

La « biosphère » et son monde

Écorce vivante et cosmique, ou bulle théologique et mécaniciste ?

Bertrand Guest

À mon ami Fabien Colombo, avec ma profonde gratitude pour nos échanges.

Partout où quelque chose vit, il y a, ouvert quelque part, un registre où le temps s'inscrit.

Bergson, *L'Évolution créatrice*, p. 16

De formulation moderne (entre 1875 et 1926 pour son explicitation *stricto sensu*), le concept de biosphère est au cœur d'une série de formulations par lesquelles se dit l'interaction et l'interdépendance — *entanglement* — entre les dimensions vivante, organique, biologique (*bios*), minérale, rocheuse (*litho*-sphère), gazeuse (*atmo*-sphère) et aquatique (*hydro*-sphère) qui tissent la surface habitable de la planète Terre. D'usage encore fréquent même si elle se transforme, par exemple en « écosphère¹ » (Cole, 83-92), cette notion voisine avec d'autres conceptualisations holistiques de la Terre telles que le *cosmos* (grec puis humboldtien), la *Gaïa* de Lynn Margulis et James Lovelock à Bruno Latour, ou plus récemment, cette *Terraforma* en tant que « forme de la Terre qui se forme elle-même » (Latour, préface Aït-Touati *et al.*, np), une Terre *incognita* que les vivants terraforment et recomposent sans cesse, et que la cartographie innovante de Frédérique Aït-Touati, Alexandra Arènes et Axelle Grégoire retourne aujourd'hui comme un gant, pour en manifester les aspects inaperçus, restant à observer et décrire.

La Terre est une peau. Nous en avons dessiné les points, les traces, les trous, les cicatrices, les excavations, les fissures, les engelures ou les coups de soleil. La Terre est liquide : instable, fluctuante et protéiforme, comme le vivant qui la constitue. Les vivants laissent des traces, des signes, construisent le territoire en le parcourant et en l'habituant. Ces traces demandent à être décryptées, retraduites et racontées, comme les territoires qu'elles dessinent. Elles invitent ce faisant à rediriger nos compétences interprétatives vers le sol, à réapprendre à voir à travers de nouvelles images, d'autres artefacts. Voir la Terre comme une planète à explorer, c'est renouer avec l'émerveillement des Grandes Découvertes, car ce monde sans cesse terraformé par les vivants demeure en grande partie inconnu. C'est un monde d'êtres stupéfiants, d'assemblages surprenants, d'alliances nouvelles. (Aït-Touati *et al.*, 184)

On reconnaît dans ces « alliances nouvelles », déjà suggérées par Ilya Prigogine et Isabelle Stengers², l'un des jalons les plus importants de l'histoire des idées récente quant aux conceptualisations de la nature. Des alliances préférablement tournées vers « les vivants », puisque ce sont eux, ici, qui « laissent des traces » et « construisent le territoire ». Or cette même

¹ Concept que L. C. Cole définit en 1953 comme « le système où se déploient les phénomènes biologiques, système composé de la Terre (lithosphère, hydrosphère, atmosphère), des organismes vivants (biosphère *sensu stricto*) et du Soleil, source d'énergie nécessaire à la vie (photosphère) » (Barbault, 18-19).

² Ilya Prigogine et Isabelle Stengers, *La nouvelle alliance. Métamorphose de la science*, Paris, Gallimard, 1979.

année 2023, Jérôme Gaillardet, en proposant le concept de *zone critique*, attire notre attention sur le fait que ce n'est pas le seul vivant, ou biote, qui détermine l'habitabilité de la Terre, mais bien son interaction avec les autres sphères. C'est ainsi qu'il entend « faire varier la focale, ne pas [s]e fixer sur les vivants, mais sur le tout qui les associe aux non-vivants, faire parler l'argile, le calcaire, autant que la bactérie et le chêne. Ce décentrement est aussi un voyage dans le temps, ou plus exactement dans les temps, car s'il y a bien un temps linéaire, les temps s'emboîtent, inégaux et imparfaits, sortes de turbulences du temps qui s'écoule » (11-12).

Reterrestrant à sa façon le propos, il attire notre attention sur le temps incommensurablement long des sédiments et des montagnes, qui configure, bien qu'encore largement à notre insu, la possibilité même qu'il y ait de la vie. C'est ainsi qu'il critique une mécompréhension de « biosphère » qui ferait des vivants une couche prépondérante ou à part, posée *sur* la planète, alors qu'il s'agit de comprendre que tout n'est qu'interaction, y compris avec la matière inerte. Si l'on considère que la masse du biote (le fameux vivant) est 2500 fois inférieure à celle de la seule atmosphère, et près d'un million de fois inférieure à celle de l'hydrosphère, on comprend mieux que dans le temps long géologique, nous sommes faits de terre, d'air et d'eau, littéralement mêlés à la chimie d'un monde où la vie n'est jamais détachable d'un « cadre » tout sauf accessoire.

Même sous d'autres noms, les reformulations actuelles de l'idée de biosphère sont, on le voit, nombreuses. Elles irriguent les littératures savantes depuis le XIX^{ème} siècle. Il s'agit ici de contextualiser leur émergence pour mesurer ce qu'elle a fait historiquement à l'idée de nature. C'est-à-dire ce qu'elle a véhiculé et véhiculé encore dans la manière de la penser et d'y penser la place de l'humain, sous le sceau d'une globalité et d'un enveloppement, de l'interaction et de l'encapsulation. Au cœur d'une méconnue « révolution vernadskienne » (Aksenov dir., 195-208) des sciences, la biosphère mena aux Sciences de la Vie et de la Terre, c'est-à-dire à l'échelle terrestre de la recherche en écologie. C'est aussi en son nom que s'instaura une certaine gouvernance planétaire en matière de conservation des milieux, déclinée en usages locaux, notamment depuis que l'UNESCO a créé, un an avant le rapport Meadows sur les limites de la croissance, en 1971, les « réserves de biosphère », des territoires protégés par un label « Man And Biosphere » (MAB), visant une conservation de la nature qui intègre les habitats humains, dans l'optique du « développement durable ». Ces réserves forment un réseau mondial connecté, piloté par des savants et des ONG environnementales, du Xishuangbanna à la mer d'Iroise, traduisant une connaissance du tout au travers de la diversité de ses singularités locales.

Bien des suspicions sont aujourd'hui formulées, dans le sillage de la pensée latourienne, contre le globe ou la mappemonde, les conceptualisations « ensemblistes » de la Terre en tant que tout. Sont pointés, sans doute en partie à bon droit, les risques jugés inhérents à la totalisation épistémologique, potentiellement impérialiste, à rebours de laquelle il conviendrait de congédier le régime représentatif des sphères pour lui préférer celui des réseaux et des tuyaux qui nous traversent *hic et nunc*. Mais l'image de la planète bleue (les photographies *Blue Marble* d'Apollo 17 en 1972, et dès 1968, *Earth Rise* par Apollo 8) fut-elle seulement porteuse d'écrasement des différences ou de standardisation insipide ? Penser à l'échelle terrestre n'a-t-il servi qu'une vision *globish* et hors-sol du monde, en tant que bille abstraite ?

De Humboldt à Thoreau et Reclus, ce fut tout l'enjeu du cosmicisme d'avoir tenté le contraire, c'est-à-dire une description à *plusieurs* échelles, où imaginer à l'échelle du globe n'a

de sens qu'en observant la singularité irréductible de *tel* écosystème ou *tel* individu, mais où réciproquement l'analyse des détails n'empêche pas la synthèse, n'enferme pas dans un renoncement à tenter d'esquisser la totalité englobante³. Surtout, ce courant d'idées, en laïcisant la notion de cosmos, a tenté de penser la globalité dans un cadre possibiliste et non finaliste, insistant sur le temps comme ouverture des potentialités, hors de tout déterminisme. Effort pour se hisser à l'échelle globale de la pensée du vivant et de son organisation terrestre, l'idée de biosphère en est une formulation alternative, qui comporte il est vrai ses ambiguïtés, à l'ombre de la sphéricité et de son double aspect : si d'un côté la cosmicisation du monde reflète sa diversité pluriscalaire et l'irréductibilité de ses lieux singuliers, de l'autre, une forme de globalisation cosmétique menace, moniste, qui peut réduire la Terre à un objet mathématique, mécanique, téléologique voire théologique. Ce sont ces tensions que cet essai ambitionne d'explorer, quoique de façon non-exhaustive, en suivant le fil chronologique de quelques occurrences savantes de l'idée biosphérique du XIX^{ème} siècle à aujourd'hui.

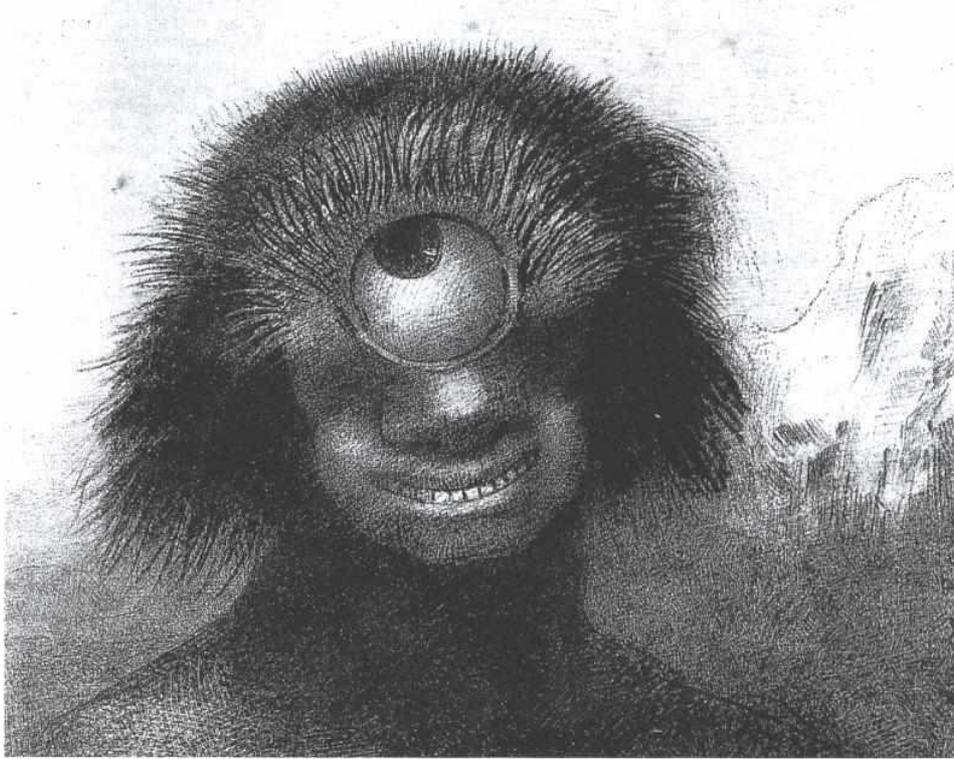
Écorce agissante au long cours, l'espace-temps fait croûte terrestre

La biosphère est une enveloppe, un film ou une membrane, couche qui n'est pas tout à fait la plus superficielle de la planète Terre, mais plutôt celle qui chevauche les autres couches et dont la caractéristique est de n'être pas étanche ou exclusive des autres. C'est cette couche qui emprunte un peu à plusieurs autres, dont la substance est *à la fois* air, eau et roche, dont l'épaisseur est constituée des êtres vivants et de leurs milieux, qui s'entre- façonnent. Elle est l'épaisseur variable de cette écorce où la vie s'est installée, transformant l'énergie solaire pour configurer les milieux comme habitables « dans des limites bien précises : jusqu'à quinze kilomètres dans l'atmosphère, près de onze kilomètres dans les fonds marins, et seulement quelques dizaines de mètres dans le sol » (Lamy, 12). Une épaisseur en fait très mince de la « zone critique », qui peut être dramatisée comme un équilibre précaire d'autant plus mis en danger par les diverses perturbations anthropiques que bien des hommes n'ont pas conscience de la bulle qui les abrite. C'est ce que rappelle, au sujet de Gaïa, Bruno Latour dans *Où suis-je ?* : « les terrestres peuvent se déplacer, mais seulement aussi loin que la nappe, le biofilm, le courant, le flux, la marée montante des vivants nommés Terre ou Gaïa a réussi à créer pour les suivants des conditions d'habitabilité quelque peu durables. Pas un mètre plus loin que cet estran. » (40).

Cet agencement biosphérique de film vital implique une organisation spatiale, latitudinale et longitudinale, des grands biomes distincts sur Terre, selon laquelle les formes vivantes sont extrêmement variées à l'Équateur, alors que seules les espèces adaptées aux conditions extrêmes des pôles peuvent y vivre ; une organisation fonctionnelle, c'est-à-dire une structure de la biosphère sous la forme des cycles biogéochimiques (de l'eau, du carbone, de l'azote...), mais aussi de chaînes trophiques, le long desquelles carnivores, herbivores et décomposeurs, mais surtout le végétal autotrophe et sa capacité à la photosynthèse,

³ Sur ce cosmicisme essayiste, que l'on veuille bien nous permettre de renvoyer à nos propres travaux, et notamment : Bertrand Guest, *Révolutions dans le cosmos. Essais de libération géographique : Humboldt, Thoreau, Reclus*, Paris, Classiques Garnier, 2017.

transforment la matière organique en recourant à l'énergie solaire, recyclant incessamment l'air comme la croûte terrestre.



Odilon Redon, « Le polype difforme flottait sur les rivages, sorte de cyclope souriant et hideux », planche III, portfolio *Les origines*, 1883.

Cet agencement biosphérique implique aussi une histoire du temps très long, de l'adaptation des formes de vie sur Terre et de leur complexification grandissante, dans le cadre évolutionniste qui émerge au XIX^{ème} siècle. Sans plus se satisfaire des grands récits théologiques, des esprits scientifiques comme artistiques se mettent alors en quête de l'origine de la vie, optant pour la génération spontanée – « idée de socialiste » pour le *Dictionnaire des idées reçues* – ou la panspermie (ensemencement terrestre par des germes spatiaux), la mare chaude darwinienne ou les « monères » de Haeckel, « bizarre protoplasme » pour Huysmans (qui commente Odilon Redon), « formes rudimentaires et presque indécises » qui sont pour Flammarion « les premiers pas hésitants de la vie qui vient de naître⁴ » (133). Ces idées font controverse avant que l'hypothèse Oparine-Haldane de 1924 ne situe l'origine de la vie dans des lagunes où les substances chimiques en solution formaient une « soupe chaude » propice à l'apparition de cellules assimilables à des protobactéries. L'histoire de la Terre en tant que planète abritant la vie fait succéder aux organismes procaryotes (aux cellules sans noyau, pour qui l'oxygène était toxique), les eucaryotes (cellules avec noyau), des organismes plus complexes capables de vivre avec l'oxygène et la photosynthèse.

⁴ L'historien de l'art Arnauld Pierre (340) précise que cet ouvrage est l'adaptation française de celui de W. F. A. Zimmermann, *Die Wunder der Umwelt*.

Étayée par Vernadsky dans le sillage de cet évolutionnisme au long cours, dans les années 1920, la biosphère situe la question écologique dans un *espace-temps* global, au moment même où la révolution quantique et celle de la relativité générale bouleversent la conception de la nature spatio-temporelle plastique dont se tisse l'univers. C'est aussi le moment du modernisme, du *stream of consciousness* et de la « durée » bergsonienne ou proustienne. Karen Barad propose à ce sujet la formulation ô combien stimulante, métamorphique et troublante, de *spacetime mattering* (94). Bouleversant toute conception simpliste du tout par son insistance sur la mutabilité et la plasticité cyclique de la vie terrestre, la biosphère est par définition interdisciplinaire, et d'emblée politisante, à un niveau géopolitique, comme l'explique le philosophe Jacques Grinevald, qui étudie l'histoire d'une certaine biosphère, modelée par la globalisation moderne faite de pétrole, d'impact humain sur le climat et d'anthropocène :

Le temps presse pour chacun d'entre nous, parce que nous sommes tous des êtres vivants, c'est-à-dire fragiles et mortels ! Il en va de même de l'habitabilité humaine de la Biosphère, brutalement altérée par l'expansion technologique et démographique d'une seule espèce zoologique singulière, en l'occurrence la nôtre, auto-proclamée *Homo sapiens sapiens*. « Tout ce qui vit est digne de mourir », aimait dire le grand Goethe dont le nom évoque, pour toute la grande tradition naturaliste de Humboldt à Vernadsky, et de Hutton à Lovelock, cette science holistique qui considère la nature comme « le grand Tout animé d'un souffle de vie » [...]. On nous parle beaucoup des impératifs économiques de la mondialisation, mais il est grand temps de réfléchir aux impératifs de la mondialisation écologique, ou si l'on préfère de la nécessité de penser l'écologie à l'échelle planétaire, parce que le monde vivant auquel nous appartenons est un phénomène à l'échelle de la Terre. C'est pour cela que le mot Biosphère a été inventé. (24)

La majuscule ajoutée par Grinevald sert à désigner la biosphère terrestre en particulier, à la façon d'un nom propre. Ce mot est aussi une façon d'indiquer les autres mondialisations possibles : véhiculant l'interdépendance du physique et du biologique, il n'implique pas de finalisme mais des potentialités historiques.

Englobante et scalaire par excellence, la biosphère est aujourd'hui considérée par le consensus scientifique comme le niveau suprême, et le plus stable, d'une concaténation qui englobe les biomes, les milieux, les écosystèmes, les populations, jusqu'à l'organisme, à la cellule et au gène (même si celui-ci n'est pas viable en tant que tel). C'est le niveau où les interactions et rétroactions de tous les autres se combinent, la physionomie de la Terre, un visage d'ensemble où chaque singularité agit potentiellement sur tout le reste, un tableau général des interactions, une synthèse de la complexification évolutive globale par laquelle espèces et individus remodelent en permanence leurs milieux, reformant et déformant le magma de leur propre habitat. En tant que telle, la biosphère n'est pas un simple « contenant » gigantesque, mais bien une forme, une *Gestalt* non réductible à la somme de ses parties. Faut-il dès lors comprendre son émergence dans l'histoire des sciences comme un nouvel organicisme, en plein cœur du positivisme et du mécanicisme ? Comment en est-on venu à signifier sous ce terme le fait qu'à l'échelle planétaire comme de chaque écosystème, la vie donne forme au milieu qu'elle habite et qui lui offre les conditions de son développement ?

Entre travaux empiriques épars et intuition interdisciplinaire parfois mystique, l'émergence du concept jusqu'à Eduard Suess

Esquissé avant la lettre, c'est-à-dire avant que Vernadsky ne lui donne son nom (*Биосфера, biosfera*) en 1926, le concept se prépare dans une longue suite d'écrits savants, de

Lamarck et Lavoisier à Charles Lyell (*Principles of Geology*, 1830-1833, traduits en français dès 1843-1848). On voit attribuer à Bernardin de Saint Pierre une « intuition de la biosphère » (Combres) mais c'est bien plutôt comme une compréhension tâtonnante et collective qu'il faut en voir l'essor. Pour le spécialiste Jacques Grinevald, qui croise histoire des sciences de la Terre et du vivant d'une part, histoire de l'énergie thermo-industrielle, de la géopolitique et de l'armement de l'autre, 1824 sert de jalon et de borne initiale à une nouvelle philosophie naturelle de la révolution thermo-industrielle, avec la parution des « Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires » de Joseph Fourier, qui interviennent dans les études sur la chaleur et le refroidissement terrestres, agitées par la question des causes internes et externes (noyau terrestre parfois nommé barysphère, rayonnement solaire) de la température du globe. Or Fourier y souligne « avec une prescience remarquable, le rôle de l'écran atmosphérique dans le bilan thermique de la Terre » (Grinevald, 47-48), même s'il ne met pas encore au jour l'effet de serre, qui attendra *L'Évolution des Mondes* de Svante Arrhenius (1906).

Du *Discours sur les révolutions du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal* de Cuvier (1825) à la découverte du cycle du carbone par Ebelmen ou à la suggestion par le géomorphologue Stoppani d'une ère *anthropozoïque*⁵, l'idée qu'il puisse y avoir une systématisation à l'échelle du globe entier des recherches biologiques sur les espèces vivantes, au fur et à mesure de leur description, spécimen par spécimen, fait l'objet d'une longue rumination : d'autant plus lente est la progression de l'idée que ces espèces vivantes devraient elles-mêmes être décrites en tant qu'elles interagissent, non seulement entre elles, mais avec la composition atmosphérique, celle des sols et/ou des eaux qu'elles peuplent, tous domaines que les sciences, conformément au modèle positiviste émergent, traitent séparément. Par leur approche *a contrario* transversale, Lamarck puis Humboldt commencent à articuler à l'échelle plus tard qualifiée de biosphérique, les interactions entre hydrologie, minéralogie et répartition des plantes, dont ils systématisent l'étude biogéographique. Leurs approches partagent avec celle de Darwin la conviction de la nécessaire dimension spatio-temporelle (transformiste ou évolutionniste) d'une description physique de la Terre, sans barrière entre l'inerte et le vivant, l'un étant l'origine et le devenir cycliques de l'autre.

Idée d'idées ou méta-idée pour décrire la Terre, la biosphère émerge d'une réunion de plusieurs traditions scientifiques, et notamment de l'association par Vernadsky, comme le souligne Jean-Pierre Deléage, entre biogéochimie et pédologie (science des sols). À l'image de Louis Agassiz qui, un siècle plus tôt dans son « Discours de Neuchâtel » (1837), initie la théorie de l'âge glaciaire et ouvre une féconde controverse autour de la géologie comme mesure d'une histoire du climat, il s'agit de jeter des ponts entre domaines d'étude. Chez tel ou tel savant, la vision scientifique d'une totalité terrestre ne se départit pas d'effets mythologiques, téléologiques voire théologiques. Dans son *Essai de statique chimique des êtres organisés* (1841), qui reprend les travaux pionniers du chimiste Lavoisier, mais aussi de Liebig et Boussingault, Jean-Baptiste Dumas note ainsi que l'atmosphère serait « le chaînon mystérieux qui lie le règne végétal au règne animal » (11). C'est à Lavoisier lui-même qu'il emprunte le

⁵ Aussi dense en événements marquants pour la Terre qu'elle peut apparaître fine au regard de sa durée, cette ère qui préfigure l'anthropocène, conjuguant l'anthropos au singulier, repose selon Philippe Pelletier (65-66) sur un dépassement du seul critère stratigraphique pour considérer le rôle de forces décrites comme un réveil (*risorgimento*) en fait fondamentalement chrétien.

topos mythique et prométhéen de la lumière solaire comme étincelle de la vie, lorsqu'il exalte la transformation de l'énergie primordiale par les végétaux puis par les animaux qui les consomment. Le chimiste notait en effet dès 1789 que « l'organisation, le sentiment, le mouvement spontané, la vie n'existent qu'à la surface de la terre et dans les lieux exposés à la lumière », faisant de « la fable du flambeau de Prométhée [...] l'expression d'une vérité philosophique qui n'avait point échappé aux anciens », selon laquelle « un Dieu bienfaisant, en apportant la lumière, a répandu sur la surface de la terre l'organisation, le sentiment et la pensée » (Lavoisier, 202). Le texte de Dumas, qui permet de cerner efficacement les progrès d'une science globale de la Terre et du vivant au mitan du XIX^{ème} siècle, présente un tableau cyclique et dynamique de la physique terrestre, dont la tonalité est remarquablement mystique et lyrique :

Permettez donc, qu'empruntant aux sciences modernes une image assez grande pour supporter la comparaison avec ces grands phénomènes, nous assimilions la végétation actuelle, véritable magasin où s'alimente la vie animale, à cet autre magasin de charbon que constituent les anciens dépôts de houille, et qui brûlé par le génie de Papin et de Watt, vient produire aussi de l'acide carbonique, de l'eau, de la chaleur, du mouvement, on dirait presque de la vie et de l'intelligence. Pour nous le règne végétal constituera donc un immense dépôt de combustible destiné à être consommé par le règne animal, et où ce dernier trouve la source de la chaleur et des forces locomotives qu'il met à profit. Ainsi, un lien commun entre les deux règnes, l'atmosphère, quatre éléments dans les plantes et les animaux, le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène ; un très petit nombre de formes sous lesquelles les végétaux les accumulent, sous lesquelles les animaux les consomment ; quelques lois très simples que leur enchaînement simplifie encore ; tel serait l'état de la chimie organique la plus élevée [...]. (11-12)

À la lueur de ce lyrisme prométhéen, machiniste et porteur d'une pyramide hiérarchisante des activités terrestres (ordonnées en « magasins » appelant leur utilisation humaine, qui semble devoir parachever le tout), on comprend que l'intuition biosphérique s'enracine dans un scientisme où mécanicisme et mysticisme théologique, loin d'être contradictoires, s'accordent bien l'un à l'autre. Les savants, évoluant dans des catégories de pensées perméables au mythe et à l'imaginaire, voire à un agenda métaphysique, n'ont rien à envier aux artistes. Whitman célèbre dans ses *Leaves of Grass*, un recueil patiemment sédimenté et explicitement métaphorisé en humus, le temps immémorial et cyclique d'une Terre pensée comme aboutissant à sa perfection avec l'homme, en l'occurrence le corps d'un esclave aux enchères en qui le poète chante la beauté très anthropocentrée de la vie sur la planète :

A man's body at auction,
(For before the war I often go to the slave-mart and watch the sale,)
I help the auctioneer, the sloven does not half know his business.

Gentlemen look on this wonder,
Whatever the bids of the bidders they cannot be high enough for it,
For it the globe lay preparing quintillions of years without one animal or plant,
For it the revolving cycles truly and steadily roll'd. (85)

Hors de la science positive qui s'autonomise, marquant son rejet d'une écriture poétique du monde au profit de protocoles censément objectifs, le tout XIX^{ème} siècle (et notamment d'autres conceptions épistémologiques) bruisse de cette idée qu'il faut étudier les âges de la Terre, ainsi que la complexification formelle du vivant en d'infinis embranchements évolutifs. À l'instar de Bouvard et Pécuchet se prenant de passion pour l'étude des fossiles, on trouve de multiples exemples littéraires d'intuitions biosphériques, comme dans la tout aussi

encyclopédique *Tentation de saint Antoine* du même Flaubert, où l'avancement des explorations matérialistes du monde apparaît comme l'ultime et sans doute la plus redoutable vision subie par l'anachorète dans sa mise à l'épreuve de la foi. Là où le diable, la reine de Sabah et le cortège des péchés capitaux n'ont pu fléchir l'ermite, la contemplation des cellules primitives du vivant, des fonds océaniques et du bouillon où se recomposent en fusionnant, la roche, l'eau et les palpitations animées, y parvient finalement – n'était l'apparition *in extremis* du visage du Christ sur le disque solaire, qui rappellera saint Antoine à sa prière aux dernières lignes du texte :

Les végétaux maintenant ne se distinguent plus des animaux. Des polypiers, qui ont l'air de sycomores, portent des bras sur leurs branches. Antoine croit voir une chenille entre deux feuilles ; c'est un papillon qui s'envole. Il va pour marcher sur un galet ; une sauterelle grise bondit. Des insectes pareils à des pétales de roses, garnissent un arbuste ; des débris d'éphémères font sur le sol une couche neigeuse.

Et puis les plantes se confondent avec les pierres.

Des cailloux ressemblent à des cerveaux, des stalactites à des mamelles, des fleurs de fer à des tapisseries ornées de figures.

Dans des fragments de glace, il distingue des efflorescences, des empreintes de buissons et de coquilles — à ne savoir si ce sont les empreintes de ces choses-là, ou ces choses elles-mêmes. Des diamants brillent comme des yeux, des minéraux palpitent.

Et il n'a plus peur !

Il se couche à plat ventre, s'appuie sur les deux coudes ; et retenant son haleine, il regarde. (236)

Le temps d'une contemplation, ce tableau dynamique d'insaisissables métamorphoses, où les règnes distincts de la nature paraissent entrer en fusion, ressemble fort à l'esthétique à venir des *Kunstformen der Natur* (1899-1904) de Ernst Haeckel. Antoine aura souhaité se fondre avec la matière, s'abîmer dans le magma des « petites masses globuleuses, grosses comme des têtes d'épingle et garnies de cils tout autour » qui lui arrachent un cri d'extase : « Ô bonheur ! bonheur ! j'ai vu naître la vie, j'ai vu le mouvement commencer » (237), avant que la vision ne soit interrompue par le *deus ex machina* final. Selon Catherine Gothot-Mersch, Flaubert aurait confié à Edmond de Goncourt que « la défaite du saint est due à la cellule, la cellule scientifique⁶ », à l'appui de quoi elle cite un passage des scénarios selon lequel l'auteur prévoit de montrer que pour arriver « à l'Être, à la Matière [...] saint Antoine a remonté l'échelle, — il atteint à ce qui *est* primitivement, éternellement⁷ ».

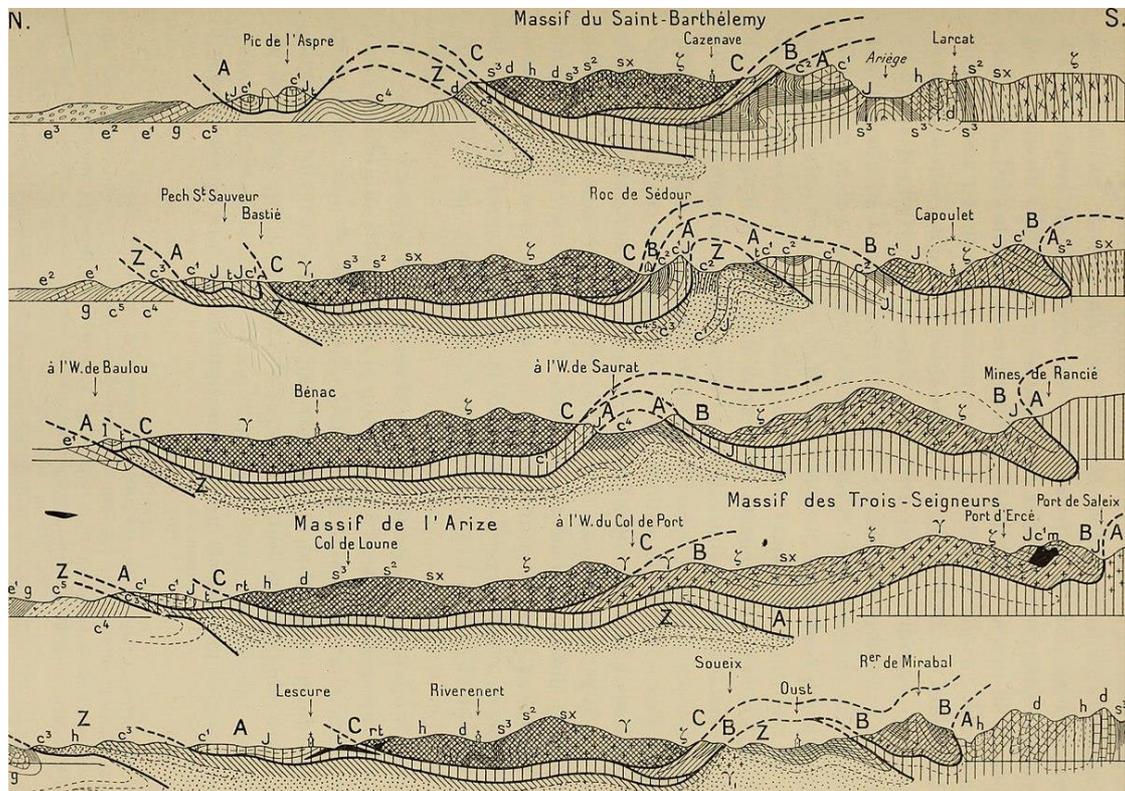
Le holisme intrinsèque à la science de la Terre et du vivant qui se construit peut recevoir des interprétations finalistes ou non, mystiques ou non, selon qu'il assigne une place téléologiquement singulière à telle espèce, comme l'humain (d'où la notion d'une échelle, de la *scala naturae*). Or c'est bien ce que semble avoir fait Vernadsky, le principal penseur à avoir développé l'idée de biosphère, en prolongeant celle-ci par la noosphère, une sphère de l'esprit (*noos* ou *mind*). Dans son entourage scientifique, et particulièrement chez Teilhard de Chardin, la téléologie informe puissamment l'histoire de la Terre, pensée comme d'abord occupée de *géogenèse*, puis de *biogenèse* avant que ne s'ouvre une période de *psychogenèse*. Mais dès la fin du XIX^e siècle, la première formulation du terme de « biosphère » laisse une place plus grande à la contingence. Elle revient au géologue autrichien Eduard Suess (1831-1914), l'un des pionniers de l'hypothèse du continent primordial Gondwana, qui avance à partir de 1875

⁶ *Journal des Goncourt*, 18 octobre 1871, cité par Catherine Gothot-Mersch, préface, p. 29.

⁷ N.A.F. 23671, f° 78, verso, cité par Catherine Gothot-Mersch, p. 29.

(dans *Die Entstehung der Alpen* puis dans *Das Antlitz der Erde*) que la vie sur la lithosphère serait une « enveloppe géologique » dont la particularité, parmi celles qui forment la structure concentrique de la Terre, est de ne pas être homogène, puisqu'elle consiste en chevauchements entre litho- et atmo-sphères, ou entre litho- et hydro-sphères. En d'autres termes, il ne s'agit pas d'une couche qui en recouvrirait uniformément d'autres, mais d'une couche dont la caractéristique, transgressive, est de franchir les autres, de se situer à l'endroit de leur interstice ou de leur cicatrisation toujours en cours :

L'irrégularité de la surface de la lithosphère et le volume insuffisant de l'hydrosphère ont pour conséquence que cette dernière est incomplète, et de cette incomplétude résulte le contraste entre mer et terre ferme. Il est une chose qui semble étrangère sur ce grand corps céleste formé de sphères, et c'est la vie organique. Mais même elle est restreinte à une zone particulière, sur la surface de la lithosphère. La plante, qui plonge ses racines dans le sol en quête de nourriture et qui dans le même temps, s'élève dans l'air en respirant, est une bonne image de la situation de la vie organique dans la région d'échange et d'interaction entre sphères supérieures et lithosphère. On peut distinguer à la surface de la terre ferme une biosphère bien identifiée⁸. (Suess, 1875, 159)



Eduard Suess, *La Face de la Terre*, trad. E. de Margerie, Paris, Armand Colin, 1897-1918.

⁸ Notre traduction. „Die Unebenheiten der Oberfläche der Lithosphäre und das unzureichende Volum der Hydrosphäre bringen es mit sich, daß die letztere unvollständig ist, und durch diese Unvollständigkeit entsteht, der Gegensatz von Meer und trockenem Land. Eines scheint fremdartig auf diesem großen, aus Sphären gebildeten Himmelskörper, nämlich das organische Leben. Aber auch dieses ist auf eine bestimmte Zone beschränkt, auf die Oberfläche der Lithosphäre. Die Pflanze, welche ihre Wurzeln Nahrung suchend in den Boden senkt und gleichzeitig sich atmend in die Luft herhebt, ist ein gutes Bild der Stellung organischen Lebens in der Region der Wechselwirkung der oberen Sphären und der Lithosphäre, und es läßt sich auf der Oberfläche des festen eine selbstständige Biosphäre unterscheiden.“

Il est très significatif que Suess, au moment même d'introduire pour la première fois son concept de biosphère, cite « l'interaction réciproque » de Humboldt, la *Wechselwirkung* dont son prédécesseur soutenait déjà que tout phénomène terrestre relève fondamentalement⁹. La vie apparaît comme un élément interactionnel, mais aussi étranger, intersticiel, qui se fraye une voie dans le contact irrégulier entre l'air et la terre que l'eau ne recouvre pas en entier, sans toutefois parvenir à s'imposer partout (notamment là où affleure le volcanisme). Tout aussi significatif est le titre du *magnum opus* de Suess, *La face de la Terre (Das Antlitz der Erde)*, en ce qu'il fait explicitement référence au verset 30 du psaume CIII : « *Emitte spiritum tuum, et creabuntur, et renovabis faciem terræ*. Envoie ton Esprit, et ils seront créés, et tu renouvelleras la face de la terre. »

La scientificité la plus consciencieuse voisine ici encore avec la vision monothéiste. C'est en tout cas en 1900 qu'Emmanuel de Margerie, passeur de l'ouvrage, introduit le nouveau sens du terme de biosphère en français comme la « partie de la sphère terrestre où se manifeste la vie » (Suess, *La face de la Terre*, t. 2, 345), par opposition à tous les lieux hostiles qui ne peuvent l'abriter. Or une approche lexicologique de l'histoire du mot « biosphère » peut s'interroger sur son sens préexistant dans les sciences naturelles : « atome globuleux, d'une existence hypothétique, et qui serait la base unique de tous les corps organisés » (*TLFI*). Comment ne pas trouver frappant que, par ce jeu d'échelles, la « biosphère » renvoie à l'enchâssement platonicien ou néo-platonicien du macrocosme et du microcosme ?

Ce n'est pas le récit spéculatif de la microbiologiste Lynn Margulis quant à la genèse des cellules vivantes de la biosphère qui démentira cet enchâssement pluriscalaire. Dans un discours marqué par une extrême modalisation, elle dépeint les cellules vivantes en systèmes semi-ouverts, elles-mêmes chacune une biosphère miniature, quasi-monade détachée du bouillon primitif, qui ressemble à une mayonnaise :

No one claims to have "solved" the origin of life problem. Yet, although we cannot create cells from chemicals, cell-like membranous enclosures form as naturally as bubbles when oil is shaken with water. In the earliest days of the still lifeless Earth, such bubble enclosures separated inside from outside. Pre-life, with a suitable source of energy inside a greasy membrane, grew chemically complex. [...] These lipidic bags grew and developed self-maintenance. They, through exchange of parts, maintained their structure in a more or less increasingly faithful way. Energy, of course, was required. Probably solar energy at first moved through the droplets; controlled energy flow led to the selfhood that became cell life. (91)

Il ne faut pas s'y tromper : la biosphère en tant que *macro-cosme*, si elle entre ainsi en analogie avec le *micro-cosme* de la cellule (des réalités complexes, ouvertes et co-évolutives), n'est pas comparable aux milieux clos artificiels tels que la serre, la paillasse du laboratoire ou la boule de cristal, sur laquelle médite à son tour Pieter Westbroek, même s'il semble entretenir l'idée d'un rapport entre les deux :

L'écosphère qui est sur ma fenêtre peut-elle nous faire comprendre la biosphère dans son ensemble ? Intuitivement, nous sentons qu'il existe une relation intime entre les deux systèmes. Les organismes de l'écosphère utilisent les nutriments et l'énergie de l'environnement ; les nutriments sont recyclés et l'énergie sagement canalisée, tandis que les substances toxiques sont soigneusement surveillées. Dans la biosphère terrestre, il semble que les mêmes mécanismes soient à l'œuvre. Dans toute l'histoire de la vie, la sélection naturelle a favorisé l'émergence de puissants mécanismes biologiques permettant aux organismes d'extraire les nutriments des roches, de l'eau et de l'air. (171)

⁹ „Alles ist Wechselwirkung“. « Tout est en interaction réciproque », Alexander von Humboldt, *Amerikanische Reisetagebücher*, août 1803, *Tagebuch IX*, 27r, 2-27v.

De la biosphère à la noosphère : l'évolutionnisme holistique et ses présupposés quant à la place de l'humain sur la planète

Le concept de biosphère attend quelques années avant d'être retravaillé en détail par le géochimiste Vladimir Vernadsky (1863-1945), en lien étroit avec le mathématicien bergsonien Édouard Le Roy (1870-1954) et le géologue et paléontologue d'obédience jésuite Pierre Teilhard de Chardin, qui assistent à la Sorbonne aux conférences du savant russe lorsqu'il séjourne en France de 1922 à 1926. « Savant libéral, libre de tout mysticisme » (Deléage, préface Vernadsky, 15) qui s'est distingué par une défense constante des libertés académiques contre la mainmise tsariste puis soviétique, Vernadsky a été formé à la biochimie par Mendeleïev mais aussi à la pédologie (étude des sols qui imprègne davantage les sciences naturelles russes que celles du monde occidental) par son fondateur Dokouchaev. Après les années parisiennes, son retour plus ou moins forcé en URSS, où il contribuera au développement des forces productives par les sciences (mines, atome), reflète selon Deléage plus une convergence avec les intérêts staliniens qu'une allégeance à proprement parler : patriote et scientifique, il négocie sa marge de manœuvre et veille à consolider de grandes institutions scientifiques modernes.

C'est en 1926 que paraît en russe *La Biosphère*, le traité transdisciplinaire de 160 thèses (paragraphe numérotés) dont Vernadsky veille de près à établir aussi l'édition française de 1929. Il y décrit la tendance de la vie à croître jusqu'aux limites du possible, sous l'effet du soleil, dans un système dynamique où les végétaux sont des « transformateurs qui changent les rayonnements cosmiques en énergie terrestre active » (§8, 58-59). Dans la lignée de l'évolutionnisme, le texte explore les voies par lesquelles la vie aménage la planète en la rendant favorable à sa propre perpétuation. Il aboutit à la conclusion d'une constante activité chimique des éléments, transformant l'énergie cosmique et solaire en énergie terrestre, dans une remarquable tentative d'articuler le fonctionnement général de la croûte terrestre, et son infinie diversité :

[...] toute 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.

[...] Le fait principal, c'est l'existence de la biosphère durant tous les temps géologiques, depuis ses indices les plus anciens, depuis l'ère archéozoïque.

Cette biosphère a toujours été constituée de la même manière dans ses traits essentiels. Ainsi, un seul et même appareil chimique a sans cesse fonctionné dans la biosphère à travers tous les temps géologiques, mû par le courant ininterrompu de la même énergie solaire rayonnante, appareil créé et maintenu en activité par la matière vivante. Cet appareil est composé de *concentrés vitaux déterminés*, qui en se transformant sans cesse, occupent pourtant les mêmes places dans les enveloppes terrestres correspondant à la biosphère. Ces concentrés de vie, *pellicules et concentrations vitales*, forment des subdivisions secondaires déterminées des enveloppes terrestres. Somme toute, leur caractère concentrique est soutenu, bien qu'elles ne recouvrent jamais d'une seule couche ininterrompue toute la surface de la planète. Elles constituent les régions chimiquement actives de la planète ; c'est là que sont concentrés de très divers systèmes statiques stables d'équilibres dynamiques, des éléments chimiques terrestres. (§159, 247-248)

L'accent est mis sur l'unité et la stabilité du système d'ensemble dans l'espace-temps. Ainsi que l'explique Deléage dans sa préface (27), Vernadsky remplacera finalement l'idée de

cet « appareil » par celle de « bonne organisation », manifestant l'ambiguïté intrinsèque de sa pensée, qui oscille entre mécanicisme et organicisme. Pour lui, l'inerte nourrit le vivant tout en s'en distinguant nettement, ce qui appelle une étude restant à fonder, empirique et quantitative, des *cycles* par lesquels les atomes passent de l'un à l'autre, dans le temps long de la biosphère. Baptiste Morizot ne dit pas autre chose quand il suggère que de « par sa nature ontologique, la meilleure analogie pour comprendre la nature évolutionnaire de la biosphère est celle d'un feu poète : un *feu créateur* – cela dit sans le moindre mysticisme, si ce n'est celui, tranquille, exigé par le spectacle de l'évolution hors de nous et en nous » (169).

L'Évolution créatrice de Bergson préfigurait en un sens Vernadsky, en posant la question de l'élan vital en lien avec celle de la durée vécue, et non abstraite, saisissant le mouvement par lequel la vie, en tension entre individuation et socialisation, configure son propre milieu en même temps qu'elle se laisse configurer par lui : « ce que nous faisons dépend de ce que nous sommes ; mais il faut ajouter que nous sommes, dans une certaine mesure, ce que nous faisons, et que nous nous créons continuellement nous-mêmes » (7). Renvoyant dos à dos les deux écueils du finalisme et du mécanicisme expliquant le développement de la vie sur Terre, le philosophe décrivait la vie comme un déploiement qui résiste à tout réductionnisme (physico-chimique) qui prétendrait en expliquer les parties par un excès d'analyse. Il plaidait déjà pour l'étude interdisciplinaire de la vie comme phénomène insécable et spatio-temporel, significativement *sphérique* et non orthonormé :

[...] nous ne contestons pas l'identité fondamentale de la matière brute et de la matière organisée. L'unique question est de savoir si les systèmes naturels que nous appelons des êtres vivants doivent être assimilés aux systèmes artificiels que la science découpe dans la matière brute, ou s'ils ne devraient pas plutôt être comparés à ce système naturel qu'est le tout de l'univers. Que la vie soit une espèce de mécanisme, je le veux bien. Mais est-ce le mécanisme des parties artificiellement isolables dans le tout de l'univers, ou celui du tout réel ? le tout réel pourrait bien être, disons-nous, une continuité indivisible : les systèmes que nous y découpons n'en seraient point alors, à proprement parler, des parties ; ce seraient des vues partielles prises sur le tout. Et, avec ses vues partielles mises bout à bout, vous n'obtiendrez même pas un commencement de recombinaison de l'ensemble, pas plus qu'en multipliant les photographies d'un objet, sous mille aspects divers, vous n'en reproduirez la matérialité.

[...] Un élément très petit d'une courbe est presque une ligne droite. Il ressemblera d'autant plus à une ligne droite qu'on le prendra plus petit. À la limite, on dira, comme on voudra, qu'il fait partie d'une droite ou d'une courbe. En chacun de ses points, en effet, la courbe se confond avec sa tangente. Ainsi la « vitalité » est tangente en n'importe quel point aux forces physiques et chimiques ; mais ces points ne sont, en somme, que les vues d'un esprit qui imagine des arrêts à tels ou tels moments du mouvement générateur de la courbe. En réalité, la vie n'est pas plus faite d'éléments physico-chimiques qu'une courbe n'est composée de lignes droites. (30-31)

Sans encore se référer à la biosphère, Bergson pose déjà la question de la façon dont l'homme, qui en est partie prenante, peut prétendre s'en détacher pour la regarder depuis un surplomb, préfigurant en cela la noosphère, c'est-à-dire la biosphère prenant conscience d'elle-même. C'est aussi l'idée d'Élisée Reclus quand il donne à *L'Homme et la Terre* (1905) cette formule pour devise : « l'homme est la nature prenant conscience d'elle-même » (t. 1, 13-14).

Dans un article de 1925, juste après avoir remarqué que la biomasse humaine reste modeste proportionnellement aux autres êtres vivants de la biosphère, Vernadsky conceptualise l'impact décuplé de l'espèce humaine sur la Terre en soulignant l'importance décisive de « l'entendement », qui fait basculer les agissements humains dans une dimension distincte de celle des autres espèces qui modèlent la biosphère pour se nourrir :

Il est clair que la manifestation d'une telle masse vivante considérée à l'échelle des phénomènes géologiques serait négligeable.

L'entendement change tout. Par son intermédiaire, l'homme utilise la matière ambiante – brute ou vivante – non seulement pour la construction de son corps, mais aussi pour sa vie sociale. Et cette utilisation devient une grande force géologique.

L'entendement introduit par ce fait dans le mécanisme de l'écorce un processus puissant, qui ne correspond à rien d'analogue avant l'apparition de l'homme. (Vernadsky, « L'autotrophie... », 500-502)

C'est ainsi qu'émerge, à partir de 1936, le concept de « noosphère » (du grec *νοῦς*, *noos*, l'intelligence ou l'esprit) que Vernadsky partage avec Teilhard et Le Roy. Pour ce dernier, la biosphère, « modifiée par l'action scientifique et technique des sociétés humaines, atteint un nouveau point qui est non seulement historique, mais aussi géologique » (Alexandre, 123), une noosphère qui préfigure l'anthropocène. C'est de fait l'un des grands mérites des concepts jumeaux de biosphère et de noosphère, que de penser la place croissante des hommes et de leur empreinte technicisée au sein du vivant, dans une sorte de dialectique entre séparation et inclusion, entre le dualisme et son dépassement. Une certaine ambiguïté subsiste cependant : la biosphère *devient-elle* noosphère en gardant sa cohérence de tissu vital partagé par plusieurs espèces ou assiste-t-on à la sécession d'une espèce qui, parce qu'elle se pose comme seule intelligente, *s'extirpe* hors de la biosphère dont elle est issue, sortant de sa condition terrestre ? Il semble que le holisme, un concept né la même année 1926 (Smuts), maintienne cette ambiguïté fondamentale sur la question de savoir si la conscience planétaire du *noos* adopte un point de vue immergé (dedans) ou surplombant (dessus). Selon Teilhard (165) :

Pour exprimer, dans sa vérité, l'Histoire Naturelle du monde, il faudrait pouvoir la suivre par le dedans : non plus comme une succession liée de types structurels qui se remplacent ; mais comme une ascension de sève intérieure s'épanouissant en une forêt d'instincts consolidés. Tout au fond de lui-même, le monde vivant est constitué par de la conscience revêtue de chair et d'os. De la Biosphère à l'Espèce, tout n'est donc qu'une immense ramification de psychisme se cherchant à travers des formes.

Deus sive Noosphaera ? La métaphysique embusquée de l'anthropocène, âge nucléaire et climatique

Toute la question est donc de savoir si la noosphère est une *rupture* prométhéenne qui abolirait toute limite à la toute-puissance d'*anthropos* équipé par la technique, ou une *continuité* par laquelle il se lie intelligemment au reste du tissu vivant sans lequel il n'est pas viable. Pour les économistes critiques du Capitalocène John Bellamy Foster, Brett Clark et Richard York, qui revisitent l'histoire géologique en lien avec une analyse marxiste des prédatons coloniales et soubresauts sociaux produits par l'Occident, c'est le capitalisme qui a creusé une « faille irréparable » (124), donc une rupture profonde, au sein des interactions métaboliques entre les humains et la Terre, brisant chacune des « limites planétaires » indispensables à l'habitabilité de la planète. Dans son essai *La force du vivant*, dès 1979, l'ornithologue Jean Dorst, qui dirige alors le Muséum, note la tendance de l'*homo technicus* moderne (qu'il ne relie pas explicitement quant à lui au capitalisme ni à sa quête d'une croissance infinie) à se couper de ce qui pourtant le nourrit et le traverse, préférant croire qu'il serait capable de recréer sa propre anthroposphère, s'en instaurant au besoin le demiurge :

[...] fiers de leurs conquêtes, les hommes dans leur orgueil ont acquis une confiance illimitée en leur puissance. Ils croient tout pouvoir faire. « Il n'y a qu'à... » entend-on souvent. Sans se préoccuper des rétroactions aux conséquences fâcheuses et de la dilapidation encore accrue de matière et d'énergie qu'implique toute activité nouvelle.

La biosphère est jugée périmée. Si certains veulent en conserver des vestiges, c'est pour la placer dans une sorte de musée archéologique où l'on ira contempler des vieilleries.

Nous avons ainsi peu à peu remplacé un ordre jupitérien par un ordre prométhéen. (165)

Ici l'espèce humaine est considérée en bloc, sans perspective possibiliste sur d'autres directions pour le cours de l'histoire. La principale différence avec les écrits de Vernadsky ou de Teilhard est le basculement de la tonalité, dont l'optimisme utopique s'efface au profit de l'inquiétude, voire du récit d'alerte. Le constat est caractéristique de la période qui suit 1945, qualifiée par la plupart des anthropocénologues de « Grande accélération » et marquée par plusieurs évolutions telles que la capacité nucléaire à mettre fin à la vie humaine sur Terre (thanatocène), la hausse de la consommation énergétique et des pollutions diverses, l'atteinte massive à la biodiversité ou encore le réchauffement anthropique du climat.

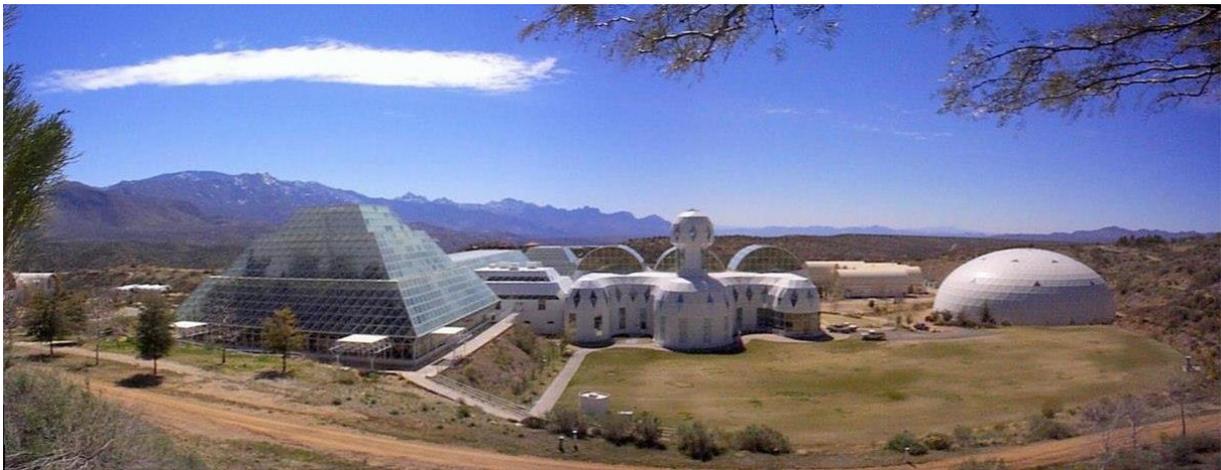
Nous avons vu qu'à rebours de cette unification anhistorique d'*anthropos*, Grinevald politise le concept de « Biosphère » terrestre en le situant dans les enjeux géopolitiques de l'énergie et du nucléaire, de l'histoire matérielle et militaire, des groupes d'intérêts économiques. Il distingue ainsi successivement, après une longue Révolution thermo-industrielle (1824-1945), un « nouvel âge nucléaire » (1945-1956), une période qui mène de l'année géophysique internationale à la planétologie (1957-1969), l'avènement de l'écologie globale et sa révolution environnementale (1970-1987), avant l'entrée du climat de la Terre dans la politique internationale (1988-2007). Cette démarche restitue sa dimension possibiliste au cours de l'histoire, sa diversité à l'*anthropos*, qui n'est plus vu comme une espèce monolithique. Une exigence dont Ivan Illich ouvre la possibilité dès 1973, dans *La convivialité*, en préconisant une « démythologisation de la science », c'est-à-dire la sortie d'un scientisme qui s'en remet aux « experts » supposés seuls aptes à comprendre, pour repolitiser les questions d'habitat et d'écologie, autour de la nécessaire sobriété des modes de vie, dans le cadre des limites de la biosphère :

Certes des opérations scientifiques de mesure peuvent indiquer qu'un certain type de comportement menace un équilibre vital majeur. Mais seule une majorité d'hommes de jugement, qui connaissent la complexité des réalités quotidiennes et qui en tiennent compte dans leurs agissements, peuvent trouver comment limiter les fins que se donnent la société et les individus. La science peut mettre en lumière les dimensions du royaume de l'homme dans le cosmos. Mais il faut une communauté politique d'hommes conscients de la force de leur raison, du poids de leur parole, du sérieux de leurs actes pour choisir, librement, l'austérité qui garantira leur propre vitalité. (128)

Dans l'idéal, le *noos* ne saurait donc être un *monitoring* scientifique des constantes et des marges matérielles optimisables du développement capitaliste, mais le choix conscient de la sobriété. Il devrait, pourrait, devenir l'exigence éthique de se penser et d'agir comme un vivant parmi d'autres, de ne pas conquérir toute la Terre mais d'y laisser de la place.

Biosphère et noosphère font l'objet d'usages plus opportunistes, pragmatiques ou neutres, aboutissant à un certain lissage du concept qui devient un mot passe-partout. Pour l'historien Yannick Mahrane et ses coauteurs, « le concept de 'biosphère' offre un imaginaire politique consensuel » (137) dans le contexte de la Guerre Froide, ouvrant un terrain de coopération entre les deux blocs avec la montée des inquiétudes environnementales et la transition de l'écologie

de gouvernance qui passe d'un modèle préservationniste colonial à un modèle de développement mondial, sur fond de tiers-mondisme et de détente nucléaire. Les préoccupations planétaires servent à normaliser les relations internationales, au prix d'une langue globale qui aplanit les différences. La Conférence de Paris, organisée par l'UNESCO en 1968 et consacrée aux « bases scientifiques de l'utilisation rationnelle de la conservation des ressources de la biosphère », redéfinit à son tour le concept comme « un système de matière vivante et de substance [...] extrêmement complexe, multiple, planétaire, thermodynamiquement ouvert et autorégulé, accumulant et redistribuant d'immenses ressources d'énergie » (Unesco, 15), ce qui entérine le principe d'une *gestion* optimisée des *ressources*, qui ne respecte les cycles biogéochimiques qu'en tant qu'ils seraient un stock, une manne pour le développement économique.



Vue générale du site de « Biosphere 2 », à côté de Tucson, Arizona

Au beau milieu du désert de l'Arizona, le projet « Biosphère 2 », modèle réduit de la Terre (la « Biosphère 1 »), a été conçu comme une immense serre (à la consommation dispendieuse d'énergie importée de l'extérieur, loin de toute autonomie), exportable pour une transplantation spatiale. Il s'agit d'un projet hors-sol que le philosophe Sloterdijk a critiqué comme une « île atmosphérique » (299-315), en le reliant à l'histoire des serres en verre, puis en plastique, depuis le *Crystal Palace* dessiné par Joseph Paxton pour l'Exposition Universelle de Londres en 1851. Pensé par le milliardaire texan (magnat des hydrocarbures) Edward Bass comme un projet survivaliste et d'industrie spatiale, Biosphère 2 rejoue en réalité la conception de l'espace vital comme une bulle hermétique exportable et mobilisable pour une très illusoire terraformation extraterrestre, comme un échantillon artificiel de vie isolable du reste. Alimenté par un air conditionné produit par de gigantesques machines appelées « poumons », ce complexe suppose une technosphère sous-jacente, dont on a pu calculer qu'elle représentait le double de l'espace : pour 1 ha de biosphère dans cette bulle et ce parc en vase clos, il en faut 2 de technosphère. L'expérience est révélatrice, bien qu'elle s'en défende, de la non-viabilité des projets techno-solutionnistes, de la croyance en un salut terrestre *high-tech* venu des ingénieurs (le mythe du *techno-fix*). L'échec de l'expérience, marqué par le départ en 1994 des « bionautes » censés habiter en autarcie cette nature sous cloche, conduit la communauté

scientifique dans sa majeure partie à rejeter l'analogie entre biosphère et « écosystèmes » clos. Comme l'écrit Pieter Westbroek, « la vie sur Terre nécessite des perturbations naturelles pour subsister » (178). Le parc du désert apparaît comme le plus parfait contresens quant à la notion de biosphère, qui n'est justement que relations, aux antipodes de toute clôture. Il n'y a pas plus de biosphère 2 que de planète B ou de *Spaceship Earth* qui puisse être conçu par biomimétisme copiant la Terre.

Cette évolution *cosmétique* de la biosphère, qui n'en retient que l'apparence extérieure, repose sur une compréhension superficielle des choses, là où le concept insiste sur le fait que l'écorce visible ne fait qu'exprimer la vie invisible des profondeurs. Une telle mise en œuvre sépare les composants en perdant de vue leur ensemble, croyant en l'étanchéité des laboratoires, en une Terre que l'on pourrait construire, en l'illusion d'une technostucture pilotable entièrement recouverte des seuls signes humains, comme l'écrit Michel Serres dans *Biogée* :

Ainsi chaque objet inerte, chaque vif aussi, dort sous sa couverture de signes, un peu comme, aujourd'hui, mille affiches hurlant de messages et de bariolages laids ennoient, de leur déluge sale, les paysages ou, mieux, les excluent de la perception parce que le sens, quasi nul, de cette fausse langue et de ces images basses forme un puits d'attraction irrésistible pour nos neurones et nos yeux. Cette appropriation couvre de laideur la beauté du monde. Comment estimer à leur juste épaisseur les couches de médias sous lesquelles gisent toutes choses, ainsi multiples empaquetées sous écrits, pliées sous imprimés, bâillonnées sous images, cachées sous sons, étouffées sous langues, égarées sous cent écrans ? Écran, quel aveu : fait obstacle autant qu'il montre. (47-48)

Une peau, *cosmique*, n'est pas un écran, *cosmétique*. On ne peut pas se laisser croire qu'il suffirait de faire repousser une biosphère par-dessus une écorce terrestre ravagée, épuisée par l'extractivisme. À l'instar de toute membrane, les troubles de l'écorce terrestre et du climat ne font qu'exprimer les atteintes à une santé invisible en surface mais qui est à préserver *de l'intérieur*. Or l'érosion des sols du fait des activités humaines, caractéristique de l'Anthropocène, est liée aux pratiques agricoles intensives, à leur mécanisation depuis les années 1930, à la bétonisation des sols, aux perturbations du dépôt naturel des alluvions par la canalisation des fleuves et cours d'eau, aux activités extractivistes de forage, de mine et de siphonnage des hydrocarbures, comme la fracturation hydraulique qui cause des séismes. Quand exactement le concept de « biosphère » a-t-il été détourné de son sens ? Quand s'est-il ainsi compromis, au mieux dans l'écologie gestionnaire, au pire dans la marchandisation du globe ? Sans doute cela va-t-il de pair avec sa compromission dans le grand récit de l'Anthropocène, dont l'incitation à nous « reconnecter à la biosphère¹⁰ » est partie prenante selon Bonneuil et Fressoz, accréditant sa mythologie d'un soi-disant réveil contemporain qui mettrait fin à l'inconscience écologique. Dès 1872, Cournot écrivait que « de roi de la Création qu'il était ou croyait être, l'homme est monté ou descendu (comme il plaira de l'entendre) au rôle de concessionnaire d'une planète » (422). En prêtant son nom aux programmes (croissantistes et extractivistes) de développement durable, la biosphère s'est de fait rendue ne serait-ce que partiellement soluble dans les récits de la mondialisation heureuse, du village global, du capitalisme vert et de la géoingénierie, passant d'une conception de l'intendance humaine (*stewardship*) sur l'environnement, à une conception interventionniste de la maîtrise. Cette évolution était-elle évitable, dès lors que la biosphère a été décrite comme un objet pour

¹⁰ Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz (81) citent C. Folke et L. Gunderson, "Reconnecting to the Biosphere: a social-ecological experience", *Ecology and Society*, 17(4), 2012, p. 55.

ingénieurs, un ensemble de « magasins » stockant de l'énergie, ou une « gigantesque machine » (Deléage, *La biosphère*, 52) ?

Fille d'un XX^{ème} siècle technologique et scientifique soucieux de détenir le contrôle du monde, la noosphère est un concept plus optimiste que le récent anthropocène, associé aux constats climatiques alarmants. Elle se présente même, selon Boris Shoshitaishvili qui articule les deux notions, comme une « utopie eschatologique », une variation escapiste sur le mythe du Vaisseau-Terre, qui laisse croire à un au-delà, une paradisiaque planète B où l'humanité technologique pourrait censément tout reconstruire, même au prix d'un sacrifice de la Terre :

We are increasingly recognizing that human planetary presence contributes to the creation of other, non-utopian, and “out-of-human-control” planetary spheres—specifically, the “technosphere” and the “infosphere”. So a 21st century vision of the noosphere can no longer effectively serve as a utopian eschatology, as the concept had originally. But the noosphere idea still has real value today: as a framing concept for ongoing efforts at harmonizing the technosphere and infosphere with each other and with the biosphere.

Le chercheur veut donc encore croire à la possibilité de rééquilibrer les choses, de réaccorder l'harmonie entre la biosphère, au sens vivant et naturaliste, et la lourde techno- et infosphère moderne qui tient concrètement lieu de noosphère anthropique et consomme les ressources de plusieurs planètes au lieu d'une. Mais le ver n'est-il pas plus fondamentalement incrusté dans le fruit ? Le concept de biosphère lui-même n'est-il pas intrinsèquement porteur d'une ontologie anthropo-cosmo-théologique, voire, ainsi que le suggèrent de façon radicale Andreas Maier et Christine Büchner, un synonyme de *Lebensraum* et en tant que tel un mot totalitaire¹¹, relevant d'un agenda de mise au pas du monde ?

Bulle, patate ou écumes ? Perfection cybernétique ou chaos incalculable ?

Qu'elle soit adaptée ou non pour décrire la vie sur Terre, la sphère demeure une figure mathématique. Elle renvoie à un ensemble de points équidistants d'un centre, qu'il s'agisse d'une forme parfaitement ronde ou d'un ellipsoïde dégénéré (comme notre patateïde planète Terre). Même ce dernier ouvre l'idée d'un monde convertissable en données informatiques. L'analogie avec la bulle de savon peut laisser penser au principe de minimisation, selon lequel la bulle tend à prendre la forme qui enferme son volume d'air dans la surface la plus réduite possible. Or les inévitables présupposés liés à cette économie de moyens sont indémêlables de ce que la « biosphère » dit d'inverse, en évoquant une boule imparfaite de roche volcanique toujours instable et proliférante. La question fondamentale que met en jeu le concept semble bien être celle d'une *maîtrise* fantasmée de l'*objet* Terre. En explicitant sa conception de la noosphère dans un texte de 1945, l'année même de sa mort, Vernadsky montrait un optimisme techniciste éloquent :

Nous entrons dans la noosphère. Ce nouveau processus géologique prend place dans des temps tourmentés, à l'époque d'une guerre mondiale destructrice. Mais le fait important, c'est que nos idéaux démocratiques sont en phase avec les processus géologiques, avec les lois de la nature, et avec la noosphère. Ainsi nous

¹¹ Cités par Simone Schröder (169), ils écrivent que « la biosphère, ça ne signifie qu'espace vital, et c'est un mot hitlérien en allemand » (nous traduisons). „*Biosphäre, das heißt ja auch nur Lebensraum, und ist auf Deutsch ein Hitler-Wort.*“

pouvons regarder le futur avec confiance. Il est entre nos mains. Nous ne le laisserons pas échapper. (cité par Alexandre, 123-124)

Outre les doutes que nous pouvons légitimement concevoir quant à la solidité historique des « idéaux démocratiques », ce discours éclaire à coup sûr le scientisme de Vernadsky, dont la sincérité n'est pourtant pas en doute lorsqu'il plaide pour des sciences naturelles libérales, ouvrant les possibilités sociales hors des idéologies religieuses. L'enfer étant pavé de bonnes intentions, cette prophétie est aisément poreuse à des projets plus inquiétants, tel que le « cosmisme » de Nikolai Fiodorov, scientifique réactionnaire qui prêchait le prométhéisme technicien et l'orthodoxie religieuse jusqu'à préfigurer le transhumanisme, rêvant d'immortalité *high-tech* et de colonisation spatiale. Mais surtout, consentir à faire dépendre l'équilibre de la biosphère d'une volonté de la noosphère, n'est-ce pas rejouer à l'échelle cosmique le dualisme hiérarchique d'un corps qui ne pourrait être qu'efficacement piloté par un âme, forcément supérieure ?

Alors qu'il tient le physicien américain Alfred J. Lotka, qui a produit les diagrammes chiffrés sur les cycles minéraux terrestres (*Elements of Physical Biology*, 1925), pour un prédécesseur de l'hypothèse Gaïa, Lovelock, soucieux de modéliser mathématiquement le monde, est très critique envers les travaux de Vernadsky, dont il refuse d'admettre le lien avec sa propre conception cybernétique de Gaïa, mettant selon ses biographes quiconque au défi de trouver chez le savant russe un seul "*clear statement of the importance of the feedbacks involving life in maintaining conditions suitable for life on Earth*" (Gribbin, 53-54). Pour Deléage, la conception opérationnelle de la biosphère chez Lotka (puis Lovelock), contrairement à la visée naturaliste de Vernadsky, « répond par avance à la demande industrielle et commerciale d'un monde capitaliste développé en pleine expansion [et] anticipe de façon précise l'idéologie de gestion planétaire de l'environnement qui triomphe de nos jours » (préface Vernadsky, 30). C'est l'esprit gestionnaire et cybernétique, statistique et quantitatif, dont témoigne la suite des colloques « Informatique et Biosphère » qui, à partir de 1973, constituent des banques de données du vivant. On comprend aussi que ce n'est plus tout à fait celui des travaux de Vernadsky.

C'est qu'il y manque un ingrédient qu'on pourra juger peu scientifique, si l'on s'en tient à une approche strictement positiviste ou sans poésie ; à savoir l'amour, l'Éros, le désir, la volonté de cohésion et d'unité dans la diversité, cette fraternisation démocratique que Whitman appelait l'*adhesiveness*, qui est une forme de cosmopolitisme. L'idée que le monde est monde par l'action de cette force peu quantifiable remonte, au-delà de Leibniz, aux conceptions platoniciennes du *Timée* et plus encore à Pythagore, au motif de l'harmonie des sphères concentriques constituant le cosmos à la façon de pelures d'oignons. Dans ce paradigme dont l'héritage ne cesse de se réécrire encore, la danse de l'univers est mue par l'amour, comme le souligne encore le *Paradis* de Dante :

*Quando la rota che tu sempiterni
desiderato, a sé mi fece atteso
con l'armonia che temperi e discerni,*

*parvemi tanto allor del cielo acceso
de la fiamma del sol, che pioggia o fiume
lago non fece alcun tanto disteso.*

Quand l'orbe qu'éternise
désirance de toi saisit mes sens
par l'harmonie qu'il règle entre les sphères,

lors me parut un pan des cieux si ample
fondre aux feux du soleil, que pluies ou fleuves
jamais ne firent lac si étendu.

*La novità del suono e 'l grande lume
di lor cagion m'accesero un disio
mai non sentito di cotanto acume.*

La nouveauté du son, la grande clarté
Mirent en moi, de pénétrer leur cause,
Un trop poignant désir dont rien n'approche
(I, v. 76-84, 1371).

Retraçant précisément dans sa sphérologie, le long travail culturel par lequel les formes de la pensée occidentale se sont transformées au cours des siècles, Sloterdijk suit le passage de cette harmonie des sphères grecque à la métaphysique monosphérique de la modernité (objet de *Globes*) jusqu'au monde contemporain qui fait éclater « l'omnisphère lisse » (18) au profit d'*écumes* rendues à leur pluralité. Notant que « la philosophie classique ne peut prendre forme que sous la forme d'une macrosphérologie, celle d'une contemplation des plus grands globes et des structures immunitaires les plus globales » (12), il avance que pour l'essentiel de la pensée philosophique depuis Platon « les deux incarnations de la totalité, Dieu et le monde, étaient présentées comme des volumes sphériques incluant toute chose et au sein desquels étaient nichées de manière concentrique les innombrables écorces de monde, sphères de valeur et cercles d'énergie – descendant jusqu'au point de l'âme qui constitue la source lumineuse de chaque atome de Moi » (12). Voilà qui aide à mieux comprendre la façon dont la représentation de la Terre et de la nature fonctionne en quelque sorte en *miroir* d'une représentation du psychisme individuel, comme si la noosphère avait toujours redoublé la biosphère sans forcément chercher à en prendre la place. C'est ainsi, poursuit-il, que :

de Plotin jusqu'à Leibniz, la contemplation des macrosphères a été la forme autoritative de l'ontologie. La même « sphère de manifestation » englobait – c'était la conviction de la tradition – le cosmos autant que le Moi connaissant. De là cette croyance exaltée dans le fait qu'il est dans la nature de l'esprit humain d'acquiescer une sorte de co-savoir sur les choses premières et dernières ; de là la supposition initiale, qui se laisse facilement décevoir, des débutants dans le monde qui pensent qu'ils peuvent faire de grandes choses sur terre. (13)

Cette manière de tout ramener à une sphère unique s'étend selon Sloterdijk jusqu'à Marshall McLuhan, qui représente la communication contemporaine, jouant la noosphère envahissante d'*anthropos*. C'est alors qu'interviendrait la rupture contemporaine d'une pluralisation des sphères en *écumes*, marquée par la conviction que « la vie » (le *bios* de biosphère) est un phénomène pluriel, « multifocal, multiperspectiviste et hétérarchique » (18), non monologique et structuré par de (très latouriens) réseaux et imbrications — une forme probablement tout aussi *métaphysique* que la sphère, contrairement à ce que Sloterdijk semble en penser :

[Le] point de départ [d'*Écumes, Sphères III*] se situe dans une définition non métaphysique et non holiste de la vie : son immunisation ne peut plus être pensée par les moyens de la simplification et du résumé dans l'omnisphère lisse. Si la « vie » a un effet de constitution d'espace infiniment divers, ce n'est pas seulement parce que chaque monde a un environnement à soi, mais plus encore parce qu'il est imbriqué avec d'autres vies et qu'il est composé par d'innombrables unités. La vie s'exprime sur des scènes simultanées et imbriquées les unes dans les autres, elle se produit et se consomme dans des ateliers en réseaux ; elle se met dans l'espace où elle se trouve et qui se trouve en elle d'une manière toujours spécifique. Mais ce qui est pour nous l'essentiel : elle produit à chaque fois l'espace dans lequel elle est et qui est en elle. (18)

C'est là le principe même de la biosphère, même si le propos du philosophe est de congédier sa figure jugée trop unitaire. Ce concept ne mériterait-il pourtant pas que sans en faire table rase, l'on en réévalue la *diversité* ? N'est-il pas possible de penser voire de sentir, de vivre selon une conception dont le holisme ne soit pas simplificateur, un universalisme particulariste qui échappe à l'instrumentalisation impériale ou prédatrice des différences qu'elle englobe, un cosmos non réductionniste et qui n'écrase pas ses parties ?

Sous d'autres noms peut-être que celui de biosphère ou même de cosmos (notre propos n'étant pas de les défendre ou de les sauver à toute force), nous avons besoin d'une pensée holistique, quitte à la réinventer. Le changement climatique et la sixième extinction de masse nous imposent de considérer tout au moins l'échelle biosphérique à laquelle ils se jouent, une dimension que nous ne pouvons pas éluder, aussi redoutable soit-il d'en regarder le visage en face. Que dit le *Manifeste du Muséum* consacré aux « limites » planétaires ?

[...] plus un système est complexe, ou plus il nous dépasse en taille, plus nous avons de difficultés à appréhender ses limites. À l'échelle des écosystèmes, celles-ci nous semblent moins palpables, plus floues, parce que leur dépassement récurrent (tel celui des températures marines compatibles avec la vie des coraux) met à l'épreuve les capacités de résilience de ces systèmes, c'est-à-dire leur capacité à retrouver un état compatible avec leur survie. Un impalpable point de bascule conduira tôt ou tard, irréversiblement, ces systèmes vers un autre état. (Besnier et al., 15)

Dans la même visée d'éclairer le débat public par une écriture collective des sciences naturelles, ce qui relève de l'exigence démocratique par temps de confusionnisme, la plus récente livraison du *Manifeste du Muséum* conclut en ces termes, à propos cette fois des « humains et autres vivants liés dans la justice environnementale » (45).

Pour intégrer cette valeur intrinsèque de l'autre qu'humain, la justice écologique procède d'une *considération de l'autre* au sens large, incluant le reste du monde vivant. Cette approche, qui consiste à respecter la nature pour elle-même, cherche à atteindre les conditions de pérennité de la biodiversité, en assurant son potentiel évolutif (en langage biologique, son « évolvabilité », pour reprendre un anglicisme). Cela implique de voir la nature non pas comme figée, mais au contraire comme un processus dynamique incluant les humains qui y vivent.

[...] De nouveaux récits collectifs sont à inventer dans lesquels, comme nous y invite l'histoire naturelle, l'humain redevient l'une des mailles du tissu vivant de la planète. (Belaïdi et al., 46)

Si la description de ce tissu vivant, de ce « tout » terrestre, n'oublie pas que ce tout est non seulement divers mais aussi mutant, instable et chaotique, si elle s'attache à sa transformation *naturante* plutôt qu'à un soi-disant ordre *naturé*, si elle l'envisage comme un chaos à connaître sensiblement, poétiquement, plutôt qu'arithmétiquement comme une somme de *data* ou de données sur lesquelles personne n'a plus prise, si elle s'efforce de ne plus exclure le désir d'être avec le monde, l'éros, la cohésion, hors de la connaissance, si elle récuse le dualisme d'un *noos* et d'un *bios* en percevant combien ils font corps ; à ce compte-là, la perspective ensembliste d'une description renouvelée de la Terre, loin de toute totalisation menaçante, ne pourrait-elle pas devenir libératrice et éclairante ? Elle comportera certes toujours d'immenses dangers, propres à l'échelle qui est la sienne, où menace la tentation métaphysique de la puissance, mais y renoncer pour cette seule raison, n'est-ce pas retourner l'arme contre soi de façon somme toute nihiliste ? Une pensée générale et subtile, délibérément ensembliste, de la complexité, qui évite le systématisme, n'est-ce pas là le pari d'un certain essayisme, qui se garde des excès du tractatisme ? Comme le suggère Nietzsche au §11 de la 1^e

section d'*Humain trop humain*, les mathématiques « ne seraient à coup sûr pas apparues si l'on avait su d'emblée qu'il n'y a pas dans la nature de ligne droite exacte, pas de véritable cercle, pas de grandeur absolue¹² ».

Conclusion

On ne peut s'empêcher de remarquer la tendance de la biosphère à essaimer en concepts parallèles, qui font du mot « sphère » un radical dont la préfixation variable insiste sur ce qu'il s'agit d'intégrer dans l'organicité terrestre : selon le point de vue considéré, on peut ainsi passer de l'écosphère à la noosphère et à la technosphère, auxquelles il conviendrait d'ajouter la « logosphère » de Bakhtine et la « sémiosphère » de Youri Lotman¹³. Cette orientation lexicologique achève de faire ressembler ce concept et ses dérivés à l'anthropocène, qui se décline en anglocène, négrocène, capitalocène, chthulucène ou plantationocène (pour n'en retenir que quelques-uns). Partant du fait que « l'espèce humaine n'est qu'une espèce parmi d'autres et [que], dans l'histoire longue de la Terre, c'est la vie en tant que telle, depuis son apparition, qui a modifié les propriétés physiques de la planète », Paul Mathis propose d'« intégrer l'Anthropocène dans un plus vaste 'Biocène' » (quatrième de couverture). La nuance sémantique est des plus éclairantes, car là où les « -cènes » pensent l'empreinte humaine en termes d'ères géologiques dans la roche terrestre, la sphère et ses dérivés déprennent la description du monde de la seule logique du solide, pour insister sur *l'interaction* entre roche, eau, air et vivant, s'affirmant ainsi, si l'on peut dire, comme quatre fois plus complexe et complète.

Pour peu que « les sciences de la vie et de la Terre cousent à nouveau la déchirure qui séparait le sujet de ses objets » (Serres, 43), il apparaîtra que le concept de biosphère, tout comme celui de nature, comporte de nombreux replis et ambiguïtés, pour ainsi dire plusieurs *faces*. Sa face cosmique (le point de vue de *dedans*) recèle des aperçus éclairants sur notre appartenance à une Terre vivante, modelée par les formes de vie qui l'habitent, humaines entre autres, en interaction avec la matière : il permet de comprendre la façon dont le sort de chaque composante du monde est liée aux autres dans le temps. De la Terre, on dirait alors avec Latour qu'elle « est la liaison, l'association, la superposition, la combinaison de tous ceux qui ont des soucis de subsistance et d'engendrement » (34). Sur sa face plus sombre, cosmétique (le point de vue *par-dessus*), le concept de biosphère rejoue une géométrisation potentiellement mécaniciste et théologique du monde, ouvrant la voie à toutes les (re-)téléologisations possibles du terrestre. L'important est sans doute de ne se satisfaire ni d'un usage aveugle de ce concept si chargé de sens, ni de son bannissement, de son occultation ou d'un effacement de l'histoire intellectuelle qu'il porte, laquelle dessine, que nous le voulions ou non, notre visage du moment.

¹² Friedrich Nietzsche, *Humain, trop humain I* [1878], trad. Patrick Wotling, Paris, GF Flammarion, 2019, p. 68.

¹³ Voir à ce sujet les articles de Amy Mandelker mais aussi de Pierre-Louis Patoine et Jonathan Hope.

Bertrand Guest est maître de conférences en Littérature générale et comparée à l'Université d'Angers (membre du 3LAM, membre associé de Fablitt, Paris 8). Il est l'auteur de *Révolutions dans le cosmos. Essais de libération géographique : Humboldt, Thoreau, Reclus* (Classiques Garnier, 2017) et a co-dirigé (avec Fabien Colombo et Nestor Engone Elloué) le n°13 de la revue *Essais*, « Écologie & Humanités » en 2018. Ses travaux éco- et épistémocritiques, qui se tournent depuis peu vers une approche *queer*, portent sur les relations entre savoirs, politique et littérature, en particulier dans les formes de l'essai et au sujet de la nature, du XIX^e siècle à nos jours.

Ouvrages cités

Aït-Touati Frédérique, Arènes Alexandra et Grégoire Axelle, *Terra forma. Manuel de cartographies potentielles*, Montreuil, B42, 2023.

Agassiz Louis, *Études sur les glaciers*, Neuchâtel, Jent & Gassman, 1840.

Aksenov Guennady Petrovitch (dir.), *Vernadsky, la France et l'Europe*, Bordeaux, Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine, coll. « Russie, traditions et perspectives », 2017.

Alexandre Frédéric, « Biosphère », in collectif, *Dictionnaire critique de l'Anthropocène*, Paris, CNRS éditions, 2020, p. 123-124.

Arrhenius Svante, *L'Évolution des Mondes [Världarnas Utveckling, 1906]*, trad. Théophile Seyrig, Paris, Béranger, 1910.

Barad Karen, *Frankenstein, la grenouille et l'électron. Les sciences et la performativité queer de la nature*, trad. Luigi Balice et Christophe Degoutin, Le Pré-Saint-Gervais, Asinamali, 2023.

Barbault R., *Écologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère*, Paris, Masson, 1995.

Belaïdi Nadia, Chlous Frédérique, Cormier-Salem Marie-Christine, David Bruno, de Perthuis Christian, Deldrève Valérie, Domenach Hervé, Guilyardi Éric, Larrère Catherine, Lecointre Guillaume, Porcher Emmanuelle, *La justice environnementale, Manifeste du Muséum*, Paris, Éditions Reliefs/MNHN, 2023.

Bergson Henri, *L'évolution créatrice* [1941], Paris, PUF, « Quadrige », 1998.

Besnier Michel, Chlous Frédérique, Cury Philippe, David Bruno, Fressoz Jean-Baptiste, Giovannangeli Carine et al., *Face aux limites. Manifeste du Muséum*, Paris, Reliefs et MNHN, 2020.

Bonneuil Christophe et Fressoz Jean-Baptiste, *L'évènement Anthropocène*, Paris, Seuil, 2013.

Bourg Dominique, Fragnière Augustin, *La pensée écologique. Une anthologie*, Paris, PUF, 2014.

Cole Lamont C., « The Ecosphere », 1953. *Scientific American*, 198 : p. 83-92.

Colombo Fabien, « L'Anthropocène : continuer à faire communiquer les savoirs », *Hermès, La Revue*, n°94/2, 2024, p. 223-229.

Combres Élisabeth (éd.), *Henri Bernardin de Saint-Pierre, du jardin d'Éden à l'intuition de la biosphère*, Toulouse, Plume de Carotte, 2017.

Cournot Antoine-Augustin, *Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes* [1872], in *Œuvres*, t. IV, Paris, Vrin, 1973.

Cuvier Georges, *Discours sur les révolutions du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal* (1825).

Dante Alighieri, *Paradis* [1321], in *Œuvres complètes*, trad. André Pézard, Paris, Gallimard, Bibliothèque de la Pléiade, 1965.

Darwin Charles, *On the Origin of Species*, London, John Murray, 1859.

Deléage Jean-Pierre, *La biosphère, notre Terre vivante*, Paris, Gallimard, « Découvertes », 2001.

Dorst Jean, *La Force du Vivant*, Paris, Flammarion, 1979.

Dumas Jean-Baptiste, *Essai de statique chimique des êtres organisés*, Paris, Fortin-Masson, 1841.

Fiodorov Nikolai, *Philosophie de l'œuvre commune*, Françoise Lesourd (éd.), trad. Gérard Conio, Régis Gayraud, Luba Jurgenson et Françoise Lesourd, Genève, Éditions des Syrtes, 2021.

Flammarion Camille, *Le Monde avant la création de l'homme. Origines de la Terre, origines de la vie, origines de l'humanité*, Paris, Marpon & Flammarion, 1886.

Flaubert Gustave, *La Tentation de saint Antoine* [1874], Paris, Gallimard, « Folio », éd. Catherine Gothot-Mersch, 1983.

Foster John Bellamy, Clark Brett et York Richard, *The Ecological Rift. Capitalism's War on the Earth*, New York, Monthly Review Press, 2010.

Gaillardet Jérôme, *La Terre habitable ou l'épopée de la zone critique*, Paris, La Découverte, 2023.

Gribbin John et Mary, *James Lovelock: in Search of Gaia. A biography*, Princeton NJ, Princeton UP, 2009.

Grinevald Jacques, *La Biosphère de l'Anthropocène. Climat et pétrole, la double menace. Repères interdisciplinaires (1824-2007)*, Chêne-Bourg, Georg, coll. « Stratégies énergétiques. Biosphère et société », 2008.

Humboldt Alexander von, *Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung* [1834-1859], H.-M. Enzensberger (ed.), Frankfurt/Main, Eichborn Verlag, „Die andere Bibliothek“, 2004.

Humboldt Alexander von, *Amerikanische Reisetagebücher* (1799-1804), Nachlaß A.v.Humboldt, Berlin, Staatsbibliothek zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz.

Hutton James, *Theory of the Earth*, in *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, vol. 1, Edinburgh, Royal Society of Edinburgh, 1788.

Illich Ivan, *La convivialité*, Paris, Seuil [1973], « Points Essais », 2014.

Lamarck Jean-Baptiste de, *Hydrogéologie, ou Recherches sur l'influence qu'ont les eaux sur la surface du globe terrestre*, Paris, 1801.

Lamy Michel, *La biosphère*, Paris, Flammarion, coll. « Dominos », 1996.

Latour Bruno, *Où suis-je ? Leçons du confinement à l'usage des terrestres*, Paris, La Découverte, 2021.

Lavoisier Antoine-Laurent de, *Traité élémentaire de chimie*, Paris, Cuchet, 1789.

Lotka Alfred J., *Elements of Physical Biology*, Baltimore, Williams & Wilkins, 1925.

Lyell Charles, *Principles of Geology*, London, John Murray, 1830-1833.

Maier Andreas und Büchner Christine, *Bullau. Versuch über Natur*, Frankfurt/Main, Suhrkamp, 2006.

Margulis Lynn, *The Symbiotic Planet* [1998], London, Phoenix, 1999.

Mahrane Yannick et al., « De la nature à la biosphère : L'invention politique de l'environnement global, 1945-1972 ». *Vingtième Siècle. Revue d'histoire*, 2012/1 n° 113, p. 127-141.

Mandelker Amy, “Semiotizing the Sphere: Organicist Theory in Lotman, Bakhtin, and Vernadsky”, Vol. 109, No. 3, 1994, p. 385-396.

Mathis Paul, *Biocène. Comment le vivant a coconstruit la Terre*, Paris, Le Pommier/Humensis, 2021.

Morizot Baptiste, *Manières d'être vivant. Enquêtes sur la vie à travers nous*, Arles, Actes Sud, 2020.

Nietzsche Friedrich, *Humain, trop humain I* [1878], trad. Patrick Wotling, Paris, GF Flammarion, 2019.

Patoine Pierre-Louis et Hope Jonathan, “The Semiosphere, Between Informational Modernity and Ecological Postmodernity”, *RSSI*, Vol. 35, n°1, 2015, p. 11–26.

Pelletier Philippe, « Anthropozoïque (ère) », in collectif, *Dictionnaire critique de l'Anthropocène*, Paris, CNRS éditions, 2020, p. 65-66.

Pierre Arnauld, « Les origines selon l'abstraction », in Laura Bossi (dir.), *Les origines du monde. L'invention de la nature au XIX^e siècle*, Paris/Montréal, Musée d'Orsay, Musée des Beaux-Arts de Montréal, MNHN, Gallimard, 2021, p. 331-343.

Prigogine Ilya et Stengers Isabelle, *La nouvelle alliance. Métamorphose de la science*, Paris, Gallimard, 1979.

Reclus Élisée, *L'Homme et la Terre*, Paris, Librairie Universelle, 5 vol., 1905-1908.

Schröder Simone, *The Nature Essay. Ecocritical Explorations*, Leiden/Boston, Brill/Rodopi, 2019.

Scott Heidi C. M., *Chaos and Cosmos. Literary Roots of Modern Ecology in the British Nineteenth Century*, State College, PA: Penn State University Press, 2015.

Serres Michel, *Biogée*, Brest, Dialogues, 2010.

Shoshitaishvili Boris, "From Anthropocene to Noosphere: The Great Acceleration", *Earth's Future*, vol. 9, issue 2, 2020, consulté le 4 sept. 2024.

Sloterdijk Peter, *Écumes. Sphérologie plurielle* [*Schäume, Sphären III*, Frankfurt/Main, Suhrkamp, 2003], trad. Olivier Mannoni, Paris, Hachette, 2013.

Smuts J. C., *Holism and Evolution*, New York, MacMillan, 1926.

Suess Eduard, *Die Entstehung der Alpen*, Wien, W. Braunmüller, 1875.

Suess Eduard, *Das Antlitz der Erde*, 5 vol., Wien, Tempsky, 1883-1900.

Suess Eduard, *La Face de la Terre*, trad. Emmanuel de Margerie, 3 vol., Paris, Armand Colin, 1897-1918.

Teilhard de Chardin Pierre, *Le Phénomène humain*, Paris, Seuil, 1956.

UNESCO, *Utilisation et conservation de la biosphère : actes de la Conférence intergouvernementale d'experts sur les bases scientifiques de l'utilisation rationnelle et de la conservation des ressources de la biosphère*, Paris, 1970.

Vernadsky Wladimir, *La biosphère* [1926], éd. Jean-Pierre Deléage, Paris, Seuil, « Points Sciences », 2002.

Vernadsky Wladimir, « L'autotrophie de l'humanité », in *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 36, n°17-18, 1925.

Westbroek Pieter, *Vive la Terre* [*Life as a Geological Force: Dynamics of the Earth*, 1991], trad. Witkowski, Paris, Seuil, 1998.

Whitman Walt, *Leaves of Grass*, Philadelphia, Sherman & Co., 1882.