

## Comptes rendus

### Histoire des sciences

BIÉMONT (Émile), *L'arc-en-ciel : mythes, art, science et histoire* / préface d'Hervé HASQUIN. – Bruxelles : Académie royale de Belgique, 2017. – 164 p. – (Mémoire de la Classe des sciences; collection in-8°, 4<sup>e</sup> série, tome 8, n°2115). – 1 vol. broché de 17 × 24 cm. – 15,00. – isbn 978-2-8031-0575-5.

RAYNAUD (Dominique), *Sociologie des controverses scientifiques*. – Nouvelle édition revue et augmentée / préface de Mario BUNGE. – Paris : Éditions Matériologiques, 2018. – 426 p. – (Sciences & philosophie). – 1 vol. broché de 24 × 16,5 cm. – 27,00 €. – isbn 978-2-37361-135-9.

Si je me permets de rassembler dans un même compte-rendu les deux ouvrages ci-dessus mentionnés, c'est essentiellement parce qu'ils sont de fait tous les deux extérieurs... à l'histoire des sciences. Je dois m'expliquer. Et d'ailleurs tous les deux ne donnent au mot « histoire » que le sens aristotélicien d'un accident, d'un cas, d'un passage, même si les deux auteurs ont des explications différentes. Pour Dominique Raynaud, le ou plutôt les cas étudiés avec érudition, servent à démolir des thèses de sociologie des sciences non sans alacrité dans le choix des citations; pour Émile Biémont, il s'agit avec un certain sens de l'exhaustivité et une riche et belle iconographie, de parcourir différents chemins de « ce photométéore tel que nous le percevons depuis le XXI<sup>e</sup> siècle ». C'est cependant au nom d'une pratique de l'histoire des sciences que je me permets de rendre compte des deux textes, car j'espère ainsi faire valoir leur intérêt, faire ressortir ce que la lecture de ces deux ouvrages peut susciter comme réflexion chez un lecteur que je présume à la fois intelligent, curieux, mais ne connaissant pas la filiation des débats que ces deux livres comportent. Pour l'inciter à lire, je m'adresse à un lecteur abstrait. Il ignore les enjeux d'une étude sociologique du phénomène scientifique pris du point de vue des controverses, les « *science studies* » comme on dit par étrange omission et pour faire disparaître et le mot « histoire » et le mot « sociologie ». Il ignore la variété des phénomènes, y compris culturels et de civilisation que suscite la description de l'arc-en-ciel dont la photographie, et aussi bien les peintures anciennes, révèlent la matérialité de la représentation. Mais bien sûr il faut mettre un pluriel à ce dernier mot. Ce n'est pas un détail !

M'adresser à l'une ou l'autre des spécialités en jeu ne serait, je crois, d'aucun bénéfice pour un lecteur de la *Revue des Questions Scientifiques*. Alors que justement les deux livres puisent abondamment dans les sources professionnelles en histoire des sciences, tout en n'en faisant pas comme je l'ai affirmé d'emblée. Les controverses scientifiques aussi bien que l'arc-en-ciel sont des réalités que l'on peut objectiver, documenter dans le passé autant que dans le présent et, semblent penser les deux auteurs ici réunis, l'histoire ne fait que passer. La meilleure preuve que ce point de vue est partagé, celle du bon sens si ironiquement cher à Descartes, est qu'aucun des lecteurs de la présente revue n'a douté un instant de la nature des deux sujets concernés. Même s'il peut douter de la pertinence de les relier. Pourtant l'inscription de cette réalité dans un récit, et cela vaut aussi bien pour cette autre réalité que sont les controverses scientifiques, a pour but de forcer l'idée qu'il y a un même objet au fond inchangé.

Le plus simple pour justifier la liaison faite entre les deux ouvrages serait de dire que l'arc-en-ciel a souvent été le cas de controverses, par exemple entre Descartes et Aristote, plus encore entre Newton et Descartes, mais aussi bien entre des poètes romantiques sensibles aux couleurs et la mathématisation qu'ils disent imposer à la nature par la loi des sinus de Descartes-Snel, voire les débats sur le choix de sept couleurs par Newton qui en ferait aussi un alchimiste cherchant en catimini à faire passer de l'occulte dans la science positive. Faut-il donc penser que le désenchantement de la nature par les mathématiques doit aussi faire partie du sujet scientifique de l'arc-en-ciel ? À plusieurs titres, cet arc aurait donc pu faire l'objet d'une étude de cas chez Dominique Raynaud, par exemple lorsqu'il traite de la perspective au XVII<sup>e</sup> siècle. La représentation du circulaire dans l'arc — une courbe plane — pose le problème de sa représentation sur la surface non moins plane d'un tableau. Descartes en 1637 donnait avec force une représentation elliptique particulièrement allongée, en tout cas n'ayant aucunement l'aspect d'un arc circulaire : ce n'est effectivement pas l'arc qu'il dessine, mais sa représentation pour celui qui lit le dessin de ce que le spectateur de l'arc est censé objectivement voir (cf. fig. 34 de l'ouvrage de Biémont). Descartes donne à voir sa façon d'objectiver. Pourquoi l'historien serait-il dispensé de le faire ? La question de la perspective est évitée par Biémont, qui présente par exemple une image d'un arc-en-ciel dite en « demi cercle » sur l'horizon représenté par une rivière bien canalisée, mais les tangentes aux deux extrémités ne sont pas verticales ! (fig. 49 de l'ouvrage). Sans avoir besoin d'être physicien, chacun sait qu'un demi-camembert est une moitié, pas moins. Comme la photographie ne peut pas montrer autre chose que ce qu'elle est, une figuration plane, la formation de Biémont ne correspond pas à la photographie ; elle est un virtuel imaginé à partir d'une conception purement angulaire de l'arc, et il faudrait alors dire quand celle-ci fit consensus. Comment oublier la légende selon laquelle il y aurait une source, ou un trésor, aux deux « pieds » de l'arc, si ceux-ci n'existent que pour l'observateur en position, donc ne correspondent à aucune réalité !

Heureusement, et contrairement à ce qu'on pouvait attendre au nom du bon sens dont j'ai parlé plus tôt, chacun des deux auteurs prend un assez long temps pour la définition même de l'objet propre de chaque enquête. Pour Raynaud, par l'introduction qui n'est pas voulue comme un chapitre, il s'agit d'éliminer du champ d'étude des controverses scientifiques les points qui concernent la priorité, le brevet sur une technique, le caractère privé et non public d'échanges entre scientifiques, etc. Pour Biémont, même principe, au chapitre

L'arc-en-ciel est défini comme un phénomène de direction extrême de la lumière dans des gouttes d'eau, dont la représentation est forcément en arc circulaire avec le jeu de réfraction et au moins une réflexion interne dans une goutte, bref avec le phénomène de couleur et l'inversion des couleurs de l'arc primaire à l'arc secondaire. Dans les deux cas donc, c'est à un état donné de la vie scientifique que les choses sont prises : au XVII<sup>e</sup> siècle avec Newton pour l'arc, le même XVII<sup>e</sup> siècle pour les controverses, car comment avant les académies des sciences, pourrait-on parler de débat public, qui est le critère retenu pour parler de controverse ? C'est donc un état de la perception humaine des deux « réalités » traitées. Nos deux auteurs par moi associés ne s'en tiennent bien sûr pas à ce choix de datation fondatrice d'une analyse : ils envisagent tous les deux un avant. Biémont parle de « préhistoire », mais aussi de premières « contributions significatives », avant Descartes donc ; Raynaud consacre trois de ses neuf chapitres à des périodes antérieures aux Académies des sciences (médiéval arabe et chrétien, puis la Renaissance). Il faut préciser ici que Raynaud a ajouté quatre nouveaux chapitres, dont celui sur la controverse dans le monde arabe, à un livre du même titre sorti en 2003. Les deux auteurs, de même, traitent du contemporain. Pour l'arc-en-ciel avec un peu de mécanique quantique, mais aussi avec des simulations numériques selon divers phénomènes faisant disparaître la jolie simplicité du XVII<sup>e</sup> siècle ; pour les controverses avec le sujet même du compte-rendu de science et le débat entre « relativistes » et « rationalistes », dans ce qui est daté comme les « *science wars* » (1994-2006).

Bref, les deux auteurs jouent avec une connaissance qui n'est pas définitivement figée, qui n'est donc pas morte, et se dégagent tous les deux d'un certain sens du positivisme, quand il atteint le stade dogmatique de l'enseignement. Pour Biémont le contemporain figole à partir de sources scientifiques diverses, autour du phénomène majeur, l'idée mère donc, de Descartes-Newton qui est sa base. Pour Raynaud, le contemporain sert à mieux faire valoir la thèse épistémologique d'une même recherche de la vérité dans l'acte scientifique, en particulier dans la dispute qui est dite spécifique, à l'encontre de positions sur la pratique de science qui fait de ces disputes des actes sociaux tout à fait analogues à tous les autres. Mais nos deux auteurs n'en fixent pas moins quelque chose d'immuable pour chacun de leurs objets respectifs d'étude : c'est pour cela que je les ai dits hors de l'histoire des sciences.

Certes chacun des deux auteurs a ses façons propres, et donc heureusement discutables, de rendre compte de son sujet : pour l'arc-en-ciel, l'aspect esthétique n'est pas traité au sein de la science, mais par le biais du mythe, de la poésie, et de la peinture. Donc par une séparation assez radicale entre la représentation et l'explication scientifique du phénomène, sans chercher à voir ce que la pratique scientifique a aussi engendré comme perception de type esthétique. Ainsi, alors que l'idée même d'un extremum suscite une démonstration mathématique quasi immédiate de l'angle sous lequel peut être perçu le phénomène de l'arc-en-ciel, par une esthétique justement de la simplification, l'auteur parle de calcul long et pénible dont il peut se passer. Pour les controverses scientifiques, l'objectif étant de rendre caduques, ou logiquement ineptes, bien des démarches des « *science studies* », en vue d'une défense de l'adéquation de la démarche scientifique à la vérité, il n'est pas cherché à montrer ce que ces études, même les plus dogmatiques, ont pu apporter à notre connaissance de ce qu'est la présence scientifique dans les différentes sociétés, et plus encore son évolution, et le sens modifié de ce qu'est l'objectivité.

Les deux auteurs ne trichent pourtant pas : tous les deux ont clairement dit leurs objectifs. Et tous les deux donnent une bibliographie, avec un surcroît considérable chez Raynaud qui traite de très nombreux cas comme il a été indiqué.

Il m'est d'autant plus facile de terminer ma « critique », au sens d'un parcours commenté, que je peux constater la mise entre parenthèses de l'histoire des sciences en tant que telle, ou sa présentation comme simple toile de fond, puisqu'il y a presque totale absence de citations effectives des auteurs scientifiques. Certes les poètes et les peintres sont directement cités chez Biémont, et les sociologues chez Raynaud ; mais les paroles des scientifiques sont largement absentes, ou présentées dans un contexte qui ne permet pas à un lecteur non spécialiste de les lire avec profit, et en situation. Ainsi Raynaud cite-t-il le théorème de Desargues sur les deux triangles en perspective conique, mais il n'est pas dit qu'une disposition plane peut également être lue comme une disposition dans l'espace, et on ne saurait donc comprendre comment ce théorème a induit un changement de conception de la géométrie elle-même en tant que science. On peut certes le voir grâce à la figure donnée par un excellent historien de l'art actuel (fig. 6, p. 250 de l'ouvrage de Raynaud), qui lui a explicité les choses, mais non par le seul texte de Raynaud, même quand il donne une image due au graveur Abraham Bosse qui s'était chargé de diffuser la pensée de Desargues et eut maille à partir avec ses « collègues » de l'Académie des beaux-arts, étant accusé de manie mathématique. Certes je comprends, et l'ai dit, que Raynaud cherche à montrer la dispute, et à juste exhiber le jeu démonstratif qui utilise la preuve géométrique à la manière d'Euclide, mais sans le faire vivre. S'il suggère bien que quelque chose de neuf se mettait en place avec le projectif dans un enjeu à la fois de pratique et de théorie, il oublie les phrases scientifiques des acteurs. De la même façon, Biémont oublie les phrases de Descartes sur l'extremum « calculé », alors que Descartes n'avait pas le calcul différentiel. Le mot « calculé » doit interroger, car précisément le calcul n'est pas un concept historiquement stable, qui permettrait de faire entrer le calcul différentiel dans un cadre d'éternité.

Le préjugé, scientifique dans les deux cas, est encore qu'une image, celle de l'arc-en-ciel de Descartes chez Biémont ou celle de Desargues chez Raynaud, posséderait une valeur objective pour toujours. Et serait reçue *ipso facto* par les contemporains. On sait par exemple que Spinoza lisant Descartes sur l'arc-en-ciel, n'a pas pu reproduire le calcul de l'extremum.

Cela ne saurait diminuer l'intérêt des deux ouvrages, et d'ailleurs mon reproche d'un oubli de citations précises n'est pas toujours recevable dans l'ouvrage de Raynaud, par exemple lorsqu'il prend l'exemple de la voûte de l'église de Bédouin. Ces deux ouvrages permettent en tout cas de comprendre combien l'étude analytique, aussi bien d'un thème scientifique particulier que d'attitudes de scientifiques dans le cadre de polémiques, peut susciter comme récits qui, par force, ne sont que des visions partielles. Cette inévitable partialité peut être rendue visible autrement que par des précautions oratoires et c'est là que l'histoire des sciences, qui est aussi fondamentalement une histoire des textes et des images, joue son rôle en n'aplatissant pas les choses par des jugements, mais en faisant vivre des idées dans un contexte qu'il s'agit d'expliquer et de situer. On ne dira jamais assez combien est indispensable à cet effet la publication critique des œuvres complètes des scientifiques du passé. Je remarque, et regrette, qu'aucun tel recueil ne soit utilisé par Biémont, ni par Raynaud dans la longue bibliographie, sauf erreur de repérage. Certes les deux auteurs

ici réunis citent des livres originaux de scientifiques. Mais justement ils écartent de leurs études les éléments fournis par les historiens de sciences dans les éditions complètes. C'est quand même dommage !

JEAN DHOMBRES

*Centre national de la recherche scientifique  
& École des hautes études en sciences sociales*

GRANEY (Christopher M.), *Mathematical disquisitions : The booklet of theses immortalized by Galileo*. – Notre Dame : University of Notre Dame Press, 2017. – xxix, 145 p. – 1 vol. broché de 15 × 23 cm. – \$ 25.00. – isbn 978-0-268-10242-5.

Mais qui donc est ce Johann Georg Locher dont le seul titre de noblesse semble être le fait d'avoir été pris pour cible par Galilée ? N'est-ce pas un peu mince que de donner la réplique sous le nom de Simplicio à Salviati lors des *Dialogues* ? Pourquoi Christopher M. Graney publie-t-il aujourd'hui la traduction anglaise de cette thèse dirigée par l'astronome jésuite C. Scheiner (1573-1650) en l'an de grâce 1614 ? Au lecteur de le découvrir.

Il convient d'ajouter que l'introduction et les notes, elles aussi dues au traducteur, sont remarquables.

Pour sa part, Locher sait à quoi s'en tenir. Il publie, dit-il, ces propositions « mathématiques concernant des nouveautés célestes », car elles « considèrent des choses d'une rareté fascinante » (p. 4). Dès le début, s'appuyant sur les écrits du « grand théologien Antonio Possevino » (1533-1611), il souligne la place de choix des mathématiques. À la fin de la préface, il fait appel à Clavius (1538-1612), professeur du Collège Romain, pour soutenir ses propos. Ces références aux savants jésuites indiquent que Locher s'inscrit dans une lignée scientifique fort importante au XVII<sup>e</sup> siècle.

Voici quelques échantillons où l'on perçoit l'esprit perçant de cet anticopernicien convaincu, mais subtil. Locher propose une « machine à mouvement perpétuel », conçue en bonne et due forme. Moyennant cet appareil, il montre que le mouvement perpétuel circulaire est possible et, partant, on « imagine » comment la Terre pourrait se mouvoir autour du centre de l'Univers. Mais ce mouvement n'existe pas, puisqu'on ne dispose d'aucune observation qui puisse en rendre compte. En conséquence, les Coperniciens ne peuvent en tirer aucun profit et restent sur leur faim.

À propos de la structure de l'Univers, les arguments de Locher méritent d'être suivis avec soin. Il rappelle que la plupart des anciens mathématiciens et philosophes croyaient en un univers infini qui contenait un nombre infini d'univers finis, dont le nôtre, issus d'un ensemble infini et chaotique d'atomes. Notre univers, né du chaos, y retournera un jour. Locher ajoute : « Mais la philosophie chrétienne a anéanti cette conception comme nous allons le démontrer » (p. 17) et, à point nommé, il introduit le problème de l'infini mathématique et s'y engage de plein pied. Voici son analyse de l'infini actuel. Soit un ensemble (*multitudo*) infini d'éléments disposés deux à deux. Ces paires sont en nombre infini ou en nombre fini. Dans ce dernier cas, les éléments qui les forment sont en nombre fini. Si les paires sont infinies, elles peuvent, à leur tour, former des groupes de quatre éléments dont le

nombre peut être infini ou fini. Et ainsi de suite. Un ensemble infini se divise en un nombre infini de sous-ensembles de deux, quatre, etc., éléments. Deux cas se présentent : 1° tous les infinis sont égaux — l'infini des paires est égal à l'infini des sous-ensembles de quatre éléments etc. —, ce qui est impossible ; 2° les infinis sont différents. Or, dans ce cas, on peut soustraire un infini d'un autre infini et il en résulte un troisième infini, ce qui est contraire au concept d'infini. Locher en déduit que l'infini actuel n'existe pas. Dans ses *Discorsi e dimostrazioni matematiche* (Bologna, MDCLV, p. 25), Galilée écrit : « Les entiers naturels ne sont-ils manifestement pas plus nombreux que les nombres carrés, d'autant que ces derniers se rencontrent de plus en plus rarement à mesure qu'on avance dans les suites des premiers ? Pourtant à tout nombre carré correspond un entier qui est sa racine, de telle manière que l'ensemble de ces racines des nombres carrés se confond avec l'ensemble des entiers lui-même ; si l'on applique à ces ensembles infinis les règles du discours ordinaire, ne sera-t-on pas amené à cette conclusion absurde que l'ensemble des entiers est numériquement supérieur à lui-même ? ». En attendant Cantor et Dedekind, Locher et Galilée sont logés à la même enseigne.

Les *Disquisitiones* témoignent d'une belle dextérité conceptuelle et d'une connaissance souple et précise des mathématiques et de l'astronomie de l'époque. Par ailleurs, cet ouvrage montre que souvent les erreurs scientifiques sont « fondées en raison ». Selon l'expression convenue, cette traduction tire de l'oubli Johann Georg Locher dont le nom, hélas, n'apparaît pas sur la couverture du livre. Ce qui est regrettable. On ne saurait trop revenir sur le sens de cette petite phrase attribuée à Aby Warburg : « Dieu est dans les détails ».

GODOFREDO IOMMI AMUNÁTEGUI  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

## Sciences et religions

CANTEMIR (Démètre), *L'image infigurable de la science sacro-sainte* / ouvrage publié sous la direction de Vlad ALEXANDRESCU ; édition critique de Dan SLUȘANSCHI et Liviu STROIA ; traduction, introduction, glossaire, notes, index et bibliographie de Vlad ALEXANDRESCU. — Paris : Honoré Champion éditeur, 2016. — 748 p. — (Sources classiques ; 122). — 1 vol. broché de 15 × 22 cm. — 110,00 €. — isbn 978-2-7453-2957-8.

Entreprendre la lecture de la *Sacro-sanctae scientiae indepingibilis imago*, cet écrit rédigé par le jeune Démètre Cantemir (1675-1723) et resté à l'état de manuscrit autographe prêt à l'impression, c'est entamer un voyage bien surprenant... et qui ne manqua d'ailleurs pas de susciter la stupeur lors de sa découverte, en pleine période positiviste, en 1878. En effet, c'est découvrir un texte qui, bien qu'il date du siècle des Lumières, se propose d'élaborer, principalement sur la base de l'œuvre de Jean-Baptiste van Helmont (1579-1644), une « physique chrétienne », globalement fidèle à l'enseignement mosaïque et donc anti-aristotélicienne, en s'offrant le luxe de ne jamais tenir compte des découvertes de la science moderne et, encore moins, de les mentionner ou de les discuter ! Et cependant, on ne peut dénier à cet écrit toute valeur philosophique ni contester à son auteur le fait d'être un grand érudit !

Alors que les philosophes de la nature préféreront sans doute le quatrième livre consacré à la question du temps et dans lequel l'auteur lance sa diatribe la plus féroce contre Aristote, nous nous limiterons principalement, pour notre part, à une évocation du deuxième livre (en l'occurrence un Hexaéméron, soit une explication des six jours de la Création), dans la mesure où il est le plus à même de retenir l'attention des historiens des sciences et, en particulier, de la cosmologie. Dans le cadre d'une vision du monde implicitement géocentrique et explicitement anthropofinaliste, l'auteur s'y prend continuellement au Stagirite. Ainsi, s'il maintient l'existence d'une dichotomie entre monde sublunaire et monde supralunaire et s'il s'attache à la fonder sur une différence matérielle, il réfute la théorie aristotélicienne des quatre éléments dès lors que le texte de la Genèse ne fait aucune mention de la création du feu, pas plus, d'ailleurs, que celle de l'éther. Par conséquent, le monde sublunaire n'est composé que d'eau (et de terre, puisque celle-ci provient elle-même de l'eau), quand le monde céleste est composé exclusivement d'air. Prenons garde, toutefois, que si les astres sont bel et bien incorruptibles, ils ne sont pas éternels, pas plus que la matière première d'ailleurs. Quant à la lumière et à la chaleur qui l'accompagne, créées avant le Soleil conformément au texte biblique, l'astre du jour est le seul à en disposer : les étoiles ne font que refléter sa lumière et nos feux terrestres en sont, eux aussi, issus. Outre sa critique des catégories aristotéliciennes que sont la matière, la forme et la privation, d'autres exemples scientifiques de cette opposition continue au Stagirite peuvent être signalés : son rejet de la doctrine des exhalaisons pour rendre compte des phénomènes atmosphériques ; son refus de l'explication de l'arc-en-ciel qui, pour lui, est un phénomène, apparu pour la première fois *après* le déluge, ayant certes une cause naturelle, mais qui est en lui-même surnaturel ; ou bien, au contraire, son acceptation de l'existence du vide dans la nature afin de rendre possible le mouvement. On le voit : rien qui ne corresponde à l'image que l'on se fait d'un écrit rédigé, au siècle des Lumières, par une personne d'envergure. Mais ne l'oublions pas : ce n'est pas — ou du moins, pas seulement — à l'aune de ces affirmations scientifiques ponctuelles qu'il convient d'évaluer le texte du prince moldave !

Par l'excellence de la traduction française, par la qualité de la copieuse introduction (116 pages) qui introduit véritablement à la lecture du texte, par la précision des notes infrapaginales qui aident à le comprendre, cette première édition critique du texte latin et cette première traduction française donnée en vis-à-vis sont tout à fait dignes d'éloges !

JEAN-FRANÇOIS STOFFEL  
Haute école Louvain-en-Hainaut

## Philosophie des sciences

WEYL (Hermann), *Philosophie des mathématiques et des sciences de la nature* / traduit de l'anglais par Carlos LOBO. – Genève : MétisPresses, 2017. – 411 p. – (ChampContre-champ Grands ouvrages). – 1 vol. broché de 16 × 24 cm. – 38 €. – isbn 978-2-940563-07-4.

Le physicien et mathématicien Hermann Weyl (1885-1955) n'est pas aussi connu du « grand public » que certains de ses contemporains comme Einstein ou Schrödinger,

personnages récurrents du monde de la vulgarisation. Toutefois, ses apports à la théorie des groupes, à la relativité générale, ou son rôle dans l'élaboration de l'invariance de jauge sont salués chez les physiciens aujourd'hui encore. Au travers de son œuvre scientifique, on pourrait même se risquer à dire que Weyl invente la figure moderne du physicien théoricien, situant la valeur de ses travaux dans leur beauté et leur rigueur mathématiques plutôt que dans d'éventuelles vérifications expérimentales.

Weyl a assisté à la naissance de la relativité ainsi qu'à celle de la mécanique quantique. Ces révolutions scientifiques ont bouleversé notre perception du monde : l'espace-temps devient une entité dynamique et le déterminisme cède le pas aux probabilités dans le monde microscopique, renouvelant par la même occasion les débats sur des notions philosophiques telles que le libre arbitre et les liens entre notre perception de l'Univers et sa réalité « objective ». Dans ce cadre historique, au confluent des sciences et de la philosophie, paraît cet ouvrage singulier en 1926, étendu et traduit de l'allemand vers l'anglais en 1949. Il s'agit, pour Weyl, de proposer un point de vue sur les questions fondamentales telles que la structure de l'espace et du temps, la nature des mathématiques, leur lien avec la « réalité », etc., et ce en synthétisant de manière originale la pensée des — nombreux — philosophes, mathématiciens et physiciens dont il a étudié les travaux. On pourrait rapprocher son entreprise de celle des « essais », avec une contrainte : les thèmes abordés doivent pouvoir être étudiés par les mathématiciens ou la physique.

L'ouvrage *Philosophie des mathématiques et des sciences de la nature* est divisé en deux parties. La première traite des mathématiques ; y sont abordés la logique, les nombres et le continu, l'infini, et la géométrie. Soulignons deux exemples élégamment discutés par Weyl : l'émergence de l'ensemble des réels, donc du continu, comme un processus itératif infini se basant sur les naturels, et l'évolution de la géométrie depuis Euclide jusque Riemann. La deuxième partie aborde les sciences de la nature ; l'auteur y discute d'abord de l'espace-temps, de sa perception et de sa structure. Husserl joue un rôle important dans sa pensée à ce niveau. Ensuite, Weyl aborde la question de la méthodologie scientifique (très « duhémienne ») et de la matière — champs *versus* particules. Des annexes, ajoutées en 1949, contiennent des réflexions additionnelles sur la physique quantique, la chimie et la biologie notamment. Il convient de mentionner que cet ouvrage n'est pas un livre de vulgarisation : de bonnes notions dans les thématiques abordées seront nécessaires au lecteur pour appréhender le cheminement de Weyl.

Le texte est servi par une excellente traduction française de Carlos Lobo, qui a mis un soin particulier à respecter la terminologie en vigueur de nos jours dans le monde scientifique — tout au plus déplore-t-on un certain nombre de fautes de frappe. Des notes en bas de page et une longue préface (Françoise Balibar et Carlos Lobo) apportent un complément d'information pertinent à l'ouvrage original.

Des paradigmes tels que ceux de la relativité générale, de la mécanique quantique ou encore de la théorie des champs, ayant connu un essor considérable du vivant de Weyl, occupent une place prépondérante dans son ouvrage. Ils sont de nos jours devenus de la science « ordinaire » et enseignés comme tels. Est-ce à dire que, pour le lecteur, l'intérêt de ce livre est moindre en 2018 qu'en 1926 ? Ce n'est pas le cas, pour deux raisons principalement. La première est la rigueur avec laquelle l'auteur expose les idées de ses illustres prédé-

cesseurs et contemporains (d'Euclide à Mach en passant par Descartes, Galilée, Newton, Leibniz, Helmholtz, etc.) et sa connaissance détaillée de leur corpus : c'est à un véritable voyage, enrichissant, mais ardu, dans l'histoire des sciences et de la philosophie auquel le lecteur est convié. La deuxième est la clairvoyance de Weyl dans l'énoncé de ses opinions propres : il ne se perd ni en spéculations métaphysiques — « L'abandon de la quête métaphysique des causes en faveur de la loi est défendu par tous les grands scientifiques », écrit-il (p. 282) — ni en prophéties sur l'avenir de la science qui auraient pu, presque septante ans plus tard, être démenties. Il invite simplement le lecteur à partager avec lui ce que les sciences et la philosophie lui semblent offrir de plus stimulant : le mystère de l'intelligibilité du monde, spécifiquement au moyen de lois mathématiques. Quel message pouvons-nous y découvrir ? Laissons à Weyl le soin d'y répondre : « De moi-même, je sais que je suis ouvert à un monde spirituel d'images. C'est là que résident [sic] l'origine de mon intuition libre et de mon rapport à la vérité, aussi bien que de mon action libre et de ma responsabilité. Mais je suis en même temps en possession d'un corps humain et donc une créature vivante profondément semblable à tous les êtres vivants » (p. 304).

FABIEN BUISSERET

Haute école Louvain-en-Hainaut

SARTENAER (Olivier), *Qu'est-ce que l'émergence ?*. – Paris : Librairie philosophique J. Vrin, 2018. – 128 p. – (Chemins philosophiques). – 1 vol. broché de 11 × 18 cm. – 9,00 €. – isbn 978-2-7116-2770-7.

La collection qui publie cet ouvrage prévient du seul reproche qui pourrait être émis à son encontre : il est destiné aux étudiants et au « grand public cultivé ». De fait, on y entre vite dans un sujet somme toute assez pointu et le lecteur non préparé pourra se trouver déstabilisé par le vocabulaire technique introduit d'emblée. Cependant, la crainte d'une incompréhension est rapidement dissipée par la pédagogie et la rigueur d'Olivier Sartenaer, qui nous emmène de façon assurée dans le monde riche et complexe de l'émergence.

Ce concept d'émergence, particulier et pourtant dès l'abord assez vague, possède une longue histoire. Bien que le terme soit neuf, au regard de l'histoire des sciences et de la philosophie (puisqu'il apparut pour la première fois en 1875<sup>1</sup>), l'idée qu'il recouvre remonte en effet à Aristote. Les petits écarts historiques sont par conséquent utiles et intéressants afin de saisir l'essence de ce concept. L'auteur ne manque pas de resituer les diverses approches, pour une meilleure compréhension. Cet attrait pour la contextualisation se retrouve également à la fin du livre, où sont présentés puis analysés deux extraits d'œuvres majeures dans la généalogie de l'émergence, à savoir ceux de Mill et de Morgan. Ils permettent une réelle clarification et exemplification du concept traité dans cet ouvrage court mais précis.

Nous avons déjà évoqué le caractère vague de l'émergence et c'est ce qui constitue sa richesse. En effet, une pluralité d'interprétations existe et cela donne naissance, après une analyse méticuleuse, à différents types d'émergence. Ceux-ci sont expliqués, classifiés et régulièrement rappelés afin que le lecteur ne perde pas le fil du développement. L'émergence peut être synchronique, diachronique, ontologique ou épistémologique, par exemple.

1. Lewes, G. H. (1875). *Problems of Life and Mind*, vol. 2. Londres : Trübner & C°.

Toutes ces distinctions se justifient à la lumière de la complexité du concept et n'alourdissent en rien le propos général.

L'un des autres points forts de ce texte est la profondeur du travail d'analyse. L'auteur n'hésite pas à aller creuser, en toute honnêteté, les critiques faites à l'encontre du concept même d'émergence et qui portent sur son inconsistance. En plus d'enrichir la réflexion, cette approche permet au lecteur de ne pas être trop facilement convaincu par ce concept attractif, qui concilie aisément, en apparence, ces deux opposés déchirant depuis longtemps la philosophie des sciences que sont le monisme et le dualisme. Ce livre aurait pu s'arrêter à une présentation sommaire du concept, se centrant principalement sur cette prouesse pourtant superficielle. Les critiques apportées et décortiquées sont fortes mais enrichissantes puisqu'elles montrent que le concept, pour être consistant, doit se renforcer. Olivier Sartenaer ne finit pas son entreprise sur un échec et l'ouvre à diverses possibilités de réponses à ces critiques. L'émergence n'est donc pas aussi miraculeuse qu'elle puisse paraître et heureusement pour elle. Sans la formulation de ces critiques et, bien évidemment, des réponses qu'elles ont suscitées, le concept serait resté beaucoup trop vague et fluide et cela l'aurait empêché d'attiser l'intérêt des philosophes et scientifiques de toutes disciplines.

En conclusion, *Qu'est-ce que l'émergence ?* est un outil clair, concis et nécessaire à quiconque souhaite interroger les limites de deux attitudes philosophiques extrêmes et les nuances susceptibles d'y être apportées, dans des domaines aussi variés que la question du rapport âme/corps, des liens interdisciplinaires ou de notre relation au monde. L'émergence peut se questionner dans diverses disciplines comme la physique, la sociologie, les neurosciences ou l'économie. Afin d'entreprendre le voyage dans ce concept en toute sécurité, ce livre est un *must have* et surtout un *must read* !

ASTRID MODERA  
Université de Namur

## Astronomie

RIAZUELO (Alain), *Les trous noirs : à la poursuite de l'invisible* / préface de Roland LEHOUCQ. – 2<sup>e</sup> édition. – Louvain-la-Neuve : DeBoeck Supérieur, 2018. – xvi, 223 p. – 1 vol. broché de 15 × 21 cm. – 17,90 €. – isbn 978-2-8073-1558-7.

Les trous noirs sont un sujet dont tout le monde a entendu parler, mais sur lequel peu de personnes ont des idées précises, voire des idées tout court. Pourtant, la notion remonte au XVIII<sup>e</sup> siècle, car ils furent introduits par Laplace et Michell, indépendamment, sur base d'un raisonnement très simple. Plus un corps est massif, plus grande doit être la vitesse nécessaire pour s'en échapper (vitesse de libération). Donc, si le corps est tellement massif que cette vitesse de libération dépasse la vitesse de la lumière, même celle-ci ne pourra en sortir et donc le corps sera parfaitement invisible (noir). Mais, à l'époque, cela était de la pure spéculation et rien ne prouvait que de tels objets puissent exister : le concept était parfaitement inutile. Il faudra attendre la relativité générale d'Einstein (1916) et la réinterprétation par Oppenheimer et Snyder de la solution de Schwarzschild à la fin des années

1930 pour que les astronomes se rendent compte de l'existence (abondante !) des trous noirs dans l'univers.

L'ouvrage d'Alain Riazuelo se propose de broser une description complète des trous noirs, de leur formation et de leurs propriétés. Mais ceci présuppose un véritable cours de physique et d'astronomie, puisque le lecteur est censé être « naïf » dans ces domaines. C'est bien ce qu'on trouve dans l'ouvrage : lumière, matière (atomes, interactions), gravitation, relativité générale, vie et mort des étoiles, tout est passé en revue, de façon très pédagogique. Bien sûr, la plus grande partie de l'analyse concerne l'évolution d'une étoile, depuis sa formation jusqu'à son statut final, naine blanche, étoile à neutrons ou trou noir, en fonction de sa masse. Outre ces « cadavres d'étoiles », on trouve aussi les trous noirs supermassifs, au centre de nombreuses galaxies, et les hypothétiques trous noirs primordiaux, créés juste après le Big Bang. Ces deux derniers types restent d'ailleurs encore assez mystérieux.

La fin de l'ouvrage est consacrée à deux sujets d'actualité. Tout d'abord, « Des trous noirs pas tout à fait noirs » : comme l'a montré S. Hawking, récemment disparu, les lois de la mécanique quantique impliquent qu'un trou noir peut émettre des particules, dont la nature dépend de la température : c'est le « rayonnement de Hawking », par lequel le trou noir va s'évaporer progressivement. Évidemment, ceci n'a pas été observé (faute de temps, le processus étant très lent). Enfin, le dernier chapitre revient sur la découverte, en 2015, des ondes gravitationnelles, provenant de la fusion de deux trous noirs. Ici encore, Einstein avait prévu le phénomène, mais il a fallu un siècle pour le découvrir expérimentalement, tant les effets sont infimes.

Ouvrage étonnant ! Sous une apparence très simple, sans présupposé, il arrive à broser un tableau très complet de toute la physique des trous noirs, balayant au passage des pans entiers de la physique et de l'astronomie. On ne peut qu'être sidéré par les progrès réalisés ces dernières années. Il faut évidemment recommander l'ouvrage à tout amateur d'astronomie : il ne sera pas déçu ! Seul bémol, bien que l'auteur cite plusieurs fois le Big Bang, il ne mentionne jamais Georges Lemaître, qui l'a conçu, ni même Fred Hoyle, qui l'a baptisé ainsi par dérision. Un comble pour un livre édité à Louvain-la-Neuve !

JEAN-PIERRE ANTOINE  
Université catholique de Louvain

## Physique

LIVI (Roberto) - POLITI (Paolo), *Nonequilibrium statistical physics : a modern perspective*. – Cambridge (UK) ; New York (NY) : Cambridge University Press, 2017. – xvii, 420 p. – 1 vol. relié de 19 × 25 cm. – 54,99 £. – isbn 978-1-107-04954-3.

Ce livre constitue une excellente référence pour les étudiants ou chercheurs qui veulent s'initier à la physique statistique de non-équilibre. Il est remarquablement écrit et illustré et ouvre des perspectives en direction de la plupart des champs d'applications récents de cette discipline.

Le livre débute par une étude sur le mouvement brownien et les équations différentielles stochastiques. Puis, il aborde la théorie de la réponse linéaire et les phénomènes de transport. De très beaux chapitres sont consacrés aux transitions de phase et aux phénomènes critiques hors de l'équilibre. Le lecteur découvrira une approche de la dynamique stochastique des surfaces et des interfaces (déposition aléatoire, rugosité, équation de Kardar-Parisi-Zhang, etc.). Un chapitre est dédié à la cinétique de l'émergence d'une phase ordonnée. La question est ici de savoir comment un système qui possède des états fondamentaux équivalents peut retourner à l'équilibre à partir d'un état désordonné (deux processus sont considérés avec leur dynamiques propres : le « coarsening » et la nucléation). Outre les physiciens et les chimistes, les biologistes seront très intéressés par le chapitre final dédié à la formation de « patterns » et au modèle de Turing, éléments essentiels pour une approche contemporaine de la morphogenèse. Cet ouvrage sera donc très utile pour des recherches interdisciplinaires. Signalons enfin qu'il possède 19 annexes très éclairantes sur les concepts mathématiques ou physiques de base nécessaires à la compréhension du texte.

J'aurais aimé avoir ce genre de livre à l'époque où j'ai étudié la mécanique statistique. Je ne peux donc que le recommander aux étudiants et aux chercheurs qui veulent se plonger dans ce domaine passionnant et naturellement ouvert à plusieurs disciplines de la matière et du vivant.

DOMINIQUE LAMBERT  
Université de Namur

BAYE (Daniel) - DUFOUR (Marianne) - FUKS (Benjamin), *Mécanique quantique : une introduction générale illustrée par des exercices résolus*. – Paris : Ellipses, 2017. – x, 516 p. – 1 vol. broché de 18.5 × 23.5 cm. – 49.00 €. – isbn 978-2-340-01937-9.

Daniel Baye est ingénieur civil physicien et professeur à l'École polytechnique de l'Université de Bruxelles. Il participe aux recherches des unités de Physique nucléaire et de Physique Quantique dans les domaines des réactions nucléaires, des faisceaux d'ions radioactifs utiles dans la compréhension de phénomènes d'astrophysique. C'est à l'occasion de collaborations dans son unité de recherche à l'ULB qu'il a accueilli Marianne Dufour et Benjamin Fuks, respectivement maître de conférence à l'Université de Strasbourg (où elle dirige l'Unité de suivi pédagogique en physique fondamentale) et professeur à l'Université Pierre et Marie Curie, collaborateur au CMS du CERN, après un passage par Strasbourg. Tous trois sont impliqués dans l'enseignement de la physique mathématique et de la mécanique quantique en Faculté d'ingénieurs et c'est à l'intention de leurs étudiants qu'ils ont conçu cet ouvrage.

Ils proposent ici, sans formalisme déroutant, une introduction à la physique contemporaine : une introduction comportant une grande variété de problèmes résolus. On en compte 55 distribués assez uniformément dans les 14 chapitres.

Les quatre premiers chapitres concernent les fondements : physique de l'infiniment petit, origine des formalismes principaux, outils mathématiques, principes de la mécanique quantique : équation de Schrödinger, relations d'incertitude d'Heisenberg et théorème d'Ehrenfest (pour faire le lien entre classique et quantique).

Du chapitre 5 au chapitre 12, on entre profondément dans les applications : potentiels simples, traversée de barrière de potentiel, paquets d'ondes, moment cinétique orbital, particule dans un potentiel central, l'atome d'hydrogène, l'oscillateur harmonique, le spin. Les chapitres 13 et 14 sont consacrés aux interprétations non évidentes (inégalités et paradoxes) de la mécanique quantique et à une brève introduction à la mécanique quantique relativiste.

Parmi les exercices proposés, il me plaît de citer : les neutrinos de la supernova SN1987a, la longueur d'onde Compton d'un positron, l'ordre de grandeur de l'étalement d'un paquet d'ondes, la découverte du deutérium, théorème du viriel, l'interprétation naïve du spin, ... mais les 50 autres sont aussi très bien choisis.

Les connaissances habituelles d'un étudiant ayant réussi les épreuves de bachelier (les trois premières années dans l'enseignement supérieur) suffisent pour aborder, même seul, cet ouvrage. Des compléments de mathématiques sont ajoutés dans les 20 dernières pages. Un très bon index permet des aller et retour pour une bonne compréhension, surtout pour un lecteur isolé.

Le choix des sujets n'est pas le reflet des activités de recherche des trois auteurs. Toutefois, un bon enseignement s'appuie idéalement sur le vécu des acteurs, même si le niveau de complexité de la matière enseignée ici est moindre que celui qu'ils pratiquent dans leur unité de recherche (faisceaux d'ions radioactifs, problèmes à  $n$  corps, physique au LHC).

Les conseils de lecture proposés en fin de volume renvoient aux « classiques du quantique » comme Messiah, Feynman-Leighton-Sands, Landau et Lifshitz, Dirac (tous ces livres que l'on trouve toujours dans les bibliothèques, mais aussi à des réflexions récentes sur les aspects quantiques). Les enseignants de cette matière, en quête d'applications pour leur propre cours ou pour des questions d'examens, trouveront ici leur bonheur.

GUY DEMORTIER  
Université de Namur

## Sciences de la Terre

*L'adaptation au changement climatique : une question de sociétés* / sous la direction d'Agathe EUZEN, Bettina LAVILLE et Stéphanie THIÉBAULT ; [avant-propos de Alain FUCHS]; [préfaces de Bettina LAVILLE et Monique BARBUT]. – Paris : CNRS Éditions, 2017. – 409 p. – 1 vol. broché de 15 × 23 cm. – 24,00 €. – isbn 978-2-271-09482-7.

Les modifications du climat touchent divers aspects de notre environnement physique (températures, précipitations, vents, niveaux des mers, ...) lesquels affectent potentiellement l'ensemble des systèmes naturels et de nombreuses activités humaines. À cette complexité des impacts climatiques s'ajoute celle de la réponse humaine et biologique et leurs incertitudes. Dès lors, fournir un aperçu global des enjeux et difficultés de l'adaptation constitue un défi qu'un livre ne peut relever que partiellement. *L'adaptation au changement climatique* vise à susciter la réflexion, et la majorité des 42 contributions présentées

y contribuent. Il ne constitue cependant ni une mini-encyclopédie de l'adaptation, ni une synthèse facilement abordable.

Une difficulté de ce livre est qu'on perçoit mal son public cible. Le lecteur qui dispose de connaissances de base — chercheur, journaliste spécialisé, responsable d'une activité touchée par les changements climatiques... — trouvera des éléments intéressants, à condition qu'il ait le temps de les identifier. Cependant, la longueur limitée des contributions (environ 7 pages) ne lui fournira généralement qu'un début d'information qui devra être approfondi par ailleurs : les meilleures contributions posent de bonnes questions, mais génèrent une attente de réponses et semblent alors trop courtes. Quant au lecteur qui souhaite une introduction plus générale, il devra dépasser les difficultés que présente la structure de l'ouvrage : une bonne partie des titres de chapitres ne permettent que partiellement d'identifier leur contenu. Alors que certaines contributions fournissent une bonne introduction à leur sujet, d'autres sont d'un abord difficile, par exemple à cause d'énumérations de mesures politiques avec peu d'analyse critique ou en raison d'un style rédactionnel peu pédagogique.

Le premier chapitre est consacré aux définitions de l'adaptation. Comme le rappelle Jean Jouzel, la définition du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) se rapporte spécifiquement à une « démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu (...) » (p. 55). D'autres auteurs appellent à considérer l'adaptation comme motivée plus largement par des changements environnementaux ou socio-économiques. Cependant, une ambiguïté apparaît dans les autres chapitres : le terme « adaptation » est aussi utilisé en référence à des changements qui visent non pas à « faire avec » les changements environnementaux, mais bien à les limiter — c'est à dire, dans le cas du climat, à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Peut-être est-il possible d'y voir une forme d'adaptation socio-économique face à une problématique, mais cela génère un sentiment de confusion : la clarté voudrait qu'on évite d'inclure les réductions d'émissions (atténuation) dans l'adaptation, d'autant plus que ce changement de définition n'est pas explicite.

Un problème fondamental de l'adaptation est de définir les changements auxquels il faut tenter de répondre. Comme l'évoque notamment François Bertrand, il est parfois possible de prendre des mesures dites « sans regrets » : celles qui présentent des bénéfices dans diverses situations, et permettent ainsi de faire face à la variabilité climatique actuelle et/ou à différentes évolutions futures possibles. Mais pour construire certaines infrastructures ou gérer des forêts, savoir à quoi on peut s'attendre dans plusieurs décennies est important. Dès l'introduction, Agathe Euzen et ses coauteurs indiquent que « le retard apporté à cette lutte [contre les changements climatiques] rend de plus en plus illusoire l'objectif de ne pas dépasser un réchauffement de plus de 2°C » (p. 21). C'est possible ! Mais ce serait aussi l'échec de l'Accord de Paris, qui vise explicitement à rester « bien en dessous » de 2°C et à « poursuivre l'action pour limiter l'élévation des températures à 1,5 °C par rapport au niveau pré-industriel » (décision 1/CP21 de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 2015). Il est peut-être nécessaire de prendre en compte l'hypothèse d'un échec vis à vis de ces objectifs, mais cela aurait mérité une discussion dans le cadre d'un texte plus précis à propos des accords précédents.

Dans une contribution qui illustre la nécessité de se préparer à des événements pour lesquels il n'existe pas de référence passée, Pascal You et Aglaé Jézéquel suggèrent de considérer des « scénarios du pire », où l'on règle les questions d'incertitude en retenant le cas le plus défavorable possible au regard des principes physiques, et ce en application du principe de précaution (p. 368). Vincent Berdoulay et Olivier Soubeyran suggèrent, quant à eux, qu'il est « probable que nous nous éloignons de la zone encore gérable des 2°C » et citent un niveau de 3 à 4°C (p. 255). La dernière contribution du livre, par Virginie Maris, envisage cette question des scénarios futurs sous l'angle éthique : en supposant que la croissance économique contribue simultanément à aggraver les changements et à faciliter l'adaptation, ceux qui subissent le plus les changements sont probablement aussi ceux qui bénéficient le moins de la croissance, y compris pour s'adapter.

Parmi les nombreuses autres contributions, Patricia Gilbert et Irène Till-Bottraud exposent de manière accessible un aspect important de l'adaptation des espèces : la plasticité phénotypique, qui leur permet de développer certains caractères morphologiques en fonction de leur environnement, et donc de s'adapter rapidement, du moins dans certaines limites. Le lecteur intéressé par l'adaptation des milieux naturels peut poursuivre par la contribution de Gilles Bœuf relative à la biodiversité et par celle d'Antoine Gardel *et al.* à propos des écosystèmes littoraux. Ces contributions rappellent que des processus d'adaptation peuvent prendre place dans la mesure où les contraintes non climatiques ne sont pas trop fortes : par exemple, la migration d'espèces vers des régions plus froides quand les habitats ne sont pas trop fragmentés ou la protection par les écosystèmes côtiers lorsque ceux-ci sont préservés ou restaurés. En pratique, cela nécessite des choix de gestion de l'espace côtier qui peuvent être conflictuels, comme le montre Marta Torre-Schaub en ce qui concerne la France.

C'est avec clarté et sans détour que Romain Weikmans aborde les enjeux du financement international de l'adaptation, un sujet complexe, mais important pour les pays en développement. D'autres contributions abordent l'adaptation du point de vue de l'activité d'entreprises (SNCF, EDF), de la finance (risque climatique lié aux investissements), et des assurances (qui mériteraient probablement davantage de développement).

Un objectif de ce livre était de soutenir la mise en œuvre de l'Accord de Paris sur le climat, en particulier à l'occasion de la 23<sup>e</sup> conférence des Parties de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, en 2017. Au vu du rythme relativement lent de ces négociations internationales et du fait que le développement des connaissances est également progressif, ce livre garde aujourd'hui sa pertinence, dans les limites qui étaient les siennes dès sa publication.

PHILIPPE MARBAIX  
*Université catholique de Louvain*

*Démanteler les barrages pour restaurer les cours d'eau* / coordinateurs : Régis BARRAUD et Marie-Anne GERMAINE. – Versailles : Éditions Quae, 2017. – 240 p. + 8 planches. – (Update Sciences & technologies). – 1 vol. broché de 16 x 24 cm. – 39,00 €. – isbn 978-2-7592-2678-8.

Résultat d'un programme de recherche consécutif à la Directive cadre européenne de l'an 2000 sur l'eau visant notamment à restaurer la continuité écologique des cours d'eau en démantelant les barrages, cet ouvrage collectif de 13 auteurs, coordonnés par deux géographes Barraud et Germaine, fait le point sur les débats et conflits engendrés dans l'environnement des petites rivières du nord-ouest de la France.

Structuré en 3 grandes parties (« passé et présent de l'aménagement hydraulique : un passé encombrant », « la restauration écologique à l'épreuve des représentations sociales et des usages des vallées » et « les vallées en projets »), les chercheurs analysent, dans chaque cas à partir d'enquêtes et d'études détaillées, les attentes parfois contradictoires des parties prenantes de ces divers aménagements et en profitent pour mener une réflexion prospective vers une nouvelle approche écologique des fonds de vallées.

Quant au passé et au présent de ces aménagements hydrauliques, les deux camps qui s'affrontent — à savoir les libérateurs de rivières qui veulent lever les obstacles aux migrations piscicoles et au transit sédimentaire (diversité dynamique d'habitats) et les conservateurs du patrimoine qui veulent parfois en plus valoriser l'énergie verte (reconversion de moulins en microcentrales hydrauliques) — ne peuvent trouver la solution que dans le dialogue et la négociation qui restent toutefois parfois bien difficiles à organiser. La restauration écologique durable des lits fluviaux ayant comme objectifs de gestion la biodiversité et la continuité des rivières ordinaires devrait donc résulter d'un processus démocratique, ce qui implique que le projet des experts intègre aussi les aspirations des populations riveraines.

Le projet de restauration écologique mis à l'épreuve des représentations sociales et des usages des vallées se heurte parfois à des blocages de fond comme de forme résultant de la domination des savoirs savants (les techniciens) sur les savoirs profanes (les riverains). C'est pourquoi, la valorisation écologique (continuité longitudinale comme latérale) devrait faire l'objet de valorisations conjointes paysagères, territoriales, etc., en élaborant une grille multicritère collective afin des satisfaire toutes les tendances tant patrimoniales qu'écologiques.

Quant aux vallées en projets, les actions d'accès à la rivière devraient d'emblée prendre en compte ses usages multiples à l'échelle urbaine comme territoriale, ce qui implique une approche paysagère de l'aménagement et de la gestion de la rivière concernée. Mais le résultat durable d'un tel aménagement ne peut résulter que d'une mobilisation systématique de toutes les parties prenantes, à savoir les gestionnaires, les riverains et les usagers de ces fonds de vallées.

Ce livre s'adresse à tous les gestionnaires et protecteurs des milieux aquatiques ainsi qu'à tous les étudiants ou chercheurs en écologie, géographie, sociologie, etc. qui s'intéressent à l'aménagement et à la gestion durable de ces rivières et fonds de vallées trop souvent fragilisés par les multiples activités humaines.

JEAN-CLAUDE MICHA  
*Université de Namur*

JOYE (Michel), *Terre : l'histoire de notre planète de sa naissance à sa disparition* / préface de Patrick DE WEVER. – Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 2017. – xxi, 349 p. – (Focus science). – 1 vol. broché de 15 × 22,5 cm. – 32,00 CHF. – isbn 978-2-88915-210-0.

Naissance, vie et mort de notre planète ! Traiter la Terre comme un organisme vivant serait-il usurpé ? Non évidemment, la Terre est vivante : elle tremble, bouge, s'exprime, ingère, émet des gaz et des liquides... L'auteur dresse malicieusement l'évolution de notre planète, qui comme toutes les autres planètes, est unique. Le livre suit le déroulé du temps, dimension essentielle à la compréhension de la géologie. On y développe donc la Terre, au fil du temps qui passe...

L'originalité du livre réside dans sa structure et dans son constant souci de vulgarisation.

À ma connaissance, la structure de l'ouvrage est inhabituelle : l'auteur y décrit l'histoire de la Terre, en débutant par la période géologique de l'Hadéen (de la naissance de la Terre — il y a environ 4,6 milliards d'années — jusqu'à 3,8 milliards d'années) durant laquelle Terre et Lune sont en formation (la Lune serait une partie de la Terre, éjectée de celle-ci suite à un impact particulièrement violent). L'histoire de notre planète se poursuit à l'Archéen (3,8 à 2,5 milliards d'années) et au Protérozoïque (2500 à 541 millions d'années) et les premières formes de vie, dans les (proto)océans. On se rappellera que la Terre a été une boule de neige (*Snowball Earth*) lors de glaciations globales, il y a 600 et 700 millions d'années environ. Il faudra alors attendre un gigantesque effet de serre par condensation du gaz carbonique atmosphérique d'origine volcanique (350 fois supérieur à celui d'aujourd'hui...) pour permettre une déglaciation générale... Le Paléozoïque, ou ère primaire, voit le développement de la vie, notamment sur les continents, jusqu'à la Pangée, ce supercontinent dont la dislocation serait une des causes de la plus dramatique extinction massive il y a environ 250 millions d'années et la mort de 90 à 95 % des espèces marines. Le Mésozoïque (ou ère secondaire) voit l'avènement des dinosaures et l'apparition des premiers mammifères. Le Cénozoïque, ou ère tertiaire, se caractérise par une rapide diversification des mammifères. Le premier primate (l'Homme fait partie de l'ordre des primates, rappelons-le) aurait été retrouvé au Maroc, dans des roches datant d'environ 58 millions d'années... Il ne faudra que quelques milliers d'années aux mammifères pour « coloniser » tous les continents de l'époque ! Les premiers hominidés viendront bien plus tard et le genre *Homo* (nous sommes des *Homo sapiens*...) est reconnu pour la première fois il y a environ 2,8 millions d'années. Quant au futur, il s'annonce aussi très agité : notre galaxie entrera en collision avec la galaxie Andromède dans 4 milliards d'années, avant que le soleil devienne une géante rouge générant la fusion complète de la Terre dans 6,5 milliards d'années. On a le temps de voir venir ! Mais entre-temps, *Homo sapiens* est devenu un agent géologique majeur, modifiant son environnement...

L'auteur veille en permanence à structurer son livre pour la vulgarisation. L'ouvrage est alimenté par 25 « éclairages » qui constituent de courts (2-3 pages) focus sur des événements précis et importants de l'histoire de la Terre. En outre, les concepts scientifiques spécialisés se présentent en caractères gras italiques dans le texte lors de leur première occurrence. Ils figurent comme entrées du glossaire, comprenant 30 pages, en fin d'ouvrage.

À ce glossaire s'ajoutent 40 autres pages d'une annexe traitant des sites géographiques d'importance géologique dont il est question dans l'ouvrage et 6 pages d'un tableau résumé de l'histoire géologique. L'ouvrage se termine en détaillant quelques thèmes bien particuliers, évoqués dans les précédents chapitres. Le tout est écrit en minimisant le rude jargon géologique, tout en restant scientifiquement irréprochable.

L'ouvrage veut clairement insérer les sciences de la Terre dans les principaux enjeux de société, notamment en insistant sur l'Anthropocène (nom proposé récemment pour une nouvelle époque géologique de la Terre, suite à l'Holocène) et le futur possible de notre planète à l'échelle de l'espèce humaine actuelle.

L'ouvrage est très bien écrit, dans un style volontairement « direct ». Les chapitres et paragraphes sont volontairement concis. Le renvoi aux références, reprises par chapitre en fin de l'ouvrage, reste limité, ce qui facilite la lecture. L'ouvrage est illustré de schémas très didactiques et de photos en couleur.

On doit recommander ce livre pour l'étudiant en géologie, le scientifique, le journaliste et pour tout amateur désireux de comprendre la Terre, au fil du temps (géologique) qui passe, inlassablement...

JOHAN YANS  
Université de Namur

## Sciences paramédicales

DUFOUR (Michel) - COLNÉ (Patrick) - BARSİ (Stéphane), *Masso-kinésithérapie et thérapie manuelle pratiques*. – Tome 1 : *Bases fondamentales, applications et techniques*. – Tome 2 : *Applications régionales : Membre supérieur. Tête et tronc supérieur*. – Tome 3 : *Applications régionales : Membre inférieur. Tronc inférieur* / avec la collaboration de Gilles BARETTE, Jean-Pierre BLETON, Martial DELAIRE, Xavier DUFOUR, Jean-Louis ESTRADÉ, Michel GEDDA, Stéphane KIRSCHER, Virginie SAUVAGEOT, Claude SHANG, Michèle VIEL et François ZIMMERMANN. – [2<sup>e</sup> édition]. – Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2017. – 333, 408, 378 p. – 3 vol. brochés de 21 × 27 cm. – 103,00 €. – isbn 978-2-294-75978-9.

Ce corpus composé de trois volumes, dont il s'agit de la seconde édition, est rédigé par une sommité mondiale en kinésithérapie. Enseignant en anatomie et en kinésithérapie aux IFMK de l'EFOM Boris Dolto, Berck, Casablanca et Paris XIII, Michel Dufour est également fondateur de l'organisme de formation Applicanat.

Depuis la première publication de son ouvrage *Anatomie de l'appareil locomoteur* (2002), les manuels de Michel Dufour sont devenus des références dans l'enseignement de l'anatomie ainsi que dans la mise en pratique de la thérapie manuelle dans la formation initiale de la kinésithérapie en France.

D'emblée, il ne semble qu'aucune recette, ni aucun dogme ne soient énoncés dans ses trois volumes. Il s'agit d'un recueil des différents temps de la pratique de la masso-kinésithérapie : le contexte, le domaine d'action, les différents composants de son action et les

différents moyens employés, avec leur mise en œuvre région par région. Ce corpus propose non seulement un descriptif documenté à profusion des différents gestes professionnels, mais également des données contemporaines en matière de diagnostic kinésithérapique.

Le premier tome, intitulé *Bases fondamentales, applications et techniques*, propose aux lecteurs non-initiés à la kinésithérapie un aperçu détaillé de la profession ainsi que les différentes techniques, les matériels et le bilan diagnostique employés par le kinésithérapeute. Il s'articule en dix chapitres allant de la présentation de la kinésithérapie aux techniques ou méthodes particulières à la profession en passant par les grandes orientations de la pratique, les examens cliniques et diagnostiques. L'auteur débute par la présentation de la profession par différents principes théoriques faisant référence aux rôles et à la place du kinésithérapeute au sein du processus de soin. Il donne un aperçu des différentes conditions d'exercice que ce soit dans le milieu salarié, libéral ou mixte. Il poursuit par la description du contexte de soin en répertoriant de manière détaillée les différents matériels d'examen et de rééducation. Il démontre l'importance de la réalisation par le kinésithérapeute de l'examen clinique en reprenant les différents bilans diagnostiques utilisés à ce jour ainsi que la méthodologie à respecter. Il termine par la présentation de différentes techniques utilisées en kinésithérapie comme la massothérapie, les mobilisations passives, actives ou spécifiques. L'ensemble de l'ouvrage est accompagné d'illustrations permettant aux lecteurs de mieux visualiser et de mieux comprendre les différentes structures anatomiques.

Dans les tomes deux et trois, l'auteur aborde des thématiques innovantes pour un public débutant, telles que celle du périnée, de l'articulation temporo-mandibulaire — même s'il s'agit d'une articulation complexe — ainsi qu'une partie du système viscéral. Il est très intéressant d'aborder cette dernière, d'autant que l'on connaît les répercussions d'un dysfonctionnement viscéral dans diverses pathologies connues comme la lombalgie commune, par exemple<sup>2</sup>. Cette discipline essentielle est malheureusement rarement abordée, voire complètement occultée, dans les écoles de masso-kinésithérapie.

Dans chacun de ces deux tomes, chaque chapitre est suffisamment détaillé : les rappels anatomiques succincts nous permettent de situer avec précision la localisation du muscle ou de l'articulation à palper, à tester et à traiter<sup>3</sup>. De même, chaque section contient plusieurs photographies descriptives de l'acte kinésithérapique à effectuer. Chaque technique comprend, pour chaque muscle à tester, un descriptif insertion-terminaison, des photographies avec le ou les muscles à traiter en pointillé ainsi qu'un fléchage destiné à expliquer le sens de la manipulation. Qui plus est, un lien est disponible afin de visualiser, au moyen de supports vidéo, la plupart des techniques évoquées dans l'ouvrage.

Néanmoins, malgré un beau canevas progressif énoncé par l'auteur dans le chapitre « Masso-kinésithérapie générale intégrée », son ouvrage semble se réduire à un assemblage de techniques sans les contextualiser, ce qui en fait une compilation réussie, mais sans

---

2. Pour en savoir plus, se référer à l'excellent ouvrage de Jean-Pierre Barral et de Pierre Mercier intitulé *Manipulations viscérales*, tome 1 (Elsevier, 2004, 250 p.).

3. Reconnaissons que la classification des muscles entre les membres et le tronc est souvent discutable : certaines d'entre eux font anatomiquement plutôt partie du tronc, tout en ayant une fonction importante au niveau d'une ceinture (scapulaire ou pelvienne). Le choix retenu par les auteurs reflète un découpage crédible, mais reste toutefois discutable.

