

Entre Noé et Prométhée : que faire avec la biodiversité ?

Alain Pavé

Le plaisir le plus noble est la joie de comprendre
Léonard de Vinci¹

Depuis la fin des années 1980, le terme biodiversité a envahi le langage d'une partie grandissante du monde scientifique et de l'éducation, mais aussi les discours moins spécialisés de nos sociétés, ceux d'associations, de médias et plus prosaïquement ceux des cafés, des salons, de la table familiale des villes et des campagnes. Or le plus souvent ce terme est utilisé de façon générique pour désigner l'ensemble du monde vivant, ce qui constitue ce qui était appelé la biosphère, ou encore la nature, terme autant globalisant et peu précis. Comme le disait Condorcet : « *La nature est un de ces mots dont on se sert d'autant plus souvent que ceux qui les entendent ou qui les prononcent y attachent plus rarement une idée précise* »². À entendre les discours sur la biodiversité, on pourrait souvent dire la même chose. Préciser le sens, selon le contexte, paraît souhaitable. Décrire la *réalité* de ce que recouvre son emploi, est une nécessité, surtout s'il s'agit d'un exposé se voulant scientifique. En effet, même à l'intérieur des cercles académiques des différences peuvent être décelées conduisant parfois à de rudes débats ; on peut même observer certaines tentations idéologiques et parfois de simples fautes de logique. L'idée que le locuteur détient la vérité y est même répandue, parfois contre l'évidence, contre le fait observé ou établi, contre la preuve et même contre la réalité.

De fait et sans l'avoir cherché, j'ai été confronté à une critique inattendue³, au moins dans sa forme, qui m'amène à préciser mon approche de ce sujet difficile, tant le monde vivant est complexe, et d'une grande importance. Au-delà des questions de logique et méthodologiques, il est aussi nécessaire d'approfondir les dimensions épistémologiques, trop souvent ignorées ou mal comprises.

Un petit retour en arrière

Nous sommes début 2005, la conférence internationale « Biodiversité Science et Gouvernance » est réunie à Paris, au siège de l'UNESCO. Intéressé et impliqué, depuis de nombreuses années dans des recherches sur la biodiversité, j'assiste à cette conférence et dans la foulée la revue « *Nature, Sciences, Sociétés* » me demande d'écrire un article sur le sujet, ce que je fais, exposant les grandes idées en débat et soulignant les faiblesses méthodologiques et théoriques sur le sujet⁴.

¹ Les Carnets de Léonard de Vinci. Guy Trédaniel, éditeur, 2017.

² Éloge de Théodore Tronchin par Condorcet, Histoire de l'Académie Royale des Sciences, 1784, 103-114. Reprise dans les « Œuvres Complètes de Condorcet », [ed. par M.L.S. Caritat et autres], 1804, p. 217.

³ Jacques Blondel, À propos de l'ouvrage d'Alain Pavé Comprendre la biodiversité. Vrais problèmes et idées fausses, *Natures, Sciences, Sociétés*, 28,1,2020, 73-80.

https://www.nss-journal.org/articles/nss/full_html/2020/01/nss200021/nss200021.html

⁴ Pavé, Alain. À propos de la conférence internationale « Biodiversité, science et gouvernance » : le point de vue d'un biométricien, *Natures Sciences Sociétés*, vol. 13, no. 4, 2005, pp. 440-446.

https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2005-4-page-440.htm?try_download=1

Dans cette même revue, un collègue, Jacques Blondel, dresse un portrait très imaginaire même philosophique voire théologique du sujet⁵, alors que je me limitais à un point de vue très méthodologique. Son expérience s'ancre dans une pratique bien plus ancienne que la mienne. En effet, mes réflexions sur la biodiversité n'ont commencé qu'au début des années 1990, peu après la diffusion du concept, mais ont été renforcées par la participation à la Conférence de Rio, en 1992. Ensuite, cet intérêt ne s'est pas érodé, tant dans mes travaux personnels que par les soutiens apportés aux recherches placées sous ma responsabilité.

L'article de Jacques Blondel est fort bien écrit. C'est la transcription d'une intervention qu'il fit lors de cette conférence. Dans ce texte on trouve quelques expressions significatives et une prévision : « plus de la moitié des espèces actuelles auront disparu avant le milieu de ce siècle », rejoignant par-là Paul Ehrlich qui, au début des années 1980, prévoyait la même chose pour les années 2000. L'article est conclu par une attaque virulente du « Mythe de Prométhée » et d'une défense vibrante du « Mythe de Noé »⁶. Au passage, il émet une opinion tranchée à propos de représentations de scènes de chasse : « le massacre de ces extraordinaires assemblages de mammifères » dont témoignent les peintures rupestres, prouveraient que les humains sont de tous temps des exterminateurs alors qu'ils chassaient pour survivre, au péril de leur vie. Je n'insiste pas sur l'utilisation du terme « assemblage », à la fois précis en architecture et nébuleux en écologie, qui mériterait déjà discussion.

Il a bien été l'un des premiers écologues français à intégrer la dimension évolutive dans ses recherches, ce qui a sans doute facilité la difficile transformation, en 1988, du *Centre Emberger Phytogéographiques et Écologique* de Montpellier en *Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive* (CEFE), alors, qu'à l'époque, son existence même était menacée. La volonté institutionnelle du CNRS a été couronnée de succès, puisque ce laboratoire est devenu l'un des premiers sur le sujet en France.

De mon côté, l'article écrit pour NSS à propos de cette manifestation⁷ était beaucoup plus modeste et soulignait d'abord les faiblesses méthodologiques des travaux dans ce domaine de la biodiversité. Des progrès ont été enregistrés depuis, ils sont mentionnés dans mon dernier ouvrage. En revanche, alors qu'à l'époque l'idée d'érosion ou même d'une grande extinction ne me posait pas de problème particulier, ce n'est plus le cas aujourd'hui, grâce d'ailleurs à de nouveaux développements théoriques, méthodologiques et expérimentaux. Il est vrai qu'à l'époque nous n'entendions que des arguments allant dans le sens de la diminution drastique en oubliant que la répétition de l'argument fait rapidement office de preuve, biais cognitif bien connu. Les résultats obtenus depuis ne vont pas toujours dans ce

⁵ Jacques Blondel, La biodiversité sur la flèche du temps, *Natures, Sciences, Sociétés*, 13, 2005, 296-301.
<https://www.nss-journal.org/articles/nss/abs/2005/03/nss5310/nss5310.html>

⁶ Cette référence au Mythe de Noé est partagée par d'autres scientifiques « conservateurs », comme W.F. Laurance où le terme arche (*ark*) est utilisé explicitement : « tropical reserves will function as 'arks' for biodiversity ».

Laurance W.F. et al. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nature*, 489, 2012, 290-294

⁷ Pavé, Alain. À propos de la conférence internationale « Biodiversité, science et gouvernance » : le point de vue d'un biométricien, *Natures Sciences Sociétés*, vol. 13, no. 4, 2005, pp. 440-446.

https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2005-4-page-440.htm?try_download=1

sens, sauf pour alimenter la communication de certaines ONG, complaisamment relayée par beaucoup de médias et même par certains scientifiques, souvent très sévères quand il s'agit de sélectionner les jeunes chercheurs ou les projets de leurs collègues, mais très laxistes face aux déclarations de ces ONG. Alors pourquoi entretenir cette idée ? Il n'y a pas besoin de catastrophisme pour justifier les recherches sur la biodiversité. De plus, il me semble que la banalisation du discours introduisant beaucoup de confusion conduit en fait à une *érosion du concept*, c'est un peu le sens aussi de l'ouvrage : La biodiversité en question. Enjeux philosophiques, éthiques et scientifiques ⁸.

Parmi d'autres, la manière dont le hasard intervient dans les processus évolutifs, biologiques et écologiques est un point critique. En effet, cette intervention, citée à tout bout de champ dans la littérature, est le plus souvent réduite aux événements environnementaux « accidentels » ou vue comme l'action d'une entité évanescence. Sa production endogène, par les êtres vivants eux-mêmes, est peu considérée. Pourtant ce hasard est à l'origine de ce que nous appelons « la variabilité » biologique à laquelle les biométriciens se coltinent depuis plus d'un siècle. Cette production endogène est nécessaire à l'évolution et très favorable dans bien d'autres situations, par exemple pour assurer la résilience de multiples systèmes vivants.

Se pose aussi la question des positionnements relatifs de l'humanité, non réductible à sa dimension biologique et écologique, par rapport à ce que l'on peut convenir d'appeler la nature, notamment ses composantes vivantes. Deux biais sont fréquents : d'abord l'animalisation ou l'écologisation des humains, et la naturalisation de ses réalisations, comme dans la conception « naturaliste » de l'économie, ou inversement l'anthropisation d'autres êtres vivants. Bien définir et placer les catégories ontologiques, en évitant les jugements de valeur, évite la confusion dans les discours sur les autres composantes vivantes et ceux relatifs aux humains, en tant qu'êtres pensants organisés en sociétés, produisant objets, structures, concepts et connaissances, capable d'imaginer d'autres mondes. Réduire le schéma évolutif d'abord aux caractères morphologiques et organisé hiérarchiquement puis au schéma buissonnant des phylogénies moléculaires ne donne qu'une image incomplète de l'évolution ; il manque d'autres caractéristiques liées, par exemple, aux dimensions cognitives et aux aptitudes à vivre en familles, groupes sociaux et sociétés, à élaborer et à transmettre des connaissances ; de plus le concept d'évolution concerne d'autres objets et en donne une vision beaucoup plus générale⁹. Enfin, les humains sont perfectibles comme le montre l'attention de plus en plus bienveillante pour la « nature » et les êtres vivants qui l'habitent.

⁸ Casseta E, Delors J. La biodiversité en question. Enjeux philosophiques, éthiques et scientifiques. Editions Matériologiques, 2014, Paris.

⁹ Le travail d'un groupe de réflexion constitué de 33 scientifiques francophones, de disciplines très différentes, soutenu par l'Institut National des Sciences de l'Univers, a conduit à un ouvrage montrant la généralité de ce concept d'évolution :

Guillaume Lecointre, Muriel Gargaud (dir), « Évolution, des galaxies aux sociétés, objets et concepts », Ed. Matériologiques, Paris, 2015.

Si nous n'avions pas respecté une certaine rigueur épistémologique, nous en serions restés à des discussions de salon.

De plus, dans un livre récent, Jacques Blondel, dresse un tableau de l'évolution des relations entre *homo sapiens* et les autres êtres vivants¹⁰. Ce récit, car il s'agit bien d'un récit, est encore fort bien écrit, mais traduit une conception très imaginative, idéalisée et quelque peu pessimiste. Je ne peux que conseiller sa lecture en soulignant qu'il ne m'appartient pas d'en faire la critique tant est que la sienne sur mon livre est peu flatteuse, voire discourtoise. En fait nous nous maintenons sur deux planètes différentes orbitant en parallèle autour de l'astre biodiversité. Mon livre peut être ressenti comme difficile, tant la rigueur du discours a essayé d'être respectée. En revanche, le ton presque biblique de celui de Jacques Blondel peut fasciner le lecteur, même s'il est emprunt de pessimisme, mais après tout c'est aussi le cas de beaucoup de textes sur le sujet.

Entre ordre et chaos, conséquences pour l'écologie et la biodiversité

La question de l'ordre et du chaos est ancienne, schématiquement nous avons d'un côté chaos et obscurité, de l'autre ordre et lumière. De nombreux récits en témoignent dont celui de la création. Identifier, contenir, voire contrôler les aléas de notre monde, mettre de l'ordre, est un désir bien compréhensible et souvent une simple condition de survie. Si l'on met de côté les hypothèses déistes, il apparaît que l'ordre et l'organisation matérielle et sociale qui va avec sont plutôt d'origine humaine, en revanche le chaos résulterait plutôt de processus naturels souvent mal identifiés, mais les humains ne sont pas non plus hors du champ. Par exemple, des aménagements hydrauliques permettent d'éviter des inondations en régulant le débit de l'eau face aux aléas météorologiques et climatiques. L'ordre du barrage est connoté positivement, le chaos des aléas météorologiques négativement. Pourtant cette dichotomie n'est pas si simple, un ordre mal conçu peut avoir des conséquences catastrophiques, comme celui conduisant à la rupture d'un barrage, ou plus subreptices comme la destruction d'un hydrosystème réduit à un simple canal. C'est aussi vrai dans le domaine social et économique : les dictatures mènent le plus souvent à des désastres, la rigidité des structures économiques gèle les sociétés qui y sont soumises, un certain chaos peut faciliter le fonctionnement d'un système et le doter de propriétés intéressantes, comme la résilience. Inversement un système économique laissé à sa propre dynamique, ne converge pas obligatoirement vers un « équilibre généralisé », mais s'avère plutôt chaotique (succession de crises), ce chaos doit être régulé pour éviter les désastres. Les situations concrètes sont souvent subtiles ; par exemple, les ordres religieux, notamment les bénédictins, apparaissent à l'époque de l'affaiblissement, voire de l'effondrement, de l'ordre romain remplacé par une espèce de chaos dit « barbare ». Ordre et chaos coexistent alors durablement. Enfin, je ne peux m'empêcher de citer l'utilisation technologique efficace du chaos avec l'exemple du pilotage de sondes spatiales¹¹ ou l'avantage d'un régime chaotique de métapopulations décorrélant les dynamiques des diverses populations les constituant, pouvant alors éviter des extinctions des plus petites d'entre elles (Allen et al., 1993)¹². Il

¹⁰ Biodiversité, un autre récit à écrire. Ed. Quae, 2020.

¹¹ Shinbrot T., Grebogi C., Yorke J.A., Ott E.. Using small perturbations to control chaos. *Nature*, 363, 1993, 411-417.

¹² Allen J.C., Schaffer W.M., Rosks D. - Chaos reduces species extinction by amplifying local population noise. *Nature*, 364, 1993, 229-232.

n'empêche que le chaos reste plutôt connoté négativement alors que l'ordre l'est positivement.

Cette perception se renforce avec la vision écologique d'une nature idéalisée, jusqu'à la capacité à s'ordonner, à s'organiser de façon autonome assurant hypothétiquement un meilleur fonctionnement, une meilleure stabilité. Qu'en est-il ?

Ayant parcouru la planète, pénétré et survolé de nombreuses forêts intertropicales, notamment en Amazonie, je me suis progressivement rendu compte que celles-ci sont très diversifiées et très désordonnées. Impression confortée par les résultats le plus souvent négatifs ou faiblement significatifs des analyses statistiques visant à mettre en évidence des structures spatiales et, quand elles étaient positives, des facteurs immédiatement visibles, le plus souvent environnementaux ou anthropiques, pourraient les expliquer, par exemple la nature des sols, l'éclairement, la pluviométrie locale, parfois les traces de modifications plus ou moins anciennes dues aux humains. Cependant, lorsqu'une parcelle forestière est perturbée, se met en place une véritable succession de végétaux avant de revenir à une structure ressemblant à celle des parcelles voisines au bout d'un temps assez long : grande diversité, grand mélange et désordre apparent. Brièvement, la succession est la suivante : une génération d'arbres héliophiles (aimant la lumière, typiquement en Amazonie des arbres du genre *Cecropia*) suivie de la croissance d'arbres ombrophiles, ceux qui constituent l'essentiel du peuplement et qui ne peuvent commencer à croître qu'à l'ombre. Dans la durée, on passe alors d'une structure quasi mono-spécifique à un mélange hétérogène. Mais alors où serait donc ce hasard ou ce chaos, responsable de la répartition erratique des arbres ? En fait et en aval de cette succession, la dissémination des graines est le processus principal engendrant de l'aléatoire : comportement erratique des animaux disséminateurs, composante chaotique des fluides transportant des graines, lieux de dépôt plus ou moins favorable à la germination et à la croissance¹³. En gros, la régénération forestière se fait par l'association de processus chaotiques et de processus ordonnés mais aboutit à une structure plutôt désordonnée¹⁴.

La succession procède de l'ordre vers chaos et pas le contraire. Elle est non conforme à l'idée d'auto-organisation spontanée, défendue par le plus grand nombre des écologues, où les « espèces » constituent des « assemblages » et dans les versions les plus romantiques des sortes de méta organismes¹⁵. Bien sûr, il existe des relations entre les êtres vivants qui

¹³ Dans le livre « la nécessité du hasard » on trouve la description de nombreux processus biologiques et écologiques pouvant engendrer du hasard, des « roulettes biologiques », du niveau moléculaire au niveau écosystémique. Mais là encore, l'exposé scientifique peut rebuter certains lecteurs.

¹⁴ C'est ce qui apparaît lorsque l'on examine l'ensemble des résultats remarquables obtenus en Guyane, sur le site expérimental de Paracou (près de la côte) et sur la station des Nouragues (à 100 km au sud) :

- Gourlé-Fleury S., Guehl J.M. et Laroussinie O. (2004)^a. Ecology and Management of a Neotropical Forest. Lessons drawn from Paracou, a long-term experimental research site in French Guiana. Elsevier, 311p.
- Poncy O., Sabatier D., Prévost M.F., Hardy I. The lowland high rainforest structure and tree species diversity, in Bongers F., Charles-Dominique P., Forget P.M., Théry M. (Eds) « Nouragues. Dynamics and Plant-Animal Interactions in a Neotropical Rainforest », Kluwer Acad. Publish. 2001, 32-46.

On peut aussi signaler les travaux effectués en Asie, notamment en Inde du Sud, par l'Institut Français de Pondichéry.

¹⁵ Par exemple, l'émission « La Terre au carré » de France Inter du 25 juin 2020 s'intitulait : "La forêt constituée de plusieurs espèces crée un organisme supérieur" avec Ernst Zürcher.

peuplent un écosystème, mais elles semblent être plus le résultat d'opportunités que de déterminismes, comme nous l'avons suggéré. La structure ne pourrait-elle pas être le fruit du hasard, donc aléatoire, et dans ce cas, quel en serait l'avantage et la durée ? Une expérience de pensée, ou virtuelle, simplement « papier-crayon » nous montre que la répartition aléatoire rend un écosystème plus résilient qu'avec une structure très forte et ordonnée¹⁶. Cela ne veut pas dire qu'il ne se passe rien de plus, en effet, une structure en réseaux « temporaires », opportunistes, allie les avantages de l'aléa, avec, en plus, des relations combinées souvent occasionnelles et plus facilement adaptative et évolutive qu'un système fortement structuré. La pensée peut aussi évoluer comme les objets auxquels elle se consacre ; mais au fait, les assemblages d'espèces ne seraient-ils pas ceux créés par les systématiciens ? En écologie, ne serait-il pas plus adéquat de parler d'assemblages d'individus, de groupes ou de populations ?

Les présupposés épistémologiques

Lors de nos études scientifiques, nous avons pris l'habitude de recevoir une présentation agencée et actualisée du domaine qui nous est enseigné et en tant qu'enseignants d'élaborer de tels exposés. Peu de place est réservé à l'histoire de ce savoir, l'histoire des sciences, et encore moins à sa construction, à l'interprétation des faits (*evidence* en anglais) à leur agencement en ensembles cohérents, dans le meilleur des cas formant une ontologie, un cadre théorique, en l'occurrence l'épistémologie. Lorsque que le domaine scientifique, par exemple l'écologie, s'intéresse à un objet complexe, par exemple la biodiversité ou un écosystème, cette construction est délicate et peut être même plurielle. Il me semble important d'en discuter pour mieux comprendre les débats, par exemple entre interprétations ordonnées ou chaotiques, qui, de plus, ne sont pas propres à l'écologie, mais que cette discipline illustre très bien. La nécessité d'un bref exposé à ce sujet m'est apparu évident pour mieux comprendre ses débats internes ou ce qui lui reproché, même ceux qui sont soigneusement évités. À ce stade, je dois faire une amende honorable, celle de n'avoir pas suffisamment transmis ce savoir à mes étudiants, à mes élèves, mais il est vrai que nous sacrifions à l'opérationnel pour une science « utile », mais conforter, étayer et même contester une pensée n'est-il pas d'une autre utilité ?

Pour mieux préciser ce qu'on entend par épistémologie, prenons une définition tirée d'un dictionnaire en ligne : « étude critique des sciences, destinée à déterminer leur origine logique, leur valeur et leur portée (théorie de la connaissance). » Le lecteur trouvera un exposé plus détaillé dans le dictionnaire historique de la langue française (Robert). Cette préoccupation était déjà présente chez les présocratiques. Cependant, l'épistémologie contemporaine prend en grande partie son origine dans les travaux de Bertrand Russell et d'Alfred North Whitehead « *Principia Mathematica* », réflexion étendue à l'ensemble du champ scientifique : fondements, origine logique, méthodes, concepts, catégories,

¹⁶ Dans mon ouvrage, l'exemple dit « papier-crayon » présente simplement l'article de He et Hubbell dont le contenu mathématique est difficile d'accès pour le plus grand nombre.

He F., Hubbell S. P. (2011) Species-area relationships always overestimate extinction rates from habitat loss. *Nature*, 473, 368-371.

organisation des connaissances en ontologie¹⁷. L'épistémologie est non figée et inclut régulièrement les nouvelles orientations. L'école épistémologique française et plus largement francophone est très active, pensons notamment à Gaston Bachelard. A titre personnel, j'ai été amené à m'y intéresser dans ma pratique personnelle. Par exemple, lorsque le statut de discipline scientifique de l'écologie a été brièvement contesté par quelques membres de l'Académie des sciences. La question méritait néanmoins d'être posée, comme l'a fait Christian Lévêque : L'écologie est-elle encore scientifique ?¹⁸ Tant l'usage du mot a été généralisé, voire galvaudé. Après réflexion, il m'a semblé que la réponse pouvait être oui, mais à condition de ne pas se disperser dans les autres emplois de ce terme et surtout que les écologues restent avant tout des scientifiques, cultivés, mais pas « toutologues », les spécialistes de tout, des sortes de prédicateurs modernes. Ce « oui » était évidemment argumenté sur des bases épistémologiques. Une expérience plus ancienne, celle liée à l'élaboration de bases de connaissances m'avaient déjà mené à des considérations épistémologiques, et là dans un but opératoire¹⁹.

Mais reprenons le fil avec la question de l'ordre et du chaos ainsi que sa contextualisation dans l'écologie. Tout d'abord citons un événement assez récent. En 1986 le président de l'Union internationale de mécanique pure et appliquée, James Lighthill, fit cette déclaration extraordinaire : *Ici, il me faut m'arrêter et parler au nom de la grande fraternité des praticiens de la mécanique. Nous sommes très conscients, aujourd'hui, de ce que l'enthousiasme que nourrissaient nos prédécesseurs pour la réussite merveilleuse de la mécanique newtonienne les a menés à des généralisations dans le domaine de la prévisibilité [...] que nous savons désormais fausses. Nous voulons collectivement présenter nos excuses pour avoir induit en erreur le public cultivé en répandant, à propos du déterminisme des systèmes qui satisfont aux lois newtoniennes du mouvement, des idées qui se sont, après 1960, révélées incorrectes.*²⁰ Pour autant, toute la mécanique newtonienne n'a pas été mise à la poubelle. Elle a été complétée pour prendre en compte des aspects négligés jusqu'en 1960, ce fut aussi le cas auparavant avec la mécanique relativiste (grande échelle) et la mécanique quantique (très petite échelle). Et pourtant l'interprétation et l'utilisation strictement déterministe de la mécanique newtonienne, celle de l'échelle intermédiaire, notre échelle perceptible, a fait longtemps l'unanimité. En fait, Henri Poincaré avait soulevé la question, mais l'attention n'avait pas été attirée, les projets formaliste de l'école de Hilbert, suivi de celui des bourbakistes, brillants au demeurant, ayant éclipsé les travaux de Poincaré. Cela nous apprend qu'un large consensus scientifique au sein d'une discipline ne garantit pas la validité absolue et pour toujours de toutes ses conclusions. Il est tout à son honneur et de celles et ceux qui la pratique d'intégrer les évolutions et plus encore les changements de paradigmes.

¹⁷ L'Histoire de la philosophie occidentale de Bertrand Russell, n'est pas consacrée à l'épistémologie, mais l'inclut dans presque tous ses chapitres. Ed. Les Belles Lettres, 2011, Paris.

¹⁸ Lévêque C. L'écologie est-elle encore scientifique ? Ed. QUAE, 2013, Paris

¹⁹ Pavé A., Rechenmann F. Computer aided modelling in biology : an Artificial Intelligence approach. « *A.I. Applied to Simulation* », *SCS Simul. Serie*, 18, 1986, 52-66.

²⁰ Tiré d'un article de Christian Walter : « Le pouvoir démiurgique des mathématiques financières » dans Libération du 21 mai 2012.

Par ailleurs, il faut reconnaître que la question de l'ordre et du chaos est présente dans les fondements de beaucoup de cultures. Très schématiquement, le monde est chaos et obscurité, puis, sous l'impulsion d'une entité supérieure, devient ordre et lumière, puis tout s'enchaîne, homme, femme et nature pour servir ces humains, ces créations divines. Qu'on soit croyant ou non, nous sommes fortement imprégnés par cette fiction. Cependant, la science s'est progressivement développée et nous a permis de construire d'autres récits ne faisant pas appel à des entités supérieures et dès qu'il y a un mystère, il est expliqué sans ce type de prérequis.

L'histoire scientifique, du moins celle dont des traces nous sont accessibles et compréhensibles, remonte au « débat » entre les philosophes présocratiques²¹, notamment Parménide d'Élée et Héraclite d'Éphèse, il y a environ 2500 ans, celui de deux conceptions du monde, d'une part, un cosmos intangible seulement remué par quelques frissons (Parménide), d'autre part un monde en changement permanent (Héraclite) concrétisée par l'expression : « on ne se baigne jamais deux fois dans le même fleuve » ou sous une forme plus simple : *Panta Rhei* (παντα ρει), toutes les choses coulent. Ces deux conceptions ont traversé les siècles et sont toujours présentes. Pour une grande majorité, l'idée d'une évolution spontanée vers une permanence, vers un équilibre, vers un monde définitivement ordonné, huilé, est rassurante, même si le monde qui en résulterait serait probablement ennuyeux. C'est une conception appelée fixiste adoptée par de nombreux scientifiques de toutes disciplines, notamment des naturalistes, jusqu'à la fin du XVIIIe siècle. L'adhésion est d'autant plus facile qu'elle est compatible avec les représentations religieuses. Puis, préparé par le siècle des lumières, un changement drastique va se produire durant ces deux derniers siècles avec comme point de départ la théorie de l'évolution précédée par le transformisme. Mais ce n'est pas un long fleuve tranquille, par exemple le concept d'équilibre, issu de la mécanique, est très utile, mais doit être grandement relativisé. Il n'est pas l'obligatoire point oméga comme le sous-entend la notion de climax en écologie (Clement, 1916)²² ; le fixisme est abandonné mais émerge un néofixisme, le fait évolutif est accepté, mais on aimerait que les objets de la nature s'agencent spontanément.

Cependant, ce n'est pas si simple. Ainsi, la lenteur de certaines dynamiques et l'étendue de leur déploiement ou à l'inverse l'échelle microscopique, toute aussi peu discernable, peuvent rendre difficile la perception de ces changements. S'ils le sont, alors « tout se met à bouger », les fleuves, bien sûr, les mers, les continents, l'univers, et pas forcément de façon bien ordonnée, ce qui conduit Bergson à dire : « le changement est partout pour qui sait le voir. ». C'est précisément ce qu'ont remarqué nos collègues mécaniciens. Les écosystèmes n'échappent pas à ces agitations dont résultent des structures transitoires, plus ou moins

²¹ Deux ouvrages spécialisés peuvent être consultés à ce sujet : Jean Voilquin, *Penseurs grecs avant Socrate*, Flammarion, 1964.

Jean-Paul Dumont, *Les écoles présocratiques*, folio essais, 1991.

Cela étant, les présocratiques ont été bien plus nombreux, ils peuplent même les premières années de notre enseignement secondaire : Thalès, Pythagore, Anaximandre, Démocrite, etc. Une grande singularité intellectuelle dans l'histoire de l'humanité.

²² Clements F. *Plant Succession*. Carnegie Institution, Washington, 1916.

régulières, observations bien traduites par l'expression « écologie de l'ordre et du chaos » (Worster, 1993)²³. Loin de l'idée que ce qui marche bien est bien agencé, comme une mécanique horlogère, on a déjà noté que le désordre est un facteur de résilience : il faut que tout bouge pour que rien ne bouge, cela dépend ce que l'on regarde, le détail ou l'ensemble. Cette évolution conceptuelle n'a été adoptée que par une minorité de chercheurs.

D'autres disciplines ont été imprégnées par ces mouvements : thermodynamique des phénomènes irréversibles, promue par Ilya Prigogine, mathématiques du chaos²⁴, paléontologie, avec par exemple la dynamique irrégulière de la biodiversité à l'échelle géologique, la génétique, la phylogénie, notamment son approche récente au niveau moléculaire, etc. C'est une évolution de l'ensemble du monde scientifique, à une science des phénomènes réguliers s'ajoute celle des dynamiques et structures erratiques, du linéaire au non linéaire. L'écologie ne peut pas passer au travers, au risque de perdre de sa crédibilité, de se fossiliser dans une pensée conservatrice ou pire de régresser en devenant réactionnaire.

Le caractère aléatoire et transitoire de beaucoup d'interactions et de processus n'est plus à démontrer, les effets du hasard sous-jacent peuvent être aussi bien négatifs que positifs, il peut même être indispensable. C'était le sens du livre « La nécessité du hasard », sachant que le débat sur le hasard et la nécessité est ancien, et que Jacques Monod en a proposé une version moderne, tout en précisant que son ouvrage « le hasard et la nécessité » est d'abord un essai philosophique pessimiste et selon Michel Morange : « Bien que non croyant, Jacques Monod restera très marqué, dans ses prises de position philosophiques et éthiques, par son héritage calviniste. »²⁵ Néanmoins, sa réflexion téléonomique (convergence vers des états naturels stables, optimaux dans des conditions données mais non définis a priori) remplace avantageusement la téléologie en estompant l'idée de finalité, de cause finale. Dans le cadre de mon dernier livre, en revanche, j'ai repris des références de François Jacob, mieux adaptés au discours que j'élaborais. Il faut néanmoins retenir la remarque de Michel Morange, nous sommes les uns et les autres influencés à des degrés divers par notre héritage culturel, notamment chrétien.

Quand on examine l'évolution de la pensée scientifique qui vient d'être décrite, on retrouve la proposition de Michel Foucault, notamment dans « Les mots et les choses »²⁶, avec le concept d'épistémè²⁷. Même si l'auteur a lui-même relativisé la portée de ce concept, la grille d'analyse est toujours à l'ordre du jour, avec la succession de phases suivantes dans la pensée occidentale : la conception cosmologique (renaissance et avant), héritée de Parménide et

²³ Worster D. The Ecology of Order and Chaos. In « The Wealth of Nature : Environmental History and the Ecological Imagination », 1993.

²⁴ Pour ce qui est du chaos, la vidéo suivante peut être visionnée : <https://www.youtube.com/watch?v=JNWM8hTXVNM&t=32s>,

Ainsi que les suivantes disponibles sous Youtube

²⁵ Michel Morange, Quatre « patriciens » de la science, Pour la science, 1er février 2002, LES GENIES DE LA SCIENCE N° 10. <https://www.pourlascience.fr/sd/biologie-moleculaire/quatre-patriciens-de-la-science-4619.php>

²⁶ Michel Foucault, Les mots et les choses, Gallimard, 2014 (Première édition, 1966).

²⁷ On pourra se référer au site : <https://philosciences.com/philosophie-generale/la-philosophie-et-sa-critique/10-michel-foucault-episteme>

d'Aristote, la conception ordonnée, les objets du monde sont décrits et classés (période classique), puis le mouvement, la dynamique, les changements sont introduits (période moderne). On peut penser que nous sommes entrés dans une période post-moderne avec la prise en compte de dynamiques irrégulières et de leur modélisation, donc de la compréhension des causes de leur occurrence. Cette évolution de la pensée concernant le vivant, illustre ces phases : la structure intangible du monde hérité de la philosophie aristotélicienne, reprise de la conception du cosmos de Parménide, prolongée par la pensée chrétienne (Saint Thomas D'Aquin et la scholastique), puis un monde ordonné. On décrit, on classe, on hiérarchise, c'est le règne de l'histoire naturelle, ensuite un monde dynamique, initié par la philosophie kantienne, avec la prise en compte de l'évolution du monde, le mouvement n'est pas que la réplication d'un motif, ou gentiment régulier, lisse, mais il s'accompagne de changements. La distinction entre la réalité et les représentations qu'on en fait est aussi clairement énoncée (la « révolution copernicienne » de Kant²⁸, dont l'illustration moderne est la pomme de Magritte et aussi tous les modèles mathématiques). La période actuelle, prend en compte les dynamiques irrégulières (chaos, intermittence, bifurcations, etc.) souvent qualifiées d'aléatoires, utiles pour penser les changements rapides, brutaux, les ponctuations au sens de Stephen Jay Gould. On peut même avancer qu'elle en est la fille : comment penser la biodiversité, qui n'est évidemment pas une discipline scientifique, mais un objet de recherche, sans prendre en compte ces aspects et sans l'intégrer dans une réflexion interdisciplinaire ?

Plus généralement, notre monde est incertain, peu prévisible, ou du moins son horizon de prévisibilité est limité. Même si l'on repousse cet horizon, il existera toujours : les prévisions météorologiques ne dépassent pas quelques jours, au mieux deux à trois semaines, mais ont été singulièrement améliorées grâce à une meilleure connaissance des processus en cause et à leur modélisation. La position exacte des planètes du système solaire est indéterminable au-delà de 65 millions d'années. Il y a 66 millions d'années, le meilleur scientifique de la planète, s'il avait déjà existé, n'aurait pas pu prévoir l'impact de la météorite de Chicxulub et ses conséquences. En revanche, l'augmentation de nos connaissances permet d'apprécier les dangers et les risques, de les anticiper, au cas où, et de penser les moyens d'en atténuer les conséquences. Alors, une 6^e grande extinction est-elle possible ? Oui, bien sûr, nous ne sommes pas à l'abri d'impacts météoritiques majeurs, ni d'une super nova, ni d'éruptions volcaniques géantes, ni de la manifestation de la bêtise humaine avec une guerre nucléaire généralisée ou des destructions systématiques d'écosystèmes. Les causes hypothétiques actuelles pourraient-elle la produire ? L'atteinte du vivant est avérée, mais a-t-elle une ampleur d'une des grandes extinctions historiques ? Autant de questions pour lesquelles les réponses restent quand même... hasardeuses.

En revanche, la possibilité d'émergence de nouvelles maladies infectieuses a été anticipée²⁹. Mais quand, quoi et où restaient des questions en suspens. Pour le où, les scientifiques en

²⁸ Deleuze G. *La philosophie critique de Kant*. Quadrige/Presses Universitaires de France, 2^e Ed., 1998

²⁹ Gellert G.A. Preparing for emerging infections, *Nature*, 370, 409-410, 1994. Cette préoccupation était intégrée dans le thème Environnement et Santé du plan d'actions 1995-1998 du programme Environnement, Vie et Société du CNRS, 30-31.

Guyane sont attentifs, car nous savons que la biodiversité amazonienne peut intégrer des aspects dangereux. Pour le quoi et le quand, dans l'ignorance nous restons vigilants. C'est vrai aussi dans d'autres régions de notre planète. Enfin, l'idée d'un monde profondément incertain fait son chemin, comme en témoignent des ouvrages récents : « un festival d'incertitude » d'Edgard Morin³⁰, et diverses interviews, ainsi que « Vivre dans un monde imprévisible » de Frédéric Lenoir³¹.

Et alors, quid de l'écologie ?

Il est possible de dessiner un schéma sur l'évolution des idées en écologie. Même si le courant dominant est très présent, il n'est pas le seul. De plus, la confusion des idées est un danger permanent, la porosité entre économie et écologie est très présente. S'inspirer d'autres disciplines est parfaitement louable et habituel. En revanche s'approprier des mots et implicitement des concepts est très risqué. Que l'écologie politique le fasse, c'est son affaire, mais pour l'écologie scientifique, cela traduit au mieux une faiblesse de la pensée. Il en est déjà ainsi de l'idée de service des écosystèmes et de celle de dette (écologique). La notion de service désigne des relations entre humains qui font l'objet de contrats incluant des réciprocités, de même pour la dette ; la « dette d'extinction » est une curieuse invention pour expliquer le retard dans les prédictions. Où est l'entité réciproque dans la nature, si ce n'est que par la définition d'une délégation ? Dans ce cas on peut cependant se poser de quelle autorité un ou un ensemble d'humains peuvent s'auto-désigner comme représentant des entités naturelles ? Ces questions posent plus généralement la question du droit appliqué à des entités non humaines si ce n'est de réguler les relations des humains entre eux à leur propos ou alors de modifier l'ontologie du droit en faisant de « choses naturelles » non plus des objets mais des sujets, comme il a été fait en créant la catégorie de personne morale³². Au fait, le droit des animaux a-t-il un sens ? Si ce n'est pas le cas on peut remarquer que c'est de grande noblesse de s'en inquiéter et de trouver les solutions selon notre sensibilité et éthique, en revanche pour ce qui est de l'économie quelques remarques supplémentaires s'imposent. Mais avant, noter qu'on parle de service et non pas de son contraire, les « disservices », par exemple les effets des pathogènes, comme le signale régulièrement Christian Lévêque. Cette vision obsessionnellement positive ne semble déranger que peu de monde, y compris dans le milieu scientifique pourtant si prompt à la critique.

En Guyane, les personnes, notamment les scientifiques, qui partent en forêt, et pour certaines peuvent y vivre plusieurs mois sont suivis par l'hôpital de Cayenne et l'Institut Pasteur qui veillent bien plus largement. Le programme Amazonie du CNRS, incluait une action « émergence et réémergence de maladies infectieuses en région amazonienne » (EREMIBA, resp. Christine Chevillon). Cf.,

Alain Pavé et Marie-Pierre Quésette (Ed), Développer et préserver Technologies, Cultures, Environnement et Développement, Colloque Académie des technologies en Guyane, novembre 2007.

Christine Chevillon, Écologie de la santé en bassin amazonien, projet Eremiba, in « Amazonie, une aventure scientifique et humaine du CNRS » (Dir., Alain Pavé et Gaëlle Fornet), Galaade, Paris, 2010.

³⁰ Gallimard, avril, 2020.

³¹ Fayard, juin, 2020.

³² Les travaux de Marie-Angèle Hermitte, à ce sujet, doivent être cités, par exemple : La nature, sujet de droit ? Annales. Histoire, Sciences Sociales, 2011/1 (66^e année)

Les liaisons dangereuses entre écologie et économie

La dette écologique, fausse bonne idée, mais pas vide de contenu, vise à transposer la notion de dette financière à une dette due à la surexploitation des ressources naturelles, aux effets des pollutions et à d'autres perturbations de l'environnement, où le créancier serait la nature, puis la planète et le débiteur les sociétés humaines, notamment occidentales. Fondée sur la constatation de la prédation exercée sur les pays en développement, elle traduit une situation bien réelle et évaluable en termes économiques et surtout humains, sauf que les rapports de pouvoirs ont fait que la dette n'était pas remboursée, ses intérêts non payés et cela au prix d'une grande corruption. Que dire des ONG bien pensantes qui participent à l'expropriation des petits paysans africains, pour faire des réserves naturelles au grand bonheur des « safaristes » des pays du nord³³ (patience, cela vient chez nous !³⁴). Et là nous restons dans la stricte sphère économique.

En revanche : « La dette écologique est aussi la dette, toujours non monétaire, des humains redevables envers leur planète et les autres animaux peuplant la Terre. Elle se caractérise notamment par le Jour du Dépassement étant le jour où l'être humain a consommé plus que ce que la Terre est capable de donner. Pour le calculer, on recoupe deux données : « la biocapacité de la planète et l'empreinte écologique de l'humain »³⁵. Cette expression pseudo-scientifique est critiquable, mais ne lui est pas propre : humanisation de la nature, de la Terre ou, selon l'expression actuelle, de la Planète, autant de catégories aux statuts épistémologiques contestables et dont les évaluations sont toutes aussi critiquables. Partant d'une bonne idée, celle de fonder les relations Nord-Sud sur des bases humanistes et équitables, la dérive estompe les responsabilités et les victimes ne sont plus les humains surexploités ainsi que leurs ressources avec leurs environnements dégradés, ce sont les écosystèmes, la nature, voire la planète tout entière. Les humains sont accusés dans leur ensemble et comme souvent ce sont les plus pauvres qui en pâtiront, dédouanant les autres. Est-ce là un humanisme ? Ces idées sont souvent portées par des ONG plus que par des scientifiques, même si certains se laissent glisser vers ces organisations, ces dernières se dotant ainsi d'habits scientifiques mal taillés. Pour redresser la barre, l'humain est réintroduit via les « générations futures », mais cette « économisation verbale » des problèmes environnementaux oublie les autres « valeurs » portées par notre environnement et fruits de notre entendement : esthétiques, éthiques, récréatives, poétiques etc., bien plus humaines que l'économie. Croyant bien faire ou faire avaler la pilule, on dénature. Néanmoins, une partie de la communauté scientifique tente d'améliorer la situation épistémologique ; par exemple l'article « Une dette écologique ? » de Geneviève Azam, présente une analyse fine³⁶, ou des colloques comme celui organisé par l'Université de La Rochelle, en 2014, tentent de

³³ Guillaume Blanc. Urgence écologique : reconnaître nos erreurs. AOC, 23 septembre 2020.

<https://aoc.media/opinion/2020/09/22/urgence-ecologique-reconnaitre-nos-erreurs/>

³⁴ Perrine Mouterde. Dans le Vercors, tensions autour d'une réserve de vie sauvage. Le Monde, 9 octobre 2020, 10.

³⁵ https://fr.wikipedia.org/wiki/Dette_%C3%A9cologique

Soulignons au passage dans que ces indicateurs tout ce qui permet d'amplifier les ressources est omis : haro sur Prométhée, vive Noé !

³⁶ Revue du MAUSS, 2 :42, 30-40, 2013.

redresser la barre : « une théorie générale de la dette écologique reste à penser. Quelles réalités scientifiques peut-on donner à ce slogan politique ? Quels sont les instruments et concepts développés pour appréhender la dette écologique ? »³⁷ En fait, cet exemple montre les dangers de l'appropriation de concepts d'une discipline par une autre, il en est de même pour le terme origination, issu du vocabulaire de la finance, la communauté en cause en est bien consciente. Cependant, la trajectoire est un peu plus compliquée et passe souvent par ces ONG qui énoncent le concept et arrivent à convaincre quelques scientifiques qui prennent relais. En fait, comme dans de nombreux autres cas, ce type de problème gagnerait à être abordé par de véritables actions interdisciplinaires, comme il en a existé, mais parfois dénigrées, même par les institutions qui les portaient, tant l'ontologie administrative résiste à la réalité scientifique.

L'économie est mobilisée pour parler de la marchandisation des produits de la biodiversité, de leur « économie » au sens classique de la discipline. Cependant, on peut s'interroger pour décider ou non de faire un bien commun de tout ou partie de cette biodiversité, proposition qui est faite dans mon ouvrage et qui n'est pas relevé dans les critiques, ni d'ailleurs de ce qui est dit sur « la tragédie des communs » sujet éminemment social et économique exposée par un scientifique écologue et allègrement adoptée par toute l'école néolibérale et conservatrice.

Cependant, l'économie emprunte aussi à l'écologie, quand les tenants de cette même école tentent de faire de l'économie un fait de nature avec des lois aussi intangibles que celles de l'hérédité ou de la gravitation. On a vu aussi emprunter des arguments à la théorie de l'évolution ou au transformisme et en faire des arguments d'autorité. Tout cela est au moins une source de confusion. Les mots sont porteurs de sens, les utiliser dans un contexte qui n'est pas celui pour lequel ils ont été défini est risqué sur le plan intellectuel et désastreux pratiquement.

Enfin, le statut de l'économie a été sérieusement perturbé par la crise sanitaire et nous rappelle qu'elle est un moyen pour faciliter et réguler les échanges entre humains, par exemple de biens, de matières, de ressources et de services. Elle est une construction sociale, pouvant être modifiée au gré des contraintes et des objectifs de nos sociétés, elle n'est pas un fait de nature, ni un outil de totalitarisme. Son approche scientifique est évidemment parfaitement justifiée, mais sur des bases non idéologiques pour ne pas en faire un instrument de pouvoir. Faire une évaluation « économique » des services des écosystèmes et du « capital naturel », dans un système donné, est un exercice scientifique intéressant, mais sans plus³⁸.

³⁷ <https://apps.univ-lr.fr/cgi-bin/WebObjects/Colloque.woa/wa/menu?code=1121&idMenu=4442&lang=fr>

On oublie aussi que l'économie est une construction humaine, même si certains souhaiteraient la « naturaliser » pour faire passer ses « lois » comme des lois de la nature, avec l'effet pervers de l'ensauvager. La crise de la Covid 19, montre précisément comment tout le cadre théorique de l'économie saute au bénéfice de l'urgence sanitaire. C'est un immense progrès pour l'humanité.

³⁸ Costanza, R., et al., The value of the world's ecosystem services and natural capital, Nature, 1997, 387, 253-260.

IPBES vs Giec

Il me semble que le fond de mon livre n'ait pas toujours été compris : il ne s'agit pas de nier les problèmes catalogués sous l'étiquette biodiversité, mais de montrer que l'importance du sujet, son étendue et sa complexité méritent de s'y attaquer sérieusement en relevant certaines faiblesses méthodologiques et théoriques, face à des discours péremptaires. Par ailleurs, ayant suivi de près les travaux du GIEC, bien structurés, solidaires, avec une contribution scientifique solide, je constate que nous sommes loin du compte pour la biodiversité, notamment pour l'IPBES³⁹, mais l'amélioration est possible, sinon nécessaire. Dans les années 1990 et 2000, il fallait se battre pour valoriser les recherches dans ce domaine et trouver les moyens de les soutenir, ce qui était plus aisé pour les collègues du climat qui montraient une plus grande cohésion.

Biologie de la conservation et gestion des populations ?

Cette expression désigne un secteur de recherche et d'applications dévolu à une approche scientifique de la conservation des organismes et des populations. Cet objectif et les moyens mis en œuvre nécessitent bien une telle approche plutôt que de rester dans l'empirisme. Cependant dans le discours il semble y avoir au moins deux confusions :

- Une première entre écologie et ce domaine, si l'écologie est une des principales disciplines concernées elle n'est pas la seule. Dans mon ouvrage j'y fais allusion dans la figure de la page 59.
- Une seconde entre domaine de recherche et discipline scientifique. De plus, quand on examine l'ensemble, il s'agit plus de gestion des populations que de biologie alors que la biologie des populations peut revendiquer le statut de discipline ; en revanche cette dernière ne recouvre pas l'écologie, choix épistémologique et institutionnel qui a fait confondre les deux au CNRS pendant un temps pour des raisons pratiques de gestion des compétences.

Quand on détaille les spécialités invoquées par la biologie de la conservation, et ses objectifs, nous sommes plus proches d'une ingénierie biologique et écologique que d'une discipline scientifique, et c'est très noble et pertinent. Noé n'est pas un gestionnaire des populations, c'est un directeur de parc zoologique.

Le flux de la pensée

Mais revenons aux grandes évolutions scientifiques. Les flux historiques et conceptuels depuis l'antiquité, depuis les philosophes présocratiques, ont été accompagnés par des progrès méthodologiques et instrumentaux, mais longtemps basés sur des observations tant les mesures et analyses étaient difficiles. De plus, la variabilité biologique et écologique rendait toute généralisation hasardeuse. La modélisation intégrée à la démarche scientifique,

³⁹ Qui pourrait aussi éviter de commettre certaines maladresses, comme les deux seules illustrations de la page d'accueil sur le site de l'UNESCO montrant pour le première un groupe de gorilles assis sur une branche et l'autre un amérindien dans une pirogue rudimentaire, serait-il le chaînon manquant entre le singe et l'homme. Bien sûr, il s'agit d'une maladresse, mais l'institution pourrait s'en passer.

<https://fr.unesco.org/themes/biodiversity/governance?fbclid=IwAR33VMYTHhcFpKvsKWpy2qTCaIx70NP0hiwUQUIBIW90VsRtKNiZz23pzRc>

un vrai succès dans les sciences physiques, était délicate et ses résultats beaucoup plus modestes et il faut rester humble comme l'a remarqué fort justement Juliette Rouchier⁴⁰. Les instruments se sont énormément améliorés permettant des mesures et des évaluations de plus en plus diversifiées et précises. De même, les accès et parcours sur le terrain ont bénéficié de moyens nouveaux de positionnement et de navigation. Le lecteur pourra se faire une idée globale avec les travaux de recherche sur l'Amazonie⁴¹.

Qu'en est-il de l'ordre et du chaos dans la pensée ? Le chaos bien « contrôlé » et limité dans le temps est source d'inspiration, collectivement, c'est l'intérêt du brainstorming. En revanche, les idées doivent être ordonnées et structurées pour qu'elles soient ensuite utilisables et transmissibles. En résumé, ce que nous savons et proposons :

- Les écosystèmes spontanés (ou naturels), qui ne sont gouvernés que par leurs propres dynamiques et soumis à des perturbations diverses souvent aléatoires, ont une structure plutôt désordonnée.

- Au sein de ces écosystèmes des interactions entre les êtres vivants, qui le composent, et de ces êtres vivants avec leur milieu, forment des réseaux temporaires, de plus ou moins grande durée d'existence. Un écosystème est donc une structure souple et changeante. Les changements sont plus ou moins rapides et leurs durées plus ou moins longues.

- Les êtres vivants qui les composent peuvent être attachés à des catégories taxonomiques, la plus commune étant l'espèce. Les individus de même espèce constituent des unités dynamiques appelées populations, un ensemble de populations dans un même écosystème forment une communauté. On peut parfois qualifier ces communautés, par exemple communautés végétales, animales, microbiennes. Ces entités dynamiques peuvent apparaître, croître, décroître, voire disparaître spontanément. Ce n'est pas le cas des catégories taxonomiques, une espèce ne disparaît que lorsqu'elle est rayée du catalogue. Bien que les trilobites, en tant qu'êtres vivants, aient disparu depuis le Permien, leurs espèces existent toujours. En revanche, régulièrement des espèces synonymes sont supprimées pour ne garder que la dénomination la plus significative.

- Individus, populations, communautés,... constituent des niveaux d'organisation des systèmes vivants. Le plus haut niveau est la biosphère, l'ensemble des êtres vivants de la planète. Ces différents termes désignent des catégories fonctionnelles. Localement, il peut y avoir des relations plus ou moins durables entre individus d'espèces différentes, mais le terme d'assemblage (entre espèces) est-il bien choisi ? Les idées sont-elles si différentes ou est-ce encore un terme ne traduisant qu'une réalité fugace ?

- L'ensemble a une histoire décrite et conceptualisée par la théorie de l'évolution, intégrant les processus produisant les changements, générateurs de cette fameuse variabilité biologique, et prenant en compte les perturbations exogènes. En reprenant les catégories

⁴⁰ *Op. Cit.*

⁴¹ Pavé A. Amazonie : un vaste écosystème en évolution permanente, Encyclopédie de l'Environnement, [en ligne ISSN 2555-0950] url : <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/amazonie-ecosysteme-evolution-permanente/>, 2020.

Pavé A et Fornet G. Amazonie, une aventure scientifique et humaine du CNRS. Gallade, Paris 2010

causales d'Aristote, on peut avancer que la question de l'origine, à savoir la cause matérielle, est presque réglée, la cause formelle, celle de l'essence, n'est plus scientifiquement d'actualité, la cause motrice est contenue dans le fait évolutif, reste la cause finale. Pour les écologues du changement elle n'est pas de l'ordre de la science, pour les autres, la question reste en suspens, mais implicitement elle est contenue dans la recherche de l'ordre émergent. Très tôt, j'ai appris d'un admirateur de Pierre Teilhard de Chardin, ses interrogations métaphysiques sur le futur de l'Homme. C'est d'ailleurs ainsi, qu'adolescent, j'ai entendu pour la première fois parler de l'évolution par un prêtre de mes amis. Après bien des années, je suis convaincu que le point oméga n'existe pas comme cause finale, et que l'avenir des humains est indiscernable car dépendant d'une multitude d'aléas, dont ceux qu'ils produisent eux-mêmes.

- À tous les niveaux, pour toutes les entités vivantes, le hasard joue un rôle important. Il est en particulier le facteur, d'origines multiples, qui engendre ce qu'on appelle la biodiversité. Comme l'évolution biologique n'est possible que si cette diversité est suffisamment importante, on peut dire, une fois de plus, que le hasard est nécessaire à l'évolution.

Pratiquement, les scientifiques oscillent entre les deux positions, la vision néo-fixiste est opérationnelle dans des temps courts (comme l'approximation linéaire locale d'une fonction), mais ne tient pas sur le fond, ni dans la durée.

En guise de conclusion

Le refus de considérer les processus endogènes générateurs de variabilité nous prive de possibilités d'action pour en réguler l'expression et plus gravement freine la compréhension de la dynamique des objets qui l'intègrent, comme la biodiversité. La position conservatrice bloque la pensée parfois en s'exprimant comme un terrorisme intellectuel. Par exemple, plutôt que limiter les recherches sur le cancer à la quête d'anticancéreux qui seraient d'autant meilleurs qu'issus de cette merveilleuse biodiversité, et plutôt chercher à limiter la différenciation des cellules cancéreuses par le contrôle des « roulettes biologiques », oui dans ce cas plutôt Prométhée que Noé ! Les conservateurs et les conservatrices, volontairement ou non, confinent la pensée humaine dans le labyrinthe de l'illusion naturaliste, et alors dans une attitude contemplative, confinant parfois au religieux, en opposant l'humanité à la nature ; leurs actions pourraient être réservées à la partie la plus noble, celle de préserver et de concevoir des espaces naturels en harmonie avec ceux nécessaires à la production de biens, en respectant les humains qui les habitent. Plutôt que d'opposer, concilions Noé, enfin un Noé plus directeur de parc naturel que de zoo, et Prométhée, un Prométhée plus technologue, écologue et philosophe que forgeron !

La sphère médiatique trouve plus fréquemment son compte dans la facilité du discours plutôt que de tenter une transmission adaptée du discours scientifique, encore une fois les récits à consonances bibliques ou romantiques prennent le pas sur l'exposé scientifique.

En tout état de cause, il persiste beaucoup de confusions, notamment quand des idées, n'étant que des hypothèses, des spéculations, sont associées pour élaborer un cadre théorique et d'en rester là, sans confronter cet édifice à la réalité. Or ce type de raisonnement

est fréquent chez les « militants » y compris certains scientifiques. Seuls les faits peuvent valider ou réfuter partie ou totalité du cadre théorique.

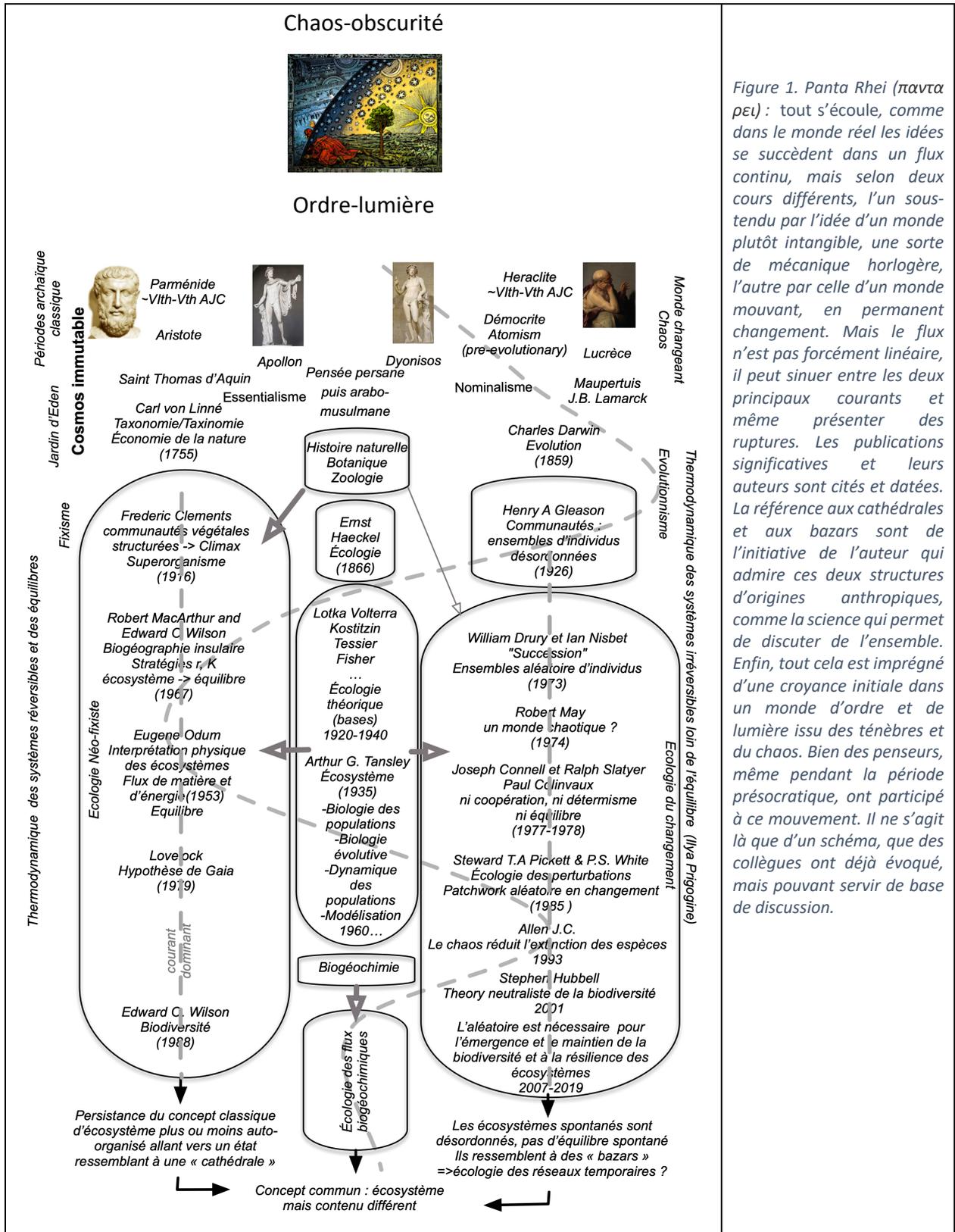


Figure 1. Panta Rhei (παντα ρει) : tout s'écoule, comme dans le monde réel les idées se succèdent dans un flux continu, mais selon deux cours différents, l'un soutenu par l'idée d'un monde plutôt intangible, une sorte de mécanique horlogère, l'autre par celle d'un monde mouvant, en permanent changement. Mais le flux n'est pas forcément linéaire, il peut sinuer entre les deux principaux courants et même présenter des ruptures. Les publications significatives et leurs auteurs sont cités et datés. La référence aux cathédrales et aux bazars sont de l'initiative de l'auteur qui admire ces deux structures d'origines anthropiques, comme la science qui permet de discuter de l'ensemble. Enfin, tout cela est imprégné d'une croyance initiale dans un monde d'ordre et de lumière issu des ténèbres et du chaos. Bien des penseurs, même pendant la période présocratique, ont participé à ce mouvement. Il ne s'agit là que d'un schéma, que des collègues ont déjà évoqué, mais pouvant servir de base de discussion.