

Youna Tonnerre

COMPTE RENDU CRITIQUE:

CHRISTOPHE BOUTON & PHILIPPE HUNEMAN (EDS.), TIME OF NATURE AND THE NA- TURE OF TIME. PHILOSOPHICAL PERSPECTIVES OF TIME IN NA- TURAL SCIENCES, 2017



Youna Tonnerre

COMPTE RENDU CRITIQUE: CHRISTOPHE BOUTON & PHILIPPE HUNEMAN (EDS.), TIME OF NATURE AND THE NATURE OF TIME. PHILOSOPHICAL PERSPECTIVES OF TIME IN NATURAL SCIENCES, “BOSTON STUDIES IN THE PHILOSOPHY AND HISTORY OF SCIENCE”, SPRINGER, 2017

Qu'est-ce que le temps si on en croit les sciences de la nature contemporaines ? C'est à cette vaste question que Christophe Bouton et Philippe Huneman proposent de répondre au sein de cet ouvrage collectif. Pour ce faire, ils font le double choix méthodologique de ne pas réduire l'analyse à ce qu'affirment les sciences physiques et de mettre en dialogue philosophes des sciences et scientifiques. Ils prennent ainsi le contre-pied de la plupart des ouvrages de philosophie des sciences du XXe siècle, qui – de Hans Reichenbach (1920, 1928, 1956) à Lawrence Sklar (1974, 1985, 1993) ou encore Huw Price (1996) – traitent de la nature du temps, et des problèmes qui lui sont associés, en se concentrant presque exclusivement sur la physique, et témoignent de la richesse que peut apporter, dans l'examen de telles questions, une collaboration entre philosophes des sciences et scientifiques.

1 – Temps de la nature versus temps de l'âme

L'ouvrage, qui compte quinze chapitres auxquels dix-huit auteurs et autrices ont contribué, est divisé en quatre parties. La première partie (chap. 2 à 5) vise à explorer les rapports entre l'image manifeste du temps, telle qu'il apparaît à la conscience lorsque celle-ci en fait quotidiennement l'expérience, et celle que les sciences nous en donnent – suivant la séparation introduite dans les *Confessions* par Saint Augustin entre le *temps de l'âme* et le *temps de la nature*. Le problème de leur incompatibilité est au cœur de cette partie. C'est que, tel que l'avait souligné Paul Ricœur (1983, 1984, 1985) et tel que le rappellent les éditeurs au sein du chapitre introductif, ces deux manières de se représenter le temps semblent être irréductibles l'une à l'autre et constituer, pour cette raison, une « aporie insurmontable » pour la philosophie. Leurs divergences sont d'autant plus importantes qu'elles n'ont cessé, semble-t-il, de se multiplier au cours de l'histoire, à tel point qu'au sein des sciences contemporaines, il peut sembler ne plus rien rester, ou presque, de ce qui nous apparaît intimement caractériser le temps. En témoignent les chapitres des trois parties suivantes de l'ouvrage, qui visent à mettre en lumière la manière dont nos meilleures théories scientifiques – i.e. celles qui sont acceptées et utilisées par la

majorité des hommes et des femmes de science aujourd'hui – le représentent, à la fois dans le domaine de la physique – relativiste, quantique et classique – (partie II, chap. 6 à 9), dans les disciplines qui traitent du « temps profond » – telles que la géologie, la paléontologie et la phylogénie – (partie III, chap. 10 à 12), mais aussi en biologie de l'évolution et du développement (partie IV, chap. 13 à 15).

La deuxième partie porte, plus précisément, sur différents paradoxes temporels, qui illustrent la façon dont les théories physiques les plus récentes ébranlent nos intuitions. Dans une section du chapitre 6 visant à rappeler quelques notions élémentaires de la théorie de la relativité restreinte élaborée par Albert Einstein en 1905, Christophe Bouton met en évidence deux de ses conséquences particulièrement étonnantes en ce qui concerne le temps. La première est que le temps peut ne pas passer à la même vitesse pour tous les observateurs dans l'Univers. En effet, celle-ci dépend de leurs vitesses respectives. Ainsi, par exemple, lorsque deux secondes passent sur Terre, une seconde seulement s'écoule au sein d'une fusée voyageant à 87% de la vitesse de la lumière. Ce phénomène dit de « dilatation du temps », proportionnel à la vitesse de l'observateur, a pour conséquence que la distance temporelle qui sépare deux événements peut être différente pour deux observateurs en mouvement l'un par rapport à l'autre. Cela signifie que deux frères jumeaux qui décideraient à un moment donné de suivre – comme l'imaginait, par exemple, Weyl (1918) – deux routes différentes, l'un montant à bord d'une fusée le propulsant à grande vitesse et l'autre restant sur Terre, n'auraient pas le même âge le jour de leurs retrouvailles, puisque pour atteindre ce jour le premier aurait eu à parcourir un intervalle spatio-temporel plus court et serait donc plus jeune que son frère. Si ce cas de figure va à l'encontre du sens commun – et est en cela paradoxal – il ne l'est, tel que le montre Carlo Proietti au sein du chapitre 3 de la première partie, qu'en un sens faible, dans la mesure où cette situation est, contrairement à ce que l'on pourrait penser, logiquement possible si l'on accepte que l'intervalle de temps qui sépare deux points de l'espace-temps peut varier, tel que la théorie de la relativité restreinte l'implique, et nous avons de bonnes raisons de croire que c'est le cas puisque cette théorie est bien confirmée. La seconde conséquence évoquée par Christophe Bouton, est l'abandon de l'idée d'après laquelle tout ce qui est

présent, passé, ou futur pour un observateur dans l'Univers l'est également nécessairement pour tous les autres. En effet, en démontrant la relativité de la simultanéité, la relativité restreinte a pour conséquence surprenante que ce qui est présent pour un observateur – par exemple une bataille navale en train de se produire sous ses yeux – peut, pour un autre observateur en mouvement par rapport à lui, ne pas encore avoir eu lieu, ou au contraire être déjà terminé. Christophe Bouton souligne, en outre, le fait qu'il est souvent affirmé que cette relativité du présent implique que le flux incessant du temps dont nous avons l'impression de faire l'expérience à chaque instant – et qui ferait continuellement se muer le présent en un passé à jamais révolu et advenir le futur – n'est qu'une illusion, de sorte que le futur est, en quelque sorte, « déjà présent » et que le passé demeure toujours. Notre univers serait, en conséquence, ce que l'on appelle un « univers bloc », c'est-à-dire un univers dans lequel tous les événements existent de toute éternité au sein d'un même bloc d'espace-temps. L'expérience du temps qui passe ne serait alors – comme l'ont défendu un nombre considérable de physiciens et de philosophes de la physique, tels qu'Eddington (1920), Weyl (1949), Gödel (1949), Putnam (1967), ou encore Price (1996) – que celle d'une réalité statique au sein de laquelle nous existons – continuellement – à différents moments et en différents lieux. Cela ne signifie cependant pas que nos actions présentes ne puissent influencer nos actions futures mais simplement que si influence il y a, elle a toujours déjà eu lieu au sein de ce bloc immuable. Le devenir ne serait, de ce fait, que pure apparence, comme l'affirmait déjà Parménide dans l'Antiquité, s'opposant ainsi à Héraclite.

De plus, Christophe Bouton met en lumière, dans la suite du chapitre (note 20, p. 102), la manière dont la théorie de la relativité générale semble également s'opposer à nos intuitions sur le temps. C'est qu'elle a pour particularité d'autoriser des modèles d'univers dans lesquels il est possible de voyager dans n'importe quelle région du passé. Cette possibilité, mise en évidence par Gödel (1949), remet en cause l'idée commune d'un passé à jamais perdu et sur lequel nous n'avons aucune prise. Elle semble, par ailleurs, étayer l'hypothèse de l'univers bloc puisque si l'on peut voyager dans le passé, c'est qu'il est encore là, quelque part. Cependant, Christophe Bouton note que cette possibilité soulève de nombreux problèmes et notamment des paradoxes logiques, comme le « paradoxe du grand-père », mettant en scène un voyageur temporel qui – à l'instar du personnage du *Voyageur imprudent* de Barjavel (1944) – tue son grand-père avant que celui-ci n'ait pu rencontrer sa grand-mère, empêchant ainsi la naissance de son père et par là même sa propre naissance et, par conséquent, le fait qu'il ait pu ne jamais exister et *a fortiori* tuer son grand-père. L'hypothèse d'après laquelle il serait possible de voyager dans le passé autorisant un tel scénario semble donc conduire à des contradictions, de sorte qu'il n'existerait aucun monde logiquement possible dans lequel elle pourrait être vraie. Elle devrait donc, pour des raisons logiques, être rejetée et il serait raisonnable de penser – comme l'envisageait Einstein dans son commentaire de l'article de Gödel – que les modèles d'univers autorisant les voyages dans le passé devraient pouvoir être « exclus pour des raisons physiques » (1949, p. 668) également. Il resterait alors à trouver lesquelles. Cependant, tel que le montre Carlo Proietti au sein

du chapitre 3, le scénario du paradoxe du grand-père est, en fait, logiquement possible. Il ne constitue ainsi qu'un paradoxe au sens faible dans la mesure où, bien que la possibilité de voyager dans le passé semble nécessairement conduire à des contradictions, ce n'est en fait pas le cas. Afin de le mettre en évidence, Carlo Proietti fournit une formalisation inédite de l'argument qui, prenant pour prémisses la possibilité de voyager dans le passé, a pour conclusions que les grands-parents d'un voyageur temporel à la fois se rencontrent et ne se rencontrent pas et qu'à la fois ce voyageur temporel vienne au monde quelques années après cette rencontre et que ce ne soit pas le cas. Il se place pour cela dans le cadre de la logique temporelle inspirée des travaux d'Arthur Prior dont il modifie en partie la sémantique pour la rendre compatible avec la représentation du temps relativiste. Sa stratégie consiste à montrer qu'il est possible de rendre cohérentes les conclusions de l'argument, qui semblent pourtant contradictoires, en supposant une multiplicité d'histoires alternatives possibles, qui se distinguent par les événements spatio-temporels – aussi bien passés, présents que futurs – qui s'y produisent. Carlo Proietti précise que l'introduction d'une telle pluralité d'histoires n'est pas qu'une « astuce de logicien » (« *logician's trick* », note 12, p. 47) dans la mesure où certaines interprétations de la mécanique quantique autorisent l'existence d'univers parallèles comme il est supposé ici. Dans ce cadre, Carlo Proietti montre qu'il peut être considéré que lorsque le voyageur temporel voyage dans le passé, il se rend dans un univers parallèle différent de celui qu'il vient de quitter et qui est celui au sein duquel son grand-père ne meurt pas avant d'avoir rencontré sa grand-mère. Ainsi, il peut être à la fois vrai dans un monde – celui dans lequel est né le voyageur temporel – que les grands-parents de celui-ci se soient rencontrés et qu'il soit venu au monde quelques années plus tard – et qu'à la fois ce ne soit pas le cas, dans un autre monde possible – i.e. celui dans lequel il a voyagé et tué son grand-père. En proposant cette solution, Carlo Proietti fait sienne l'hypothèse de Lewis (1976) à laquelle il donne un fondement logique précis.

La question des propriétés que la mécanique classique semble attribuer au temps est également abordée au sein de la seconde partie. Dans le chapitre 9, Anouk Barberousse et Vincent Ardourel soulignent le fait que bien que la continuité du temps soit souvent considérée comme une propriété fondamentale de la mécanique classique – à tel point que dans la reconstruction axiomatique qu'il en propose, Patrick Suppes (1957) fait de cette continuité un axiome de la théorie – il est, en fait, possible de s'en passer. En effet, ces soixante dernières années ont vu apparaître le développement d'une « mécanique discrète » qui prouve qu'en recourant à une représentation discrète – et non plus continue – du temps, il est toujours possible de décrire, prédire et expliquer les phénomènes physiques – et cela sans perte explicative ni prédictive, dans la mesure où la mécanique discrète et la mécanique continue sont empiriquement équivalentes. Cela a amené certains auteurs – tels que Newton-Smith (1980) – à considérer que le temps lui-même est peut-être fondamentalement discret et non pas continu, comme on en a communément le sentiment.

De surcroît, il est mis en exergue par les auteurs et les autrices

de l'ouvrage qu'à l'échelle subatomique de la mécanique quantique, le temps apparaît aussi posséder des propriétés qui contredisent ce dont nous faisons l'expérience à l'échelle de la vie humaine. Ainsi, si le temps nous semble inexorablement avancer dans la même direction – de sorte que, premièrement, nous sommes condamnés à vieillir sans ne jamais rajeunir ou qu'un écran de téléphone portable ne puisse retrouver spontanément sa forme originelle après avoir été brisé et, deuxièmement, que l'on ne puisse influencer le passé à partir du présent ou le présent à partir du futur –, à l'échelle quantique, les phénomènes ne semblent pas porter la marque d'une direction temporelle particulière. Au contraire, d'une part, tel qu'Annick Lesne le souligne au sein du chapitre 4, les systèmes microscopiques – comme ceux de la mécanique quantique – sont généralement réversibles, ce qui signifie que si nous tournions un film des événements et que nous le projetions en sens inverse de celui dans lequel il a été réalisé, nous ne verrions pas la différence. D'autre part, comme le montrent Huw Price et Ken Wharton, dans le chapitre 7, et Joseph Berkovitz, dans le chapitre 8, certaines interprétations rétrocausales de la mécanique quantique contredisent le principe selon lequel la cause est nécessairement antérieure à son effet (Reichenbach, 1956). La relation de cause à effet ne s'alignerait ainsi pas toujours sur celle du passé et du futur, de sorte que celui-ci puisse avoir un impact sur celui-là. Bien qu'une telle influence puisse paraître inadmissible, les auteurs des chapitres 7 et 8 montrent que nous avons de bonnes raisons de l'accepter. Huw Price et Ken Wharton mettent en évidence, par exemple, qu'en postulant une telle influence, les interprétations rétrocausales de la mécanique quantique semblent à même de réhabiliter le principe de localité qui est supposé par la théorie de la relativité restreinte et exclu par les interprétations non-rétrocausales de la mécanique quantique. La causalité rétrograde permettrait ainsi d'accroître les chances de réconciliation de ces théories. Joseph Berkovitz montre, en outre, que la rétrocausalité, supposée par les interprétations rétrocausales de la mécanique quantique n'est pas logiquement impossible, bien qu'elle soit contre-intuitive.

Dans le chapitre 7, Huw Price et Ken Wharton affirment, par ailleurs, que notre réticence à accepter qu'un événement futur puisse déterminer un événement passé est uniquement due au fait que l'ensemble de notre existence humaine est entièrement orienté par le passé – auquel nous n'avons accès que par l'intermédiaire de nos souvenirs et dont nous tirons toutes nos connaissances – vers le futur – dans lequel nous plaçons l'ensemble de nos espoirs et de nos attentes. La croyance que le présent ne peut en aucun cas avoir une influence sur le passé ou le futur sur le présent relèverait alors d'une illusion due à notre propre façon d'habiter le monde et d'en faire l'expérience. Ce serait également le cas de l'ensemble de nos croyances sur le temps qui sont contredites par la science, comme celle d'après laquelle le temps a un pouvoir destructeur et créateur, qui nous pousse à penser que l'hypothèse de l'univers bloc doit être fautive. De la même manière, le chapitre de Carlo Proietti (chap. 3) permet de considérer que si les voyages dans le passé ou la possibilité de vieillir moins vite que son frère jumeau nous semblent absurdes, alors qu'ils ne le sont pas au sens strict, ce n'est que parce que ces situations ne font pas partie de notre ex-

périence particulière d'êtres humains sur Terre. En effet, nous n'avons pas encore inventé de machine à remonter le temps ni rencontré de voyageur temporel. Quant aux effets de la dilatation du temps, ils échappent à notre expérience quotidienne étant donné que nous nous déplaçons tous et toutes à peu près à la même vitesse dans l'Univers. L'opinion d'après laquelle ces situations prédictes ou autorisées par nos théories scientifiques sont impossibles semble ainsi relever de ce que Huw Price et Ken Wharton nomment des « biais anthropocentriques » (p. 136). Ceux-ci n'étant dus qu'à notre situation particulière, nous aurions, par conséquent, tort de ne pas nous en détacher, comme nous nous sommes dégagés de tels biais par le passé, en acceptant, par exemple, que les espèces évoluent, ou encore que la Terre se meut, contrairement à ce qu'il peut nous apparaître.

Les troisième et quatrième parties de l'ouvrage montrent que la physique n'est pas le seul lieu de remise en cause de notre conception intuitive du temps, fondée sur notre expérience humaine particulière. La biologie évolutionniste – qui sera abordée dans la dernière partie de l'ouvrage – et les disciplines qui lui sont liées et qui font l'objet de la troisième partie – à savoir la géologie, la paléontologie et la phylogénie – supposent, en particulier – comme la cosmologie, en physique – un temps immensément plus long que celui de la vie humaine : le « temps profond » (« *Deep Time* »). Tel que le souligne Armand J. de Ricqlès dans le chapitre 11, ce concept a révolutionné notre perception du temps et, en particulier, celui de la vie humaine. En effet, jusqu'au début du XIX^e siècle, celui-ci nous paraissait extrêmement long. A présent il n'apparaît plus que comme un bref instant dans l'histoire de la Terre et de la vie, celles-ci n'apparaissant elles-mêmes que comme de brefs instants dans l'histoire de l'Univers. L'auteur du chapitre parle, pour cette raison, d'une véritable « révolution psychologique » (p. 242). Il affirme cependant que cette révolution est encore en cours dans la mesure où l'immensité du temps profond est difficile à appréhender à notre échelle.

2 – La pluralité des temps de la nature et la possible réconciliation des temps de la science et de la conscience

Les manières dont la science et la conscience représentent le temps semblent ainsi – en première lecture – s'opposer fondamentalement, de sorte que le temps ne puisse à la fois posséder les propriétés que l'une et l'autre tendent à lui attribuer. Cependant, l'ouvrage montre que la relation que le temps de la science et celui de la conscience entretiennent est en fait plus complexe.

D'une part, dans le chapitre 2 (partie I), Jenann Ismael soutient que la façon dont le temps est défini dans un contexte scientifique et ce qu'elle appelle notre « phénoménologie temporelle » ne s'excluent pas nécessairement l'une l'autre. Elle conteste en particulier l'incompatibilité généralement supposée entre le temps statique de l'univers bloc et l'écoulement du temps de l'expérience quotidienne, nous poussant à considérer que le premier doit être une illusion ou le second

une abstraction. En recourant à la logique des perspectives temporelles et en dégagant une description schématique des contours logiques de notre expérience temporelle psychologique et individuelle, elle défend, au contraire, qu'ils traduisent deux manières tout aussi valables de représenter le temps. Leur différence vient du fait qu'ils sont le produit de deux perspectives distinctes décrivant la même réalité. Alors que l'une – statique – est indépendante de tout cadre de référence, l'autre – évolutive – ne l'est pas. Cependant, Jenann Ismael soutient que ces deux représentations sont implicitement présentes l'une dans l'autre et qu'aucune d'entre elles n'est « plus réelle » que l'autre. En affirmant que l'hypothèse de l'univers bloc peut être compatible avec l'idée du passage du temps, elle rejoint les critiques d'autres auteurs, tels que Dennis Dieks (1988) et Tim Maudlin (2007, chap. 4), qui se sont également – bien qu'en employant des stratégies différentes – efforcés de les concilier.

D'autre part, l'un des résultats les plus importants du volume est qu'il *n'existe en fait rien de telle qu'une conception unifiée du temps de la nature* au sein de nos théories contemporaines, de sorte que, premièrement, si un nombre important de théories ou d'interprétations actuelles semblent effectivement remettre en cause notre conception intuitive du temps – tel que cela a été exposé ci-dessus –, d'autres, tout aussi bien confirmées, peuvent s'avérer la soutenir ou la réhabiliter. L'on peut, par exemple, citer la seconde loi de la thermodynamique qui – impliquant que l'entropie (i.e. le degré de désorganisation) d'un système physique macroscopique isolé tend statistiquement à augmenter sans jamais diminuer – semble appuyer l'idée d'une flèche du temps laissant derrière elle un passé à jamais révolu. Bien que cette augmentation constante d'entropie soit seulement probable et non nécessaire, comme le remarque Annick Lesne dans le chapitre 4 de la première partie, sa probabilité est si forte que celle d'une rétrogradation spontanée à un état antérieur qui verrait l'entropie du système diminuer est infiniment faible, et cela d'autant plus que le système contient un nombre important d'éléments. Ainsi, il est vraisemblable qu'aucune diminution d'entropie spontanée d'un système macroscopique n'ait jamais eu et n'aura jamais lieu dans l'Univers. Ce serait le cas par exemple si un vase brisé retrouvait spontanément sa forme originelle ou si la crème se séparait spontanément du café après y avoir été mélangée. Comme l'évoquent Jean Gayon et Maël Montévil dans le chapitre 13 (partie IV), le théorème de Fisher de la biologie évolutionniste semble également étayer l'idée d'une directionnalité des phénomènes, en posant que « le taux d'augmentation de la *fitness* de toute espèce est égal à la variance génétique en *fitness* » (Fisher, 1930, p. 50). Un autre exemple de théorie évoquée dans l'ouvrage qui permettrait de réconcilier – ne serait-ce qu'en partie – le temps de la science avec celui de la conscience est celui de la relativité générale. En effet, bien qu'elle contredise notre vision commune d'un passé au sein duquel on ne peut voyager, Christophe Bouton précise dans le chapitre 6 (note 9, p. 92) qu'il a néanmoins été défendu qu'il serait possible de rétablir, dans le cadre de cette théorie, les notions d'« observateur privilégié » et de présent « objectif », que la relativité restreinte exclut (voir par exemple Lee Smolin, 2013, chap. 14, pp. 164-171). Enfin, nous pouvons mentionner le fait que la possibilité de voyager dans le passé – seulement autorisée par certains modèles

COMPTE RENDU CRITIQUE : CHRISTOPHE BOUTON & PHILIPPE HUNEMAN (EDS.), 2017. TIME OF NATURE AND THE NATURE OF TIME. PHILOSOPHICAL PERSPECTIVES OF TIME IN NATURAL SCIENCES, SPRINGER

de la relativité générale – et la rétrocausalité – uniquement prédite par les interprétations rétrocausales de la mécanique quantique – constituent également des possibilités qui divisent les diverses branches de la science.

Deuxièmement, certains chapitres de l'ouvrage mettent en évidence que même les théories qui semblent contredire notre conception intuitive du temps ne le font, en fait, pas forcément, et cela non pas parce qu'il serait possible de les concilier, malgré les apparences – comme Jenann Ismael tente de le montrer dans le chapitre 2 – mais parce que les ontologies que l'on prétend en dériver ne sont, en fait, pas les seules possibles. En effet, certaines de ces théories apparaissent être compatibles avec d'autres ontologies que celles qui leur sont généralement associées et qui vont, quant à elles, dans le sens de certaines de nos intuitions. L'exemple le plus probant de l'ouvrage d'une telle pluralité ontologique des théories scientifiques est développé par Christophe Bouton dans le chapitre 6. Il montre, de manière convaincante, que si la relativité restreinte nie qu'il puisse exister un présent absolu dans l'Univers, elle n'implique pas nécessairement pour autant que la distinction entre le présent, le passé et le futur soit seulement psychologique et non ontologique ni l'idée qu'il n'y ait pas de passage objectif du temps. Autrement dit, la relativité restreinte n'implique pas nécessairement l'hypothèse de l'univers bloc, contrairement à ce qu'affirment généralement ses partisans (voir par exemple Gödel, 1949 ; Rietdijk, 1966 ; ou encore Putnam, 1967). En présentant plusieurs stratégies possibles pour réfuter les trois arguments principaux utilisés par ses défenseurs pour le prouver, Christophe Bouton affirme au contraire qu'elle est compatible avec d'autres ontologies qui sont, non seulement tout aussi défendables, mais peut-être même meilleures, notamment en raison du fait que certains arguments conduisant à l'hypothèse de l'univers bloc semblent contredire le principe même dont ils prétendent la dériver. Christophe Bouton montre ainsi que l'univers bloc ne constitue qu'une interprétation possible, mais discutable, de cette théorie. Cette analyse apparaît d'autant plus précieuse que la théorie de la relativité restreinte semble être, comme le rappelle Christophe Bouton, la source principale de l'hypothèse de l'univers bloc, lui fournissant ses « arguments les plus puissants », selon Lee Smolin (2013).

3 – Pourquoi la science et la philosophie ont-elles besoin l'une de l'autre ?

3.1 Ce que la science nous apprend de la nature du temps

Ainsi, à la question de savoir quelle représentation du temps l'on peut dériver de nos meilleures théories scientifiques contemporaines bien confirmées, et si cette représentation est fondamentalement différente de celle que nous avons intuitivement, on ne peut répondre de manière unifiée en refermant l'ouvrage dirigé par Christophe Bouton et Philippe Huneman. Les différentes sciences, théories et interprétations mettant en œuvre, ou étant compatibles avec, différentes représentations du temps, le lecteur et la lectrice sont mis en quelque

sorte – pour reprendre une image de Moulines (2000) citée par Stéphanie Ruphy (2013, p. 118) – face à l'« immense supermarché chaotique de la science », proposant une pluralité de conceptions métaphysiques possibles, semblant tout aussi valables les unes que les autres, concernant le temps. Une telle pluralité peut laisser penser que la question de la nature du temps dépasse la portée des théories scientifiques. Ainsi, nous serions amenés à faire nôtre la thèse antiréaliste d'après laquelle la science ne serait pas capable de découvrir la nature cachée du temps, fût-elle que ce que l'on nomme communément ainsi n'existe pas. Le temps de la science devrait alors n'être considéré, dans une perspective instrumentaliste, que comme un concept opératoire. Recouvrant une multitude de notions, il ne serait pas destiné à décrire les caractéristiques d'une réalité physique mais il constituerait simplement un outil utile pour faire des prédictions et élaborer des explications, ses caractéristiques étant choisies, en fonction du contexte, pour des raisons pragmatiques. Tel que le montre Annick Lesne dans le chapitre 4, cela semble être le cas pour la physique non quantique et non relativiste. Vincent Ardourel et Anouk Barberousse appuient cette idée dans le chapitre 9, en affirmant que l'on ne peut tirer de la mécanique classique aucune conclusion quant à la nature du temps et en particulier que l'on ne peut rien conclure quant à sa nature discrète ou continue, en se fondant sur ses différentes versions. Cela non pas en raison de la sous-détermination de ces théories par l'expérience qui nous empêcherait de faire un choix entre les deux, mais parce que représenter le temps par une variable ou par un paramètre discret ou continu n'implique, d'après eux, aucune hypothèse métaphysique sur la nature, discrète ou continue, du temps lui-même, contrairement à ce que d'autres auteurs, tels que Newton-Smith (1980), ont pu affirmer. En outre, quand bien même certaines théories scientifiques nous engageraient au niveau ontologique, comme cela semble être le cas des théories relativistes, quantiques, mais également thermodynamiques ou encore biologiques, l'ouvrage montre que cet engagement peut revêtir différentes formes puisque les diverses théories attribuent au temps des propriétés distinctes et puisque certaines d'entre elles semblent compatibles avec plusieurs représentations du temps et de la marche qu'il impose – ou non – aux phénomènes.

Les exposés de l'ouvrage ne semblent néanmoins pas définitivement exclure l'idée selon laquelle il serait possible d'élaborer une théorie métaphysique unifiée du temps par-delà la pluralité de ses représentations, en montrant par exemple qu'elles ne font que décrire plusieurs aspects du temps compatibles entre eux, ou que si plusieurs ontologies temporelles sont effectivement compatibles avec une ou plusieurs théories scientifiques, l'une d'entre elles seulement permet de toutes les unifier. Dans le chapitre 5 (partie I), David Braddon-Mitchell et Kristie Miller s'interrogent sur cette équivocité du temps tel qu'il est représenté par les diverses sciences et se demandent à quelles conditions le travail interdisciplinaire pourrait permettre de déterminer si le désaccord n'est qu'apparent. Ils défendent que les « sciences spéciales » – telles que la biologie, la psychologie ou encore les sciences cognitives – ont pour rôle de définir ce que l'on appelle le « temps » et les « sciences fondamentales » – en l'occurrence, les sciences physiques – ont pour tâche de déterminer si le

phénomène qui est défini au sein de ces sciences spéciales existe réellement dans le monde et d'en dégager les propriétés, si tel est le cas. Les sciences fondamentales ont également pour fonction, pour David Braddon-Mitchell et Kristie Miller, de déterminer si la notion examinée – ici, le temps – décrit un phénomène unique ou si, au contraire, elle dépeint une multitude de phénomènes irréductibles. Dans l'hypothèse où ce serait le cas, la question resterait alors de savoir si ces phénomènes sont compatibles entre eux et s'ils coexistent effectivement dans le monde (le concept de « temps » recouvrirait, en ce cas, plusieurs sortes de phénomènes réels identifiables) ou si, au contraire, ce n'est pas le cas, de sorte que nous nous retrouvions face à une pluralité de théories tout aussi bien confirmées, nous condamnant à une multitude de représentations incompatibles, ne pouvant toutes renvoyer à des phénomènes existants, et entre lesquelles nous ne pouvons pas choisir. Le problème du réductionnisme – à la fois ontologique et épistémologique – est à l'arrière-plan de ces interrogations. Si la possibilité d'élaborer une théorie métaphysique unifiée, rendant compte de l'ensemble des notions impliquées dans les différents domaines de la science de manière cohérente et convaincante est une question qui reste ouverte, il ne fait néanmoins pas de doute que cet ouvrage, qui propose des analyses précises de la manière dont le temps est représenté dans les différentes branches de la science contemporaine et de ses implications ontologiques effectives, donne de précieux outils pour aider à y répondre. Les éditeurs entendent ainsi contribuer, avec ce volume, aux recherches effectuées dans le domaine de la métaphysique des sciences qui se donnent pour but de déterminer la nature des concepts métaphysiques fondamentaux en se fondant sur ce qu'en disent nos meilleures théories scientifiques. Comme le mettent en exergue les différents chapitres de ce volume, une bonne connaissance de ces dernières et de leurs développements les plus récents est indispensable à la réalisation de cet objectif.

Une collaboration entre philosophes des sciences et scientifiques, comme celle ayant vu le jour avec l'ouvrage de Christophe Bouton et Philippe Huneman, apparaît, en conséquence, avoir pour avantage de mieux armer les philosophes pour répondre aux questions métaphysiques et épistémologiques qu'ils se posent, que celles-ci concernent la nature des concepts métaphysiques – comme celle du temps – ou encore la capacité des sciences à nous révéler cette nature.

3.2 Ce que la philosophie peut apporter à la science

Pour conclure cette recension, je propose de montrer en quoi l'ouvrage dirigé par Christophe Bouton et Philippe Huneman illustre les bienfaits qu'une telle collaboration peut apporter, de façon réciproque, à la science. Cet ouvrage permet ainsi d'étayer l'idée selon laquelle ce genre de collaborations devrait être renforcé, comme l'appellent de leurs vœux neuf philosophes des sciences et scientifiques dans un article paru dans la revue *PNAS* en mars 2019 (Laplane et al. 2019). C'est que, d'après ces chercheurs et chercheuses, de même que la science est précieuse pour la philosophie, la philosophie peut avoir sur la science « un impact important et fruc-

tueux » (Laplane et al. 2019, p. 3948). En prenant appui sur différents exemples issus des sciences de la vie contemporaines, ils mettent plus précisément en évidence le fait que la philosophie peut contribuer à la science d'au moins quatre manières qui se sont précédemment avérées particulièrement bénéfiques pour cette dernière. Je soutiens que ce volume pluridisciplinaire dirigé par Christophe Bouton et Philippe Huneman – mettant directement en dialogue philosophes des sciences et scientifiques et étant destiné à être lu aussi bien par les premiers que par les seconds – contient de multiples développements susceptibles d'être bénéfiques pour les sciences de la nature contemporaines et ce, notamment, des quatre manières exposées par Lucie Laplane et al. (2019). On y trouve ainsi **(i)** des clarifications conceptuelles et **(ii)** des évaluations critiques d'hypothèses et de méthodes scientifiques pouvant donner matière à **(iii)** l'élaboration de nouveaux concepts, de nouvelles théories et de nouveaux champs de recherche, ainsi qu'une **(iv)** mise en dialogue de différents champs de la science et des éclaircissements susceptibles de favoriser le dialogue entre ces disciplines et la société. Ne pouvant pas, pour des raisons d'espace, rendre compte de toute la richesse de l'ouvrage de ce point de vue, je dresse, ci-après, une liste – non exhaustive – d'exemples de ces types d'apports que les analyses que l'on trouve au sein de ce volume peuvent procurer aux sciences physiques et biologiques.

Les évaluations critiques d'hypothèses scientifiques sont particulièrement nombreuses dans l'ouvrage et semblent constituer le type d'apports le plus important dans le domaine de la physique. Il s'agit le plus souvent, pour les auteurs, de s'interroger sur la consistance des hypothèses de la physique contemporaine qui peuvent sembler paradoxales, en déterminant, d'une part, dans quelles conditions elles peuvent être cohérentes et en clarifiant, d'autre part, les raisons qui poussent la communauté scientifique à les accepter ou, au contraire, à les refuser. Comme nous l'avons vu, une telle analyse peut s'avérer particulièrement cruciale pour qu'une hypothèse – telle que celle des voyages dans le temps (chap. 3) ou celle de la rétrocausalité (chap. 7 et 8) – ne soit pas trop vite rejetée et que les scientifiques ne soient pas amenés à rechercher, en vain, les raisons physiques qui l'interdiraient ou à écarter, à tort, certains modèles qui l'intégreraient. Ce type d'analyse peut également permettre de donner du crédit à une hypothèse grâce à laquelle il est possible de résoudre certains paradoxes, comme celle de l'existence d'une pluralité d'univers parallèles. La logique formelle s'avère particulièrement utile dans cette optique, dans la mesure où elle permet de déterminer quelles sont les conséquences nécessaires des hypothèses et de clarifier les arguments qui les sous-tendent, de manière particulièrement précise et rigoureuse. C'est, notamment, ce que montre Carlo Proietti dans le chapitre 3. En cela, elle constitue un outil précieux pour évaluer les hypothèses scientifiques mais également pour mieux les comprendre, en en révélant la cohérence. Elle permet ainsi de rendre concevable ce qui est contre-intuitif.

Les analyses de l'ouvrage susceptibles de profiter à la biologie sont, quant à elles, multiples et recouvrent les quatre formes évoquées par Lucie Laplane et al. (2019). Afin de le mettre en évidence, je me concentrerai sur les trois chapitres de la

quatrième partie.

Dans le chapitre 13, Jean Gayon et Maël Montévil opèrent une clarification conceptuelle particulièrement précieuse pour la biologie de l'évolution. En effet, en limitant leur analyse au cas de la génétique des populations, ils montrent que les biologistes de l'évolution utilisent implicitement plusieurs notions de « réversibilité temporelle ». Souvent confondues, ces notions renvoient en fait à trois propriétés différentes des systèmes naturels qui doivent être distinguées et qui ne s'impliquent pas nécessairement mutuellement : la « rétrodictibilité » (i.e. la possibilité de déduire de l'état actuel d'un système ses états antérieurs), la « réversibilité mathématique » (i.e. le fait, pour un système, de posséder une dynamique qui peut être décrite par des équations qui ne varient pas lorsque le signe de la variable de temps t est inversé – autrement dit, des équations qui sont insensibles au renversement de temps) et la « réversibilité physique » (i.e. la capacité d'un système à revenir spontanément à un état antérieur). Cette analyse sémantique permet aux auteurs du chapitre d'évaluer de manière critique certaines hypothèses de la biologie de l'évolution. Ils affirment notamment que l'hypothèse – généralement admise – d'après laquelle « l'évolution est unique et irréversible » doit être précisée et nuancée. En effet, en examinant quelques cas typiques de la génétique des populations, ils montrent qu'elle passe sous silence de multiples phénomènes évolutifs qui se trouvent être réversibles, et cela aux trois sens définis dans le chapitre. Cette analyse leur permet également de discuter un rapprochement qui est souvent effectué entre la physique et la biologie évolutive. Celui-ci se fonde sur les ressemblances qui existent entre la seconde loi de la thermodynamique et le théorème de Fisher (1930), qui partagent une similitude formelle et qui impliquent, tous deux, une distinction entre le niveau microscopique et le niveau macroscopique des systèmes décrits. Après avoir pointé le fait que l'irréversibilité n'est pas une propriété rare du monde biologique, alors qu'elle l'est au sein du monde physique, Jean Gayon et Maël Montévil émettent des réserves quant à l'idée selon laquelle l'évolution serait irréversible au même sens que les systèmes thermodynamiques le sont et affirment que la notion d'« entropie évolutive » élaborée par le biologiste Lloyd Demetrius (2000) demeure, en l'état actuel de nos connaissances, spéculative.

Dans le chapitre 14, Philippe Huneman pose une règle épistémologique dont il ne semble pas être possible, pour les scientifiques, de se passer s'ils souhaitent rendre compte de manière adéquate de l'évolution à ses échelles de temps les plus grandes. L'auteur développe par suite un argument formel inédit à l'encontre d'une thèse encore discutée aujourd'hui en biologie de l'évolution. Nommée « la thèse de l'extrapolation », elle porte sur la relation entre ce que l'on appelle la « microévolution » – i.e. l'évolution à petite échelle, celle de l'espèce et de ses transformations – et la « macroévolution » – i.e. l'évolution à grande échelle, celle dépassant le niveau de l'espèce et incluant des transformations telles que la diversification des clades ou les extinctions, parfois massives. D'après la thèse de l'extrapolation, les mécanismes à l'origine de la macroévolution ne sont pas de nature différente de ceux à l'œuvre au niveau microévolutif. Ainsi, il suffirait, pour rendre compte de la première, de se fonder sur les seconds.

Elle ne serait en ce sens que le fruit de leur accumulation. Pourtant, Philippe Huneman soutient qu'une caractéristique non négligeable différencie la microévolution de la macroévolution. Celle-ci est particulièrement manifeste lorsque l'on considère la macroévolution à l'échelle de temps la plus grande – celle de ce que l'on appelle la « mégaévolution » – qui comprend, par exemple, l'ensemble de l'histoire de la vie, au travers des différentes périodes géologiques. Cette différence repose sur la contingence particulière qui caractérise cette échelle de temps et qui implique que si l'on rejouait le film de la vie depuis ses premiers temps jusqu'à nos jours, il n'est pas garanti que nous rencontrions les mêmes espèces, ni les mêmes familles, ni même des espèces ou des familles semblables, et ce même si l'on considère que les processus microévolutifs sont entièrement dirigés par la sélection. Philippe Huneman fait, en cela, sienne la critique d'un fervent opposant de la thèse de l'extrapolation – Stephen Jay Gould (1970) – à laquelle il donne un fondement mathématique, en montrant que si le hasard joue un rôle aussi bien au niveau microévolutif que macroévolutif, la nature du hasard en jeu n'est pas la même dans les deux cas et que c'est ce qui explique la contingence particulière qui affecte la mégaévolution. Il se fonde pour cela sur la distinction opérée par le mathématicien Benoît Mandelbrot (1997) entre deux types de hasard – le hasard doux (*mild randomness*) et le hasard sauvage (*wild randomness*). Philippe Huneman affirme que la microévolution relève du premier type de hasard alors que la macroévolution relève du second. Cela signifie que s'il est possible, pour modéliser la première, de négliger les événements extrêmement rares – telles qu'une gigantesque et soudaine fluctuation des données environnementales, pouvant être due par exemple à une catastrophe d'origine astronomique ou planétaire –, il n'est pas possible de le faire pour modéliser la seconde, sous peine d'obtenir des modèles ne rendant pas compte de manière satisfaisante des données disponibles. Le fait que les extinctions de masse dont nous avons connaissance ne puissent pas être prédites par les modèles microévolutionnaires en témoigne. En raison de la nature sauvage du hasard qui la caractérise, Philippe Huneman montre ainsi, premièrement, que l'histoire de la vie aux grandes échelles nécessite des pratiques de modélisation différentes de celles valables à l'échelle de temps de la microévolution – et qui sont pourtant généralement les seules adoptées – et qu'en conséquence, deuxièmement, la macroévolution ne peut pas se réduire à la microévolution.

Enfin, la suggestion d'Antonine Nicoglou, dans le chapitre 15, de tenir compte de la temporalité du développement pour l'expliquer semble susceptible d'ouvrir une nouvelle voie de recherche particulièrement prometteuse pour la biologie du développement. Si cette temporalité est parfois étudiée, Antonine Nicoglou déplore qu'elle soit aujourd'hui le plus souvent ignorée. Ainsi, les études qui la décrivent ou l'intègrent sont très peu nombreuses. La raison en est que cette temporalité est considérée comme pouvant être négligée dans les explications. Antonine Nicoglou défend, au contraire, qu'en déterminant la temporalité du développement des organismes – qu'elle décrit comme une « structure rythmique » complexe – l'on pourra le caractériser plus précisément et ainsi mieux le comprendre.

RÉFÉRENCES

- BARJAVEL, René. 1944. *Le Voyageur imprudent*. Paris: Denoël.
- DEMETRIUS, Lloyd. 2000. Thermodynamics and Evolution. *Journal of Theoretical Biology*, 206, 1-16. [Lien](#)
- DIEKS, Denis (ed.). 1988. *The Ontology of Spacetime*. Amsterdam: Elsevier.
- EDDINGTON, Arthur. 1920. *Space, time and gravitation: an outline of the general relativity theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- FISHER, Ronald. 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection*. New York: Dover, 1958. [Lien](#)
- GÖDEL, Kurt. 1949. A Remark About the Relationship Between Relativity Theory and Idealistic Philosophy. In SCHILPP, Paul Arthur (ed.). *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*. La Salle, Illinois: Open Court, 557-562.
- GOULD, Stephen Jay. 1970. Dollo on Dollo's Law: Irreversibility and the Status of Evolutionary Laws. *Journal of the history of biology*, 3(2), 189-212. [Lien](#)
- LAPLANE, Lucie, MANTOVANI, PAOLO, ADOLPHS, RALPH, CHANG, HASOK, MANTOVANI, ALBERTO, MCFALL-NGAI, MARGARET, ROVELLI, CARLO, SOBER, ELLIOTT, PRADEU, THOMAS. 2019. Opinion: Why science needs philosophy. *PNAS* March 5, 2019, 116(10), 3948-3952. [Lien](#)
- LEWIS, David. 1976. The paradoxes of time travel. *American Philosophical Quarterly*, 13 (2), 145-152.
- MANDELBROT, Benoît. 1997. *Fractals and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk*. New York: Springer Verlag. [Lien](#)
- MAUDLIN, Tim. 2007. *The Metaphysics within Physics*. Oxford: Oxford University Press. [Lien](#)
- MOULINES, Carlos Ulises. 2000. Ontologie, réduction et unité des sciences. *Philosophie* 68, 3-15.
- NEWTON-SMITH, William Herbert. 1980. *The Structure of Time*. Londres: Routledge et Kegan Paul.
- PRICE, Huw. 1996. *Time's Arrow and Archimedes' Point*. New York/Oxford: Oxford University Press. [Lien](#)

HISTORIQUE

Compte rendu soumis le 18 mai 2019
 Compte rendu accepté le 21 mai 2019.

SITE WEB DE LA REVUE

<https://ojs.uclouvain.be/index.php/latosensu>

ISSN 2295-8029

DOI <http://dx.doi.org/10.20416/LSRSPS.V7I1.4>



SOCIÉTÉ DE PHILOSOPHIE DES SCIENCES (SPS)
 École normale supérieure
 45, rue d'Ulm
 75005 Paris
www.sps-philoscience.org

COMPTE RENDU CRITIQUE :
CHRISTOPHE BOUTON & PHILIPPE HUNEMAN
(EDS.), 2017. TIME OF NATURE AND THE
NATURE OF TIME. PHILOSOPHICAL PERS-
PECTIVES OF TIME IN NATURAL SCIENCES,
SPRINGER

- PUTNAM, Hilary. 1967. Time and Physical Geometry. *The Journal of Philosophy*, 64(8), 240-247. [Lien](#)
- REICHENBACH, Hans. 1920. *RELATIVITÄTSTHEORIE UND ERKENNTNIS A PRIORI*. Berlin: J. Springer. [Lien](#)
- _____ 1928. *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre*. Berlin et Leipzig: Walter de Gruyter. [Lien](#)
- _____ 1956. *The direction of time*, Berkeley: University of California Press.
- RICEUR, Paul. 1983, 1984, 1985. *Temps et récit*. 3 tomes. Paris: Seuil.
- RIETDIJK, Cornelis Willem. 1966. A rigorous proof of determinism derived from the special theory of relativity. *Philosophy of Science*, 33 (4), 341-344. [Lien](#)
- RUPHY, Stéphanie. 2013. *Pluralismes scientifiques: Enjeux épistémiques et métaphysiques*. Paris: Hermann.
- SAINT AUGUSTIN. *Confessions*. Traduit par J. Trabucco. Paris: Garnier-Flammarion, 1964.
- SKLAR, Lawrence. 1974. *Time, Space and Space-time*. Berkeley: University of California Press.
- _____ 1985. *Philosophy and Space-time Physics*. Berkeley: University of California Press.
- _____ 1993. *Physics and chance. Philosophical issues in the foundations of statistical mechanics*. Cambridge: University of Cambridge University Press. [Lien](#)
- SMOLIN, Lee. 2013. *Time Reborn: From the crisis in physics to the future of the universe*. Boston/New York: Houghton Mifflin Harcourt.
- SUPPES, Patrick. 1957. *Introduction to Logic*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- WEYL, Hermann. 1918. *Raum, Zeit, Materie*. Berlin: Springer. [Lien](#)
- _____ 1949. *Philosophy of mathematics and natural science*. Princeton: Princeton University Press.

CONTACT ET COORDONNÉES :

Youna Tonnerre youna.tonnerre@gmail.com
 ATER, Univ. Paris 7 / Département d'Histoire et de Philosophie des Sciences
 Doctorante en philosophie des sciences, Univ. Rennes 1/
 CAPHI

