

de détermination jusque-là « oubliée », à savoir la *machresis*, qui s'associe en plus, lors d'une émergence, à l'avènement spontané de nouvelles lois fondamentales (voir p. 251 *sq.*), est certes théoriquement utile et métaphysiquement cohérent, mais empiriquement non supporté (en tout cas de manière évidente), au point de pouvoir apparaître comme une inflation métaphysique *ad hoc* (et qui ne cadre au mieux que vaguement avec les propos des scientifiques, malgré ce que l'auteur en pense).

Qu'on ne s'y trompe pas, malgré les quelques faiblesses potentielles du texte identifiées ici, l'ouvrage de Gillett reste une réflexion précieuse quant à la problématique de l'émergence et de la réduction dans les sciences. Si toutes les analyses de l'auteur ne convainquent pas nécessairement, il n'en demeure pas moins que celui-ci identifie et caractérise avec précision et pédagogie une piste de recherche fructueuse et prometteuse au sein de débats qui, il est vrai, tendent à s'enliser. Avec l'ouvrage *Emergence. A philosophical account* de Paul Humphreys, également publié fin 2016, et dont un compte rendu se trouve aussi dans la présente rubrique (114, 4, 2016, p. 760-766), le livre ici analysé participe d'un certain renouveau dans notre compréhension philosophique de l'émergence.

Olivier SARTENAER
Universität zu Köln

Time of nature and the nature of time. Philosophical perspectives of time in natural sciences. Christophe BOUTON, Philippe HUNEMAN (editors and introd.) (Boston studies in the philosophy of sciences). Un vol. de xiv-403 p. Cham, Springer, 2017. Prix : 127,19 € (HBK) ; 101,14 € (E-BOOK). ISBN 978-3-319-53723-8 (HBK) ; 978-3-319-53725-2 (E-BOOK).

Clarifier la nature du « temps de la nature » – l'opposé du « temps subjectif de l'expérience vécue » selon Ricœur – sur la base de l'usage de la notion de temps en sciences de la nature, tel est le but de cet ouvrage collectif (p. 2). Le livre, dont la moitié des contributeurs sont attachés à des institutions francophones, a paru en anglais dans une maison d'édition internationale.

Une vaste littérature sur le temps existe déjà en philosophie de la physique. Selon les éditeurs, cependant, la vision du temps qui ressort de ce domaine est disparate vu la diversité des sciences physiques. D'où une spécificité du livre expliquée dans l'introduction (Ch. 1, p. 12) : il réalise « l'ambition [...] de séparer la philosophie du temps et les problèmes physiques » en présentant, outre le temps en physique (Partie II), le temps en paléontologie (Partie III) et en biologie évolutionniste (Partie IV).

En guise de préparation, la Partie I est supposée explorer la relation entre l'expérience du temps et le temps scientifique. Deux des quatre chapitres de cette partie abordent en effet cette question, en particulier en relation à la physique (Ch. 2 et 5). Les deux autres chapitres de cette partie et les quatre autres chapitres de la Partie II portent sur le temps et les paradoxes temporels en physique. Dans un ordre dont la motivation n'est pas évidente, on trouve deux articles sur la mécanique classique (Ch. 4 et 9), deux articles sur la mécanique quantique (Ch. 7 et 8) et deux articles sur la relativité restreinte (Ch. 3 et 6).

Jenann Ismael (Ch. 2) décrit soigneusement l'expérience du temps comme un changement récurrent de système de référence par rapport à l'histoire, et le temps en

physique (relativiste) comme indépendant de tout système de référence et statique. Le lien entre les deux est assuré par « un système de récolte et d'usage de l'information » (« IGUS ») qui génère des systèmes de référence à partir de la perception en vue d'agir. David Braddon-Mitchell et Kristie Miller (Ch. 5) affirment que les sciences psychologiques – mais pas la paléontologie et la biologie évolutionniste – servent à préciser la notion de temps venant du sens commun pour que la physique en identifie ensuite un, plusieurs ou aucun référent(s). Leur texte n'éclaire pas les raisons pour lesquelles la physique ne pourrait pas travailler directement avec la notion de temps issue du sens commun, ni pourquoi cette notion devrait être précisée par les sciences psychologiques plutôt que par la philosophie analytique, ni encore pourquoi les sciences psychologiques ne pourraient pas identifier le(s) référent(s) de la notion de temps elles-mêmes.

Annick Lesne (Ch. 4) ainsi que Vincent Ardourel et Anouk Barberousse (Ch. 9) affirment que la mécanique classique (continue ou discrète) n'a rien à dire sur la nature du temps. C'est certainement une conclusion paradoxale pour un livre dont l'objectif est de clarifier cette question, d'autant plus que le matériel présenté dans ces chapitres serait prometteur sur ce plan. Le Ch. 9 discute en effet des représentations moins habituelles du temps comme discret plutôt que continu et comme variable plutôt que paramètre, alors qu'au Ch. 4 on trouve des définitions opérationnelles du temps et une discussion du rapport entre la représentation du temps et le découplage des dynamiques à des échelles temporelles différentes dans un système physique ou biologique étudié.

Huw Price et Ken Wharton (Ch. 7), d'un côté, et Joseph Berkovitz (Ch. 8), de l'autre, discutent de la rétrocausalité (la situation où un effet est dans le passé par rapport à sa cause) en mécanique quantique. Le Ch. 7, écrit dans un style captivant, peut être facilement compris par des non-spécialistes. La rétrocausalité y est dérivée via l'imposition de la symétrie de la dynamique sous réflexion de l'axe temporel. L'originalité de cette dérivation consiste en ce qu'on se base sur des prémisses accessibles à Einstein en 1905 (en particulier sur la quantisation de la lumière). Les auteurs argumentent, en conséquence, que la rétrocausalité doit être prise au sérieux en tant qu'elle est une alternative, fidèle aux intuitions d'Einstein, à l'action quantique à distance que ce dernier critiquait vigoureusement. Le Ch. 8, plus technique, analyse les descriptions de certaines expériences quantiques du type EPR par des modèles rétrocausaux qui admettent des cercles causaux (où un effet peut causer sa cause). Le modèle Bohmien causalement symétrique (CSBM), en particulier, a l'avantage de proposer une description déterministe et locale (à la différence notamment de la mécanique Bohmienne originale qui est déterministe et non-locale). Dans cette approche la corrélation entre les résultats de mesure dans les expériences en question est causée par la corrélation entre des fonctions d'onde qui se propagent vers le passé. Mais cette dernière corrélation est primitive et n'a donc pas, selon l'auteur, de valeur explicative. Ainsi, en résolvant le paradoxe d'EPR, on en arrive à un autre paradoxe.

Carlo Proietti (Ch. 3) propose un texte court, clair et convaincant. L'auteur y présente l'appel aux logiques temporelles comme un moyen pour résoudre les paradoxes temporels. A. N. Prior avait utilisé des logiques temporelles alternatives pour invalider la conclusion d'un ancien paradoxe sur la nécessitation du futur contingent. Proietti utilise à l'inverse de telles logiques pour reformuler deux paradoxes de la

relativité restreinte – le paradoxe temporel des jumeaux et le paradoxe du voyage vers le passé – comme des arguments à conclusion valide. Enfin, Christophe Bouton (Ch. 6) affirme qu'en relativité restreinte un évènement futur dans un système de référence et se trouvant dans le présent spatialement éloigné dans un autre système de référence est indéterminé dans les deux. Il n'est pas évident que cela aide à résoudre le paradoxe qui consiste en ce que ce même évènement devrait être déterminé du fait de se trouver dans le présent local ou dans le passé d'un troisième système de référence. L'article contient néanmoins des discussions utiles à propos des différentes réponses à ce paradoxe, de la notion de « block universe » en relativité restreinte et des arguments pour et contre l'abandon du devenir dans ce contexte.

Il manque dans la première moitié du livre une discussion de quelques sujets majeurs en philosophie de la physique : le problème de l'inexistence apparente du temps dans la relativité générale et la gravité quantique Hamiltoniennes (qui constitue le problème le plus radical du temps en physique contemporaine), l'émergence de la flèche du temps en thermodynamique (qui n'est que très brièvement évoquée au Ch. 4) et la ramification du temps en mécanique quantique d'Everett (la présentation des deux derniers sujets eût été utile étant donné la discussion des structures ramifiées irréversibles dans la Partie III). Néanmoins, le matériel présenté est représentatif d'une partie de ressources disponibles pour l'étude de la nature du temps en philosophie de la physique et on peut, à cet égard, en recommander la lecture.

La Partie III contient trois chapitres consacrés aux différences d'origine méthodologique, pragmatique et épistémologique entre le temps dans et en dehors de la paléontologie (Ch. 10 à 12). Dans la Partie IV on trouve trois chapitres qui discutent du développement dans le temps des taxons, des populations et des organismes (Ch. 13 à 15). Le rapport entre ces sujets et l'ontologie du temps n'est pas clairement expliqué.

Armand J. de Ricqlès (Ch. 11) fait quelques remarques à caractère littéraire et décrit le chemin parfois tragique vers la victoire de la science paléontologique sur le premier « paradigme (« framework ») principal » du « Monde occidental » qu'était la chronologie biblique (p. 238) (sans que l'Antiquité soit ici mentionnée). Dans les Sections 11.3-11.5 il analyse les différences entre le temps en biologie et le temps en paléontologie dans le contexte plus large des différences entre les sciences expérimentales et nomologiques et les sciences historiques dont l'objet est particulier et unique (les différentes branches de la physique étant placées dans les deux catégories). Pascal Tassy (Ch. 12) discute des différences entre les structures paléontologiques et « la flèche du temps », décrite par lui comme une structure où des périodes se succèdent (ce qui ressemble plus au temps qu'à sa flèche, car l'expression « la flèche du temps » désigne habituellement la direction du temps). Ces différences, d'origine apparemment pragmatique, consistent en ce que dans une structure paléontologique une période peut en englober une autre (comme dans le cas de la notion de Phanérozoïque utilisée dans l'étude des extinctions de masse), une structure peut être ramifiée plutôt que linéaire (pour représenter des liens de parenté) et des taxons qui existaient pendant des périodes différentes peuvent être placés au même niveau (pour représenter des liens de similarité). Les deux auteurs fournissent par ailleurs des informations sur l'histoire de l'école française de paléontologie.

John Huss (Ch. 10), après avoir décrit la phénoménologie – en particulier la spatialisation – du temps en paléontologie (le cours du temps amenant des couches

matérielles), fournit un ensemble de raisons historiques, cognitives, techniques et sociologiques qui empêchent de finaliser la construction de l'échelle absolue (basée sur les dates) et qui expliquent pourquoi on utilise toujours l'échelle relative des périodes paléontologiques (basée sur les événements particuliers plutôt que sur leurs dates). Selon l'auteur, on peut tout de même s'avancer dans la construction de l'échelle absolue en s'appuyant sur la conciliation des techniques de datation qu'il propose de considérer comme une marque d'objectivité. Plus généralement, selon lui, le problème épistémique de l'accès au passé n'est pas complètement irrémédiable. Ainsi, un relatif succès de la reconstruction des couleurs des plumes des dinosaures montre que l'éloignement dans le temps peut parfois faire avancer notre compréhension du passé plutôt que lui nuire. Par ailleurs, l'incomplétude des couches paléontologiques peut parfois nous informer de l'absence de la vie dans certains environnements plutôt que d'en cacher des traces comme cela a été suggéré par la métaphore du « livre à pages manquantes » utilisée par Lyell et Darwin.

Philippe Huneman (Ch. 14) critique l'extrapolation des lois de la microévolution (qui concerne le niveau de la spéciation tout au plus) sur la macroévolution (qui concerne des taxons plus larges que des espèces). D'un côté, il présente des objections basées sur le matériel paléontologique : les équilibres ponctués peuvent requérir des nouveaux processus sous-jacents ; les formes des clades peuvent être reproduites par des modèles où la sélection ne joue pas de rôle prédominant ; les extinctions de masse peuvent être dues à des raisons contingentes à la biologie. D'un autre côté, il donne trois nouveaux arguments reposant sur des bases mathématiques : l'élargissement de l'espace des génotypes et de l'espace des phénotypes accroît la probabilité que l'espace développemental qui les lie devienne pertinent ; un paysage des valeurs sélectives localement plat peut s'avérer non-uniforme à une échelle plus grande ; l'approximation entre la randomisation atténuée et la randomisation violente n'est pas valable à grande échelle. Ces nouveaux arguments illustrent une interaction bénéfique entre les sciences formelles, la philosophie et les sciences historiques ou empiriques.

Jean Gayon et Maël Montévil (Ch. 13) montrent qu'on trouve, dans la génétique théorique des populations, les exemples de la répétition, de la rétrodictabilité, de la réversibilité mathématique, ainsi que de la réversibilité mathématique faible où des paramètres figurant dans les équations ne sont pas préservés sous réflexion de l'axe temporel. Les auteurs envisagent la mutation récurrente comme irréversible parce que, dans l'équation qui la décrit, la réflexion temporelle ne préserve pas un « paramètre crucial ». Pourtant ce cas-là pourrait bien illustrer leur catégorie de la réversibilité mathématique faible si l'on identifie leurs « paramètres cruciaux » avec des paramètres simples (dans l'esprit pragmatique de la Section 9.4.2.1). Sinon, cet exemple pourrait illustrer une catégorie distincte de la réversibilité mathématique à des « paramètres cruciaux » près (cf. la symétrie physique fondamentale CPT, Section 7.3). Enfin, Antonine Nicoglou (Ch. 15) présente une revue historique des manières de diviser le développement d'un organisme en étapes, une analogie entre le temps de développement et le temps de la musique et une apologie du rôle explicatif plutôt que causal du temps en développement. Il est regrettable cependant que le rôle causal de la simultanéité des transcriptions des gènes ou de la proximité spatiale des parties d'un organisme ne soit pas discuté pour faire le lien, à l'aide des

références évoquées dans le texte (p. 383), avec l'avènement du rôle causal de l'espace-temps en relativité générale.

Par rapport à la première moitié du livre, la deuxième moitié du livre s'insère moins clairement dans le projet du recueil tel qu'il est formulé dans l'introduction. Le contenu de l'ouvrage en témoigne. En effet, la physique porte directement sur le temps (du moins dans les théories comme la relativité restreinte, la relativité générale et la gravitation quantique) ou encore sur la causalité dont le lien avec le temps est assez articulé (cf. Section 8.1). Par contraste, la paléontologie et la biologie évolutionniste portent sur le développement des entités biologiques sans questionner directement la nature du temps, comme cela est précisé dans la Section 5.3.2. En outre, la pluralité des approches du temps en physique est atténuée par la tendance d'unification dans la physique fondamentale et par la distinction entre les théories fondamentales et effectives. À l'opposé, la paléontologie et la biologie semblent se trouver au même niveau et leurs notions de temps paraissent distinctes, comme cela est expliqué au Ch. 11. Enfin, la physique apporte des sujets absents en paléontologie et en biologie tels que l'inexistence du temps, l'élimination de la simultanéité absolue et le temps circulaire. Au contraire, la biologie et la paléontologie semblent ne toucher qu'aux « sujets transversaux » (tels que la réversibilité et l'irréversibilité de la dynamique, leur dépendance des échelles et le caractère déterminé des événements passés) qu'on trouve également en physique, comme on le voit au Ch. 1 (p. 15-17). Ainsi, la tension apparente avec le projet du livre empêche d'apprécier pleinement le matériel de la deuxième moitié du livre, par ailleurs intéressant.

En somme, les décisions relatives à l'organisation et au projet de ce collectif soulèvent des questions, alors que son contenu est susceptible d'intéresser un large public par son niveau de présentation qui se veut accessible et grâce à son caractère pluridisciplinaire.

Valeriya CHASOVA
Université catholique de Louvain