV. » dans *The Popular Educator*, Londres, Cassell, Petter, and Galpin, 1854, vol.4, p. 139-141.

JONAS Hans, *Le Principe responsabilité : une éthique pour la civilisation technologique*, traduit par Jean Greisch, 3e édition, Paris, Flammarion (coll. « Champs »), 1999 [1979].

JONES Clive G., LAWTON John H. et SHACHAK Moshe, « Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers », *Ecology*, 1997, vol. 78, n° 7, p. 1946–1957.

JOOS F., ROTH R., FUGLESTVEDT J. S., PETERS G. P., ENTING I. G., BLOH W. von, BROVKIN V., BURKE E. J., EBY M., EDWARDS N. R. et OTHERS, « Carbon dioxide and climate impulse response functions for the computation of greenhouse gas metrics: a multi-model analysis », *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2013, vol. 13, n° 5, p. 2793–2825.

- KAISER Jocelyn, « The other global pollutant: nitrogen proves tough to curb », *Science*, 2001, vol. 294, n° 5545, p. 1268–1269.
- KAISER-BUNBURY Christopher N., TRAVESET Anna et HANSEN Dennis M., « Conservation and restoration of plant–animal mutualisms on oceanic islands », *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2010, vol. 12, n° 2, p. 131–143.
- KANT Emmanuel, *Leçons d'éthique*, traduit par Luc Langlois, Paris, LGF - Livre de Poche, 1997 [1924].
- KAPLAN Jed O., « Holocene carbon cycle: Climate or humans? », *Nature Geoscience*, mai 2015, vol. 8, n° 5, p. 335–336.
- KAPLAN Jed O., KRUMHARDT Kristen M. et ZIMMERMANN Niklaus, « The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe », *Quaternary Science Reviews*, 2009, vol. 28, n° 27, p. 3016–3034.
- KARAFYLLIS Nicole C., « Biofakte–Grundlagen, Probleme, Perspektiven », *Erwägen Wissen Ethik, Jg*, 2006, vol. 17, p. 547–558.
- KARAFYLLIS Nicole C., « Biofakte–Versuch über den Menschen zwischen Artefakt und Lebewesen », 2003.
- KAREIVA Peter, MARVIER Michelle et LALASZ Robert, « Conservation in the Anthropocene: beyond Solitude and Fragility », *Breakthrough Journal*, 2012 p.
- KATZ Eric, « The big lie: Human restoration of nature », *Readings in the Philosophy of Technology*, 2009, vol. 443.
- KEULARTZ Jozef, « Boundary work in ecological restoration », *Environmental Philosophy*, 2009, vol. 6, n° 1, p. 35–55.
- KIM Jaegwon, *Philosophie de l'Esprit*, Paris, Ithaque, 2008.
- KIRCHNER James W., « The Gaia Hypotheses: Are They Testable? Are They Useful? » dans Stephen Schneider et Penelope Boston (éds.), *Scientists on Gaia*, The MIT Press, Cambridge Mass., 1991, p. 38–46.
- KLEIN GOLDEWIJK Kees, BEUSEN Arthur, VAN DRECHT Gerard et DE VOS Martine, « The HYDE 3.1 spatially explicit database of human-induced global land-use change over the past 12,000 years », *Global Ecology and Biogeography*, 2011, vol. 20, n° 1, p. 73–86.
- KNIGHT Jasper et HARRISON Stephan, « Limitations of uniformitarianism in the Anthropocene », *Anthropocene*, mars 2014, vol. 5, p. 71–75.
- KOLBERT Elizabeth, *The sixth extinction: an unnatural history*, New York, Henry Holt and Co., 2014.
- KOYRE Alexandre, *Du monde clos à l'univers infini*, Paris, Gallimard (coll. « Tel »), 1988 [1957].

Bibliographie

- KOYRE Alexandre, *La révolution astronomique: Copernic, Kepler, Borelli*, Paris, Hermann (coll. « Histoire de la pensée »), 1961.
- KUEFFER et KAISER-BUNBURY Christopher N., « Reconciling conflicting perspectives for biodiversity conservation in the Anthropocene », *Frontiers Ecol. Envir. Frontiers in Ecology and the Environment*, 2014, vol. 12, n° 2, p. 131-137.
- KUHN Thomas S., *La structure des révolutions scientifiques*, traduit par Laure Meyer, Nouv. éd. augm. de 1970 et revue par l'auteur, Paris, Flammarion (coll. « Champs »), 2014 [1962].
- LADE Steven J., NIIRANEN Susa et SCHLÜTER Maja, « Generalized modeling of empirical social-ecological systems », *arXiv preprint arXiv:1503.02846*, 2015.
- LAKS André (éd.), *La naissance du paradigme herméneutique: de Kant et Schleiermacher à Dilthey*, Nouv. éd. revue et augmentée, Villeneuve d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion (coll. « Cahiers de philologie »), 2008.
- LALAND Kevin N., ODLING-SMEE John et FELDMAN Marcus W., « Niche construction, biological evolution and cultural change », *Behavioral and Brain Sciences*, 2000, vol. 23, n° 1, p. 131-175.
- LARRERE Catherine et LARRERE Raphaël, *Penser et agir avec la nature : une enquête philosophique.*, Paris, La Découverte, 2015.
- LARRERE Catherine et LARRERE Raphaël, *Du bon usage de la nature : Pour une philosophie de l'environnement*, Paris, Flammarion, 2009 [1997].
- LARRERE Raphaël, « Sauvagement artificiel », *Le courrier de l'environnement de l'Inra*, 1994, vol. 21, p. 35-37.
- LATOUR Bruno, *Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique*, Paris, La Découverte (coll. « Les empêcheurs de penser en rond »), 2015.
- LATOUR Bruno, « L'Anthropocène et la destruction (de l'image) du globe » dans *Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique*, Paris, La Découverte (coll. « Les empêcheurs de penser en rond »), 2015, p. 147-191.
- LATOUR Bruno, *Nous n'avons jamais été modernes : Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte, 2005 [1991].
- LATOUR Bruno, *Politiques de la nature*, Paris, La Découverte, 2004.
- LE CONTE Joseph, *Religion and Science: a series of Sunday Lectures.*, D. Appleton, New York, 1884 [1874].
- LE CONTE Joseph, « On critical periods in the history of the earth, and their relation to evolution; on the Quarternary as such a period », *The American Naturalist*, 1877, vol. 11, n° 9, p. 540-557.
- LE ROY Édouard, *Les origines humaines et l'évolution de l'intelligence*, Paris, Boivin &

- Cie., 1928.
- LE ROY Édouard, *L'exigence idéaliste et le fait de l'évolution*, Paris, Boivin & Cie, 1927.
- LE ROY LADURIE Emmanuel, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Paris, Flammarion, 1967.
- LEAKEY Richard et LEWIN Roger, *The sixth extinction: patterns of life and the future of humankind*, New York, Doubleday, 1995.
- LEIBNIZ Gottfried Wilhelm, *Essais de Théodicée sur la bonté de Dieu, la liberté de l'homme et l'origine du mal*, Paris, Flammarion, 1999 [1747].
- LENOBLE Robert, *Esquisse d'une histoire de l'idée de nature*, Paris, A. Michel, 1969.
- LENTON Timothy M. et SCHELLNHUBER Hans Joachim, « Tipping the scales », *Nature reports climate change*, 2007, p. 97–98.
- LEROI-GOURHAN André, *Le Geste et la Parole, tome 1 : Technique et Langage*, Paris, Albin Michel, 1964.
- LEWIS Simon L. et MASLIN Mark A., « Defining the anthropocene », *Nature*, 2015, vol. 519, n° 7542, p. 171–180.
- LIBERA Alain de, *La querelle des universaux*, Paris, Seuil, 1998.
- LIGHT Andrew et KATZ Eric, *Environmental pragmatism*, Londres, Routledge, 1996.
- LINDENMAYER David B., FISCHER Joern, FELTON Adam, CRANE Mason, MICHAEL Damian, MACGREGOR Christopher, MONTAGUE-DRAKE Rebecca, MANNING Adrian et HOBBS Richard J., « Novel ecosystems resulting from landscape transformation create dilemmas for modern conservation practice », *Conservation Letters*, 2008, vol. 1, n° 3, p. 129–135.
- LORIMER Jamie et DRIESSEN Clemens, « Wild experiments at the Oostvaardersplassen: rethinking environmentalism in the Anthropocene », *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2014, vol. 39, n° 2, p. 169–181.
- LORIUS Claude et CARPENTIER Laurent, *Voyage dans l'anthropocène: cette nouvelle ère dont nous sommes les héros*, Actes Sud, Arles, 2010.
- LÖVBRAND Eva, BECK Silke, CHILVERS Jason, FORSYTH Tim, HEDREN Johan, HULME Mike, LIDSKOG Rolf et VASILEIADOU Eleftheria, « Taking the human (sciences) seriously: Realizing the critical potential of the Anthropocene », Glasgow, 2014.
- LOVELOCK James, *La terre est un être vivant : L'hypothèse Gaïa*, traduit par Paul Couturiau et Cristel Rollinat, Paris, Flammarion, 2010 [1979].
- LOVELOCK James, *The vanishing face of Gaia: A final warning*, New York, Basic Books, 2009.
- LOVELOCK James, *The revenge of Gaia: why the Earth is fighting back - and how we can still save humanity*, Londres, Penguin, 2007.

Bibliographie

- LOVELOCK James E. et MARGULIS Lynn, « Homeostatic tendencies of the Earth's atmosphere » dans J. Oró (éd.), *Cosmochemical Evolution and the Origins of Life: proceedings of the fourth International Conference on the Origin of Life and the first meeting of the International Society for the Study of the Origin of Life, Barcelona, June 25-28, 1973*, Dordrecht, Springer, 1974, p. 93–103.
- LOVELOCK James E. et MARGULIS Lynn, « Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the Gaia hypothesis », *Tellus*, 1974, vol. 26, n° 1-2, p. 2–10.
- LOWENFELS Jeff et LEWIS Wayne, *Collaborer avec les bactéries et autres micro-organismes*, traduit par Jean-René Dastugue, Rodez, Editions du Rouergue, 2008.
- LÜTHI Dieter, LE FLOCH Martine, BEREITER Bernhard, BLUNIER Thomas, BARNOLA Jean-Marc, SIEGENTHALER Urs, RAYNAUD Dominique, JOUZEL Jean, FISCHER Hubertus, KAWAMURA Kenji et STOCKER Thomas F., « High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present », *Nature*, 15 mai 2008, vol. 453, n° 7193, p. 379-382.
- LYELL Charles, *Principes de géologie ou illustrations de cette science empruntées aux changements modernes que la terre et ses habitants ont subis*, traduit par Tullia Meulien, Paris, Langlois et Leclercq, 1843 [1830–1833].
- LYNAS Mark, *The god species: saving the planet in the age of humans*, Washington, D.C., National Geographic, 2011.
- MACGINNIS Michael Vincent (éd.), *Bioregionalism*, Londres, Routledge, 2006 [1999].
- MALM Andreas et HORNBORG Alf, « The geology of mankind? A critique of the Anthropocene narrative », *The Anthropocene Review*, 2014.
- MARITAIN Jacques, *Pour une philosophie de l'histoire*, Paris, Seuil, 1959.
- MARRIS Emma, *Rambunctious garden: saving nature in a post-wild world*, New York, Bloomsbury, 2011.
- MARRIS Emma, « Ragamuffin Earth », *Nature*, 2009, vol. 460, n° 7254, p. 450–453.
- MARSH George Perkins, *Man and nature*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1965 [1864].
- MARSH George Perkins, *The earth as modified by human action*, New York, Charles Scribner's Sons, 1874.
- MARTINEZ-BOTI M. A., FOSTER G. L., CHALK T. B., ROHLING E. J., SEXTON P. F., LUNT D. J., PANCOST R. D., BADGER M. P. S. et SCHMIDT D. N., « Plio-Pleistocene climate sensitivity evaluated using high-resolution CO₂ records », *Nature*, 5 février 2015, vol. 518, n° 7537, p. 49-55.
- MARX Karl, « Économie et philosophie (manuscrits parisiens) (1844) » dans *Œuvres, tome 2: Economie II*, traduit par Jean Malaquais et Claude Orsoni, Paris, Gallimard, 2007 [1932].

MATHIESON Iain, LAZARIDIS Iosif, ROHLAND Nadin, MALLICK Swapan, PATTERSON Nick, ROODENBERG Songül Alpaslan, HARNEY Eadaoin, STEWARDSON Kristin, FERNANDES Daniel, NOVAK Mario, SIRAK Kendra, GAMBA Cristina, JONES Eppie R., LLAMAS Bastien, DRYOMOV Stanislav, PICKRELL Joseph, ARSUAGA Juan Luís, CASTRO José María Bermúdez DE, CARBONELL Eudald, GERRITSEN Fokke, KHOKHLOV Aleksandr, KUZNETSOV Pavel, LOZANO Marina, MELLER Harald, MOCHALOV Oleg, MOISEYEV Vyacheslav, GUERRA Manuel A. Rojo, ROODENBERG Jacob, VERGES Josep Maria, KRAUSE Johannes, COOPER Alan, ALT Kurt W., BROWN Dorcas, ANTHONY David, LALUEZA-FOX Carles, HAAK Wolfgang, PINHASI Ron et REICH David, « Genome-wide patterns of selection in 230 ancient Eurasians », *Nature*, 23 novembre 2015, advance online publication.

MAZOYER Marcel et ROUDART Laurence, *Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine*, Paris, Seuil, 2002.

MCCARTHY Cormac, *La route*, traduit par François Hirsch, Paris, L'Olivier, 2008 [2006].

MCNEILL John R., *Du nouveau sous le soleil: une histoire de l'environnement mondial au XXe siècle*, traduit par Philippe Beaugrand, Seyssel, Champ Vallon, 2010 [2000].

MEADOWS Donella H. et CLUB OF ROME, *The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, New York, Universe Books, 1972.

MELIERES Marie-Antoinette, MARECHAL Chloé et HULOT Nicolas, *Climats: passé, présent, futur*, Paris, Belin, 2015.

MIALL Andrew D., « Empiricism and model building in stratigraphy: the historical roots of present-day practices », *Stratigraphy*, 2004, vol. 1, p. 3–25.

MIALL Andrew D. et MIALL Charlene E., « Empiricism and model-building in stratigraphy: around the hermeneutic circle in the pursuit of stratigraphic correlation », *Stratigraphy*, 2004, vol. 1, p. 27–46.

MILL John Stuart, *La nature*, traduit par Estiva Reus, Paris, ADEP, 1998 [1874].

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM) (éd.), *Ecosystems and human well-being: synthesis*, Washington, DC, Island Press, 2005.

MITCHELL Alan, *Tous les arbres de nos forêts*, Paris, Bordas, 1991.

MITCHELL Timothy, *Carbon democracy: political power in the age of oil*, Londres, Verso, 2011.

MOLLISON Bill et HOLMGREN David, *Perma-culture 1*, traduit par Dominique Soltner, Condé-sur-Noireau, Ch. Corlet (coll. « Collection Équilibres »), 2015 [1978].

MONTAIGNE Michel Eyquem De, « Essais » dans *Œuvres complètes*, Paris, Gallimard (coll. « Bibliothèque de la Pléiade »), 1962 [1580].

MONTENEGRO Alvaro, BROVKIN Victor, EBY Michael, ARCHER David et WEAVER Andrew J., « Long term fate of anthropogenic carbon », *Geophysical Research Letters*, 2007,

Bibliographie

vol. 34, n° 19.

- MOSCOVICI Serge, *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, Paris, Flammarion, 1999.
- MOTESHARREI Safa, RIVAS Jorge et KALNAY Eugenia, « Human and nature dynamics (HANDY): Modeling inequality and use of resources in the collapse or sustainability of societies », *Ecological Economics*, mai 2014, vol. 101, p. 90-102.
- NASH Roderick, *Wilderness and the American mind*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1982.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.) (éd.), *Climate intervention: carbon dioxide removal and reliable sequestration*, Washington, D.C, National Academies Press, 2015.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.) (éd.), *Halocarbons, effects on stratospheric ozone*, Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1976.
- NORTON Bryan G., « Conservation and Preservation », *Environmental Ethics*, 1986, vol. 8, n° 3, p. 195–220.
- NORTON Bryan G., « Environmental Ethics and Weak Anthropocentrism », *Environmental Ethics*, 1984, vol. 6, n° 2, p. 131-148.
- ODLING-SMEE F. John, LALAND Kevin N. et FELDMAN Marcus W., « Niche construction », *American Naturalist*, 1996, p. 641–648.
- OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY et INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Uranium 2014 resources, production and demand*, Paris, OECD, 2014.
- OLLMAN Bertell, *Alienation: Marx's conception of man in capitalist society*, Cambridge, Cambridge University Press (coll. « Cambridge studies in the history and theory of politics »), 1971.
- OPHULS William, *Ecology and the politics of scarcity: prologue to a political theory of the steady state*, San Francisco, W.H. Freeman, 1977.
- ÖSTERBLOM Henrik, MERRIE Andrew, METIAN Marc, BOONSTRA Wiebren J., BLECKNER Thorsten, WATSON James R., RYKACZEWSKI Ryan R., OTA Yoshitaka, SARMIENTO Jorge L., CHRISTENSEN Villy et OTHERS, « Modeling Social—Ecological Scenarios in Marine Systems », *BioScience*, 2013, vol. 63, n° 9, p. 735–744.
- PACHAURI Rajendra K. et REISINGER Andy, *Climate change 2007 synthesis report: Summary for policymakers*, Geneva, IPCC, 2007.
- PAHLOW Markus et RIEBESELL Ulf, « Temporal trends in deep ocean Redfield ratios », *Science*, 2000, vol. 287, n° 5454, p. 831–833.
- PALSSON Gisli, SZERSZYNSKI Bronislaw, SÖRLIN Sverker, MARKS John, AVRIL Bernard, CRUMLEY Carole, HACKMANN Heide, HOLM Poul, INGRAM John, KIRMAN Alan et OTHERS, « Reconceptualizing the 'Anthropos' in the Anthropocene: Integrating the social sciences and humanities in global environmental change research »,

Environmental Science & Policy, 2013, vol. 28, p. 3–13.

PASCAL Michel, LORVELEC Olivier et VIGNE Jean-Denis, *Invasions biologiques et extinctions : 11 000 Ans d'histoire des vertébrés en France*, Versailles, Quæ, 2006.

PATOCKA Ján, *Essais hérétiques : sur la philosophie de l'Histoire*, traduit par Érika Abrams, Lagrasse, Verdier, 2007 [1990].

PEDECH Paul, *La géographie des Grecs*, Paris, PUF, 1976.

PLATON, « Le Critias » dans *Platon : Œuvres complètes, tome 2*, Paris, Gallimard (coll. « Bibliothèque de la Pléiade »), 1950.

PLATTNER G.-K., KNUTTI R., JOOS F., STOCKER T. F., VON BLOH W., BROVKIN Victor, CAMERON D., DRIESSCHAERT Emmanuelle, DUTKIEWICZ S., EBY M. et OTHERS, « Long-term climate commitments projected with climate-carbon cycle models », *Journal of Climate*, 2008, vol. 21, n° 12, p. 2721–2751.

PLINIUS SECUNDUS Caius, *Histoire naturelle*, traduit par Stéphane Schmitt, Paris, Gallimard (coll. « Bibliothèque de la Pléiade »), 2013.

PLUMWOOD Val, *Environmental Culture: The Ecological Crisis of Reason*, Londres, Routledge, 2001.

POMERANZ Kenneth, *La force de l'empire révolution industrielle et écologie, ou pourquoi l'Angleterre a fait mieux que la Chine*, traduit par Philippe Minard, Vincent Bourdeau, François Jarrige et Julien Vincent, Alfortville (Val-de-Marne), Ère, 2009.

PONISIO Lauren C., M'GONIGLE Leithen K., MACE Kevi C., PALOMINO Jenny, VALPINE Perry DE et KREMEN Claire, « Diversification practices reduce organic to conventional yield gap », *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2015, vol. 282, n° 1799.

PORTMANN Adolf, *Neue Wege der Biologie*, München, R. Piper (coll. « Sammlung Piper »), 1961.

REID W. V., CHEN D., GOLDFARB L., HACKMANN H., LEE Y. T., MOKHELE K., OSTROM E., RAIVIO K., ROCKSTRÖM J., SCHELLNHUBER H. J. et OTHERS, « Earth system science for global sustainability: grand challenges », *Science*, 2010, vol. 330, n° 6006, p. 916–917.

RENEVIER Eugène, *Tableau des terrains sédimentaires formés pendant les époques de la phase organique du globe terrestre*, Lausanne, Libr. Rouge & Dubois, 1874.

REVELLE Roger et SUESS Hans, « Carbon Dioxide Exchange Between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades », *Tellus*, 1957, vol. 9, n° 1, p. 18-27.

RICHTER Daniel DEB., « Humanity's Transformation of Earth's Soil: Pedology's New Frontier », *Soil Science*, 2007, vol. 172, n° 12, p. 957-967.

Bibliographie

- RICŒUR Paul, *Temps et récit, tome 1*, Paris, Seuil, 2006 [1983].
- ROBIN Marie-Monique, *Les moissons du futur: comment l'agroécologie peut nourrir le monde*, Paris, la Découverte, 2012.
- ROCARD Michel, BOURG Dominique et AUGAGNEUR Floran, « Le genre humain, menacé », *Le Monde*, 2 avr. 2011 p.
- ROCKSTRÖM Johan, « Bounding the Planetary Future: Why We Need a Great Transition », *Great Transition Initiative*, 2015.
- ROCKSTRÖM Johan, STEFFEN Will, NOONE Kevin, PERSSON Åsa, CHAPIN F. Stuart III, LAMBIN Eric, LENTON Timothy M., SCHEFFER Marten, FOLKE Carl, SCHELLNHUBER Hans Joachim, NYKVIST Björn, WIT Cynthia A. DE, HUGHES Terry, LEEUW Sander VAN DER, RODHE Henning, SÖRLIN Sverker, SNYDER Peter K., COSTANZA Robert, SVEDIN Uno, FALKENMARK Malin, KARLBERG Louise, CORELL Robert W., FABRY Victoria J., HANSEN James, WALKER Brian, LIVERMAN Diana, RICHARDSON Katherine, CRUTZEN Paul J. et FOLEY Jonathan, « Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity », *Ecology and Society*, 2009, vol. 14, n° 2, p. 32.
- ROELVINK Gerda, « Rethinking Species-Being in the Anthropocene », *Rethinking Marxism*, 2013, vol. 25, n° 1, p. 52-69.
- ROSE Deborah Bird, DOOREN Thom VAN, CHRULEW Matthew, COOKE Stuart, KEARNES Matthew et O'GORMAN Emily, « Thinking through the environment, unsettling the humanities », *Environmental Humanities*, 2012, vol. 1, n° 1, p. 1-5.
- RUDD Murray A., « Scientists' Opinions on the Global Status and Management of Biological Diversity », *Conservation Biology*, 2011, vol. 25, n° 6.
- RUDDIMAN William F., « The Anthropocene », *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 30 mai 2013, vol. 41, n° 1, p. 45-68.
- RUDDIMAN William F., « The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago », *Climatic change*, 2003, vol. 61, n° 3, p. 261-293.
- RUSSILL Chris, « Climate change tipping points: origins, precursors, and debates », *WIREs Clim Change Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2015, vol. 6, n° 4, p. 427-434.
- RUST Eric Charles, *The Christian understanding of history*, Londres, Lutterworth Press, 1947.
- RYLE Gilbert, *The Concept of Mind*, Chicago, University of Chicago Press, 2000 [1949].
- SAGAN Carl, *Pale blue dot: a vision of the human future in space*, New York, Random House, 1994.
- SAMSON Paul R. et PITT David (éds.), *The biosphere and noosphere reader: global environment, society, and change*, Londres, Routledge, 1999.

- SAMWAYS Michael J., « Translocating fauna to foreign lands; here comes the Homogenocene », *Journal of insect conservation*, 1999, vol. 3, n° 2, p. 65-66.
- SANDERS Robert, *Was first nuclear test the start of new human-dominated epoch, the Anthropocene?*, <http://newscenter.berkeley.edu/2015/01/16/was-first-nuclear-test-dawn-of-new-human-dominated-epoch-the-anthropocene/>, consulté le 9 février 2015.
- SATTERTHWAITE David, « The implications of population growth and urbanization for climate change », *Environment and Urbanization*, 2009, vol. 21, n° 2, p. 545-567.
- SCHÄFER Lothar, *Das Bacon-Projekt: von der Erkenntnis, Nutzung und Schonung der Natur*, Francfort-sur-le-Main, Suhrkamp, 1993.
- SHELLENBERGER Michael et NORDHAUS Ted, *Breakthrough: From the death of environmentalism to the politics of possibility*, New York, Houghton Mifflin, 2007.
- SHELLNHUBER Hans-Joachim, « 'Earth system' analysis and the second Copernican revolution », *Nature*, 1999, vol. 402, p. C19-C23.
- SCHLEIERMACHER Friedrich Ernst Daniel, *Herméneutique*, traduit par Marianna Simon, Genève, Labor et Fides (coll. « Lieux théologiques »), 1987 [1959].
- SCHMITT Carl, *Le nomos de la terre dans le droit des gens du Jus publicum europaeum*, traduit par Lilyane Deroche-Gurcel, Paris, PUF, 2001.
- SCHRAG Daniel P., « Geobiology of the Anthropocene » dans Andrew H. Knoll, Donald E. Canfield et Kurt Konhauser (éds.), *Fundamentals of geobiology*, Oxford, Wiley-Blackwell, 2012.
- SEMAL Luc, *Militer à l'ombre des catastrophes. Contribution à une théorie politique environnementale au prisme des mobilisations de la décroissance et de la transition*, Thèse de doctorat en science politique, Lille-II, Lille, 2012.
- SERVIGNE Pablo et STEVENS Raphaël, *Comment tout peut s'effondrer : petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*, Paris, Seuil, 2015.
- SIIPPI Helena, « Dimensions of naturalness », *Ethics & the Environment*, 2008, vol. 13, n° 1, p. 71-103.
- SLOTERDIJK Peter, *Écumes: Sphères III*, traduit par Olivier Mannoni, Paris, Fayard/Pluriel, 2013 [2003].
- SMAIL Daniel Lord, *On Deep History and the Brain*, Berkeley, University of California Press, 2007.
- SMIL Vaclav, « Harvesting the biosphere: the human impact », *Population and development review*, 2011, p. 613-636.
- SMIL Vaclav, *Energy in nature and society: general energetics of complex systems*, Cambridge, MIT press, 2008.
- SMIL Vaclav, *Enriching the earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the transformation of world*

Bibliographie

food production, Cambridge, Mass., MIT Press, 2001.

SNOW Charles Percy, *Les deux cultures, suivies de Supplément aux deux cultures*, traduit par Claude Noël, Paris, J.J. Pauvert (coll. « Libertés nouvelles »), 1968 [1959].

SNOWBALL Ian, HOUNSLOW Mark W. et NILSSON Andreas, « Geomagnetic and mineral magnetic characterization of the Anthropocene » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 119–141.

SOULE Michael E., « The Onslaught of Alien Species, and Other Challenges in the Coming Decades », *Conservation biology*, 1990, vol. 4, n° 3, p. 233–240.

SPENGLER III Robert N., « Niche Dwelling vs. Niche Construction: Landscape Modification in the Bronze and Iron Ages of Central Asia », *Human Ecology*, 2014, vol. 42, n° 6, p. 813–821.

SPENGLER Oswald, *Le déclin de l'Occident: esquisse d'une morphologie de l'histoire universelle*, Paris, Gallimard, 1948 [1918–1922].

STEFFEN Will, CRUTZEN Paul J. et MCNEILL John R., « The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? », *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 2007, vol. 36, n° 8, p. 614–621.

STEFFEN Will, GRINEVALD Jacques, CRUTZEN Paul J. et MCNEILL John R., « The Anthropocene: conceptual and historical perspectives », *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2011, vol. 369, n° 1938, p. 842–867.

STEFFEN Will, JÄGER Jill, CARSON David et BRADSHAW Clare (éds.), « The Amsterdam declaration on global change » dans Will Steffen, Jill Jäger, David Carson et Clare Bradshaw (éds.), *Challenges of a Changing Earth: Proceedings of the Global Change Open Science Conference, Amsterdam, The Netherlands, 10-13 July 2001*, Berlin, Springer, 2002, p. 207–208.

STEFFEN Will, JÄGER Jill, CARSON David et BRADSHAW Clare (éds.), *Challenges of a Changing Earth: Proceedings of the Global Change Open Science Conference, Amsterdam, The Netherlands, 10-13 July 2001*, Berlin, Heidelberg, Springer Science & Business Media, 2002.

STEFFEN Will, PERSSON Åsa, DEUTSCH Lisa, ZALASIEWICZ Jan, WILLIAMS Mark, RICHARDSON Katherine, CRUMLEY Carole, CRUTZEN Paul, FOLKE Carl et GORDON Line, « The Anthropocene: From global change to planetary stewardship », *Ambio*, 2011, vol. 40, n° 7, p. 739–761.

STEFFEN Will, RICHARDSON K, ROCKSTROM J, CORNELL S. E, FETZER I, BENNETT E. M, BIGGS R, CARPENTER S. R, VRIES W DE, WIT C. A DE, FOLKE C, GERTEN D, HEINKE J, MACE G. M, PERSSON L. M, RAMANATHAN V, REYERS B et SORLIN S, « Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet », *Science*, 2015,

vol. 347, n° 6223.

- STEFFEN Will, SANDERSON A, TYSON P D, JÄGER J, MATSON Pamela A, MOORE III, OLDFIELD F, RICHARDSON K, SCHELLNHUBER Hans Joachim, TURNER II et WASSON R J, *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure*, Heidelberg, Springer, 2005.
- STOPPANI Antonio, *Corso di geologia: Vol. 2 : Geologia stratigrafica.*, Milan, G. Bernardoni e G. Brigola, 1873, vol.2.
- SUESS Eduard, *La face de la terre (Das Antlitz der Erde)*, traduit par Emmanuel de Margerie, Paris, Colin, 1912 [1909].
- SUESS Eduard, *Die Entstehung der Alpen*, Vienne, W. Braumüller, 1875.
- SWINDLES Graeme T., WATSON Elizabeth, TURNER T. Edward, GALLOWAY Jennifer M., HADLARI Thomas, WHEELER Jane et BACON Karen L., « Spheroidal carbonaceous particles are a defining stratigraphic marker for the Anthropocene », *Scientific Reports*, 28 mai 2015, vol. 5, p. 10264.
- SWYNGEDOUW Erik, « Depoliticized environments: the end of nature, climate change and the post-political condition », *Royal Institute of Philosophy Supplement*, 2011, vol. 69, p. 253–274.
- SYLVAN (ROUTLEY) Richard, « Is there a need for a new, an environmental, ethic? » dans *Philosophy and Science: Morality and Culture: Technology and Man, Proceedings of the XV World Congress of Philosophy*, Varna, Sophia Press, 1973, vol.1, p. 205–210.
- TAINTER Joseph A., *The collapse of complex societies*, Cambridge, Cambridge University Press (coll. « New studies in archaeology »), 2011 [1988].
- TASSIN Jacques et A. KULL Christian, « Pour une autre représentation métaphorique des invasions biologiques », *Natures Sciences Sociétés*, octobre 2012, vol. 20, n° 4, p. 404-414.
- TEILHARD DE CHARDIN Pierre, *Le phénomène humain*, Paris, Seuil, 2007 [1955].
- THE ROYAL SOCIETY, *Geoengineering the climate science, governance and uncertainty*, Londres, Royal Society, 2009.
- THIERY Olivier et HOUDART Sophie (éds.), *Humains, non humains: comment repeupler les sciences sociales*, Paris, La Découverte, 2011.
- THOMPSON Richard C., MOORE Charles J., VOM SAAL Frederick S. et SWAN Shanna H., « Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends », *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009, vol. 364, n° 1526, p. 2153–2166.
- TILDEN Freeman, *Interpreting our heritage*, 3rd ed, Chapel Hill, The Univ. of North Carolina Press, 1977 [1957].

Bibliographie

- TOWNSEND Alan R., HOWARTH Robert W., BAZZAZ Fakhri A., BOOTH Mary S., CLEVELAND Cory C., COLLINGE Sharon K., DOBSON Andrew P., EPSTEIN Paul R., HOLLAND Elisabeth A., KEENEY Dennis R., MALLIN Michael A., ROGERS Christine A., WAYNE Peter et WOLFE Amir H., « Human health effects of a changing global nitrogen cycle », *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1 juin 2003, vol. 1, n° 5, p. 240-246.
- TRACHTENBERG Zev, « Anticipating the Anthropocene », *Earth's Future*, septembre 2015, vol. 3, n° 9, p. 313-316.
- TYRRELL Toby, *On Gaia: a critical investigation of the relationship between life and Earth*, Princeton, Princeton University Press, 2013.
- TYRRELL Toby, « Anthropogenic modification of the oceans », *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2011, vol. 369, n° 1938, p. 887-908.
- UEXKÜLL Jakob von, *Milieu animal et milieu humain*, traduit par Charles Martin-Freville, Paris, Rivages, 2010 [1934].
- UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS et POPULATION DIVISION, *World population prospects: the 2015 revision*, New York, United Nations, 2015.
- US CENSUS BUREAU Demographic Internet Staff, *World Population: Historical Estimate of World population*, http://www.census.gov/population/international/data/worldpop/table_history.php, consulté le 5 juin 2015.
- VERNADSKY Vladimir I., « The biosphere and the noösphere », *American Scientist*, 1945, p. xxii-12.
- VERNADSKY Vladimir I., *La biosphère*, Paris, Félix Alcan (coll. « Nouvelle collection scientifique »), 1929 [1926].
- VERNADSKY Vladimir I., *La géochimie*, Paris, Félix Alcan (coll. « Nouvelle collection scientifique »), 1924.
- VEYNE Paul, *Comment on écrit l'histoire*, Nouv. éd., Paris, Seuil (coll. « Points Histoire »), 1996 [1971].
- VIGNE Jean-Denis, *Les débuts de l'élevage : Les origines de la culture*, Paris, Le Pommier, 2004.
- VIGNE Jean-Denis, « Domestication ou appropriation pour la chasse: histoire d'un choix socio-culturel depuis le Néolithique. L'exemple des cerfs (*Cervus*) » dans Jean Desse et Frédérique Audoin-Rouzeau (éds.), *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps: actes des rencontres 15-16-17 octobre 1992*, Juan-les-Pins, APDCA, 1993, p. 201-220.

- VIOLLET-LE-DUC Eugène Emmanuel, *Le massif du Mont Blanc: étude sur sa constitution géodésique et géologique sur ses transformations et sur l'état ancien et moderne de ses glaciers*, Paris, Libr. polytechnique J. Baudry, 1876.
- VITOUSEK Peter M., « Beyond Global Warming: Ecology and Global Change », *Ecology*, 1994, vol. 75, n° 7, p. 1861-1876.
- VITOUSEK Peter M., ABER John D., HOWARTH Robert W., LIKENS Gene E., MATSON Pamela A., SCHINDLER David W., SCHLESINGER William H. et TILMAN David G., « Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences », *Ecological applications*, 1997, vol. 7, n° 3, p. 737-750.
- VITOUSEK Peter M., D'ANTONIO Carla M., LOOPE Lloyd L., REJMANEK Marcel et WESTBROOKS Randy, « Introduced species: a significant component of human-caused global change », *New Zealand Journal of Ecology*, 1997, vol. 21, n° 1, p. 1-16.
- VITOUSEK Peter M., EHRLICH Paul R., EHRLICH Anne H et MATSON Pamela A., « Human appropriation of the products of photosynthesis », *BioScience*, 1986, vol. 36, n° 6, p. 368-373.
- VITOUSEK Peter M., MOONEY Harold A., LUBCHENCO Jane et MELILLO Jerry M., « Human domination of Earth's ecosystems », *Science*, 1997, vol. 277, n° 5325, p. 494-499.
- VOOSEN Paul, « Anthropocene pinned to postwar period », *Science*, 26 août 2016, vol. 353, n° 6302, p. 852-853.
- VRIES Bert DE et GOUDSBLOM Johan (éds.), *Mappae Mundi: Humans and Their Habitats in a Long-Term Socio-Ecological Perspective. Myths, Maps and Models*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2002.
- VUURE Cis VAN, *Retracing the aurochs history, morphology and ecology of an extinct wild ox*, traduit par K.H.M. van den Berg, Sofia, Pensoft, 2005.
- WALKER Mike, GIBBARD Phil et LOWE John, « Comment on "When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary is stratigraphically optimal" by Jan Zalasiewicz et al. (2015), *Quaternary International*, 383, 196-203 », *Quaternary International*, octobre 2015, vol. 383, p. 204-207.
- WALLERSTEIN Immanuel Maurice, *The modern world-system*, New York, Academic Press, 1974.
- WARD Bess, « The Global Nitrogen Cycle » dans Andrew H. Knoll, Donald E. Canfield et Kurt Konhauser (éds.), *Fundamentals of geobiology*, Oxford, Wiley-Blackwell, 2012, p. 36-48.
- WATERS C. N., ZALASIEWICZ J. A., WILLIAMS Mark, ELLIS Michael A. et SNELLING A. M. (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014.
- WEART Spencer R., *The discovery of global warming*, Cambridge, Mass., Harvard University

Bibliographie

- Press, 2003.
- WEINBERG Steven, *Les trois premières minutes de l'univers*, Nouvelle éd., Paris, Seuil, 1988 [1977].
- WEISMAN Alan, *Homo disparitus*, traduit par Christophe Rosson, Paris, Flammarion, 2007 [2007].
- WESTBROEK Peter, « Système Terre » dans Dominique Bourg et Alain Papaux (éds.), *Dictionnaire de la Pensée Ecologique*, Paris, PUF (coll. « Quadrige »), 2015, p. 957-962.
- WHITE JR Lynn, « The Historical Roots of Our Ecologic Crisis », *Science*, 1967, vol. 155, n° 3767, p. 1203–1207.
- WILLIAMS Alex et SRNICEK Nick, « #ACCELERATE MANIFESTO for an Accelerationist Politics », *Critical Legal Thinking*, 14 mai 2013, vol. 14.
- WINKELMANN Ricarda, LEVERMANN Anders, RIDGWELL Andy et CALDEIRA Ken, « Combustion of available fossil fuel resources sufficient to eliminate the Antarctic Ice Sheet », *Science Advances*, 2015, vol. 1, n° 8, p. e1500589.
- WOLFE Alexander P., HOBBS William O., BIRKS Hilary H., BRINER Jason P., HOLMGREN Sofia U., INGOLFSSON Ólafur, KAUSHAL Sujay S., MILLER Gifford H., PAGANI Mark, SAROS Jasmine E. et OTHERS, « Stratigraphic expressions of the Holocene–Anthropocene transition revealed in sediments from remote lakes », *Earth-Science Reviews*, 2013, vol. 116, p. 17–34.
- WOLFF Eric W., « Ice sheets and the Anthropocene » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 255–263.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, *Our common future*, Oxford, Oxford University Press, 1987.
- WUERTHNER George, CRIST Eileen et BUTLER Tom, *Keeping the wild: against the domestication of earth*, Washington, D.C., Island Press, 2014.
- WWF, *Rapport Planète Vivante Océans*, Gland, Suisse, 2015.
- WYCK Peter C. Van, *Primitives in the Wilderness: Deep Ecology and the Missing Human Subject*, Albany, NY, State University of New York Press, 1997.
- ZALASIEWICZ Jan A., KRYZA Ryszard et WILLIAMS Mark, « The mineral signature of the Anthropocene in its deep-time context » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 109–117.
- ZALASIEWICZ Jan A., WILLIAMS Mark et WATERS Colin N., « Can an Anthropocene Series

be defined and recognized? » dans C. N. Waters, J. A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis et A. M. Snelling (éds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene*, Londres, The Geological Society, Special Publication, 395, 2014, p. 39–53.

ZALASIEWICZ Jan, WATERS Colin N., WILLIAMS Mark, BARNOSKY Anthony D., CEARRETA Alejandro, CRUTZEN Paul, ELLIS Erle, ELLIS Michael A., FAIRCHILD Ian J., GRINEVALD Jacques, HAFF Peter K., HAJDAS Irka, LEINFELDER Reinhold, MCNEILL John, ODADA Eric O., POIRIER Clément, RICHTER Daniel, STEFFEN Will, SUMMERHAYES Colin, SYVITSKI James P. M., VIDAS Davor, WAGREICH Michael, WING Scott L., WOLFE Alexander P., AN Zhisheng et ORESKES Naomi, « When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal », *Quaternary International*, 2014.

ZALASIEWICZ Jan, WILLIAMS Mark, FORTEY Richard, SMITH Alan, BARRY Tiffany L., COE Angela L., BOWN Paul R., RAWSON Peter F., GALE Andrew, GIBBARD Philip et OTHERS, « Stratigraphy of the Anthropocene », *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2011, vol. 369, n° 1938, p. 1036–1055.

ZALASIEWICZ Jan, WILLIAMS Mark, SMITH Alan, BARRY Tiffany L, COE Angela L, BOWN Paul R, BRENCHLEY Patrick, CANTRILL David, GALE Andrew, GIBBARD Philip, GREGORY F John, HOUNSLOW Mark W, KERR Andrew C, PEARSON Paul, KNOX Robert, POWELL John, WATERS Colin, MARSHALL John, OATES Michael, RAWSON Peter et STONE Philip, « Are we now living in the Anthropocene? », *GSA Today*, 2008, vol. 18, n° 2, p. 4.

ZIMMER Carl, « Bringing Them Back to Life », *National Geographic*, 2013, n° 233, p. 33-36.

« The World Factbook 2013-14 », *Central Intelligence Agency*, 2013.

La Bible: Ancien et nouveau testament : traduite de l'hébreu et du grec en français courant., Pierrefitte, Société biblique française, 1982.

Apollo 8 Onboard Voice Transcription, Houston, Manned Spacecraft Center, 1969.

Whole Earth Catalog: access to tools, San Rafael, CA, Point Foundation, 1968.

NOAA, Climate at a Glance: global temperature trend compared to 20th century average., Asheville, National Centers for Environmental Information.

Portail des Humanités environnementales, <http://humanitesenvironnementales.fr/>, consulté le 27 mars 2015.

