

Bibliographie

Histoire et philosophie des sciences

ANASTASIOS BRENNER – *Les textes fondateurs de l'épistémologie française : Duhem, Poincaré, Brunschvicg et autres philosophes* – 1 vol. de 293 p. – (15 × 22,5) – Broché – Hermann (philosophie) – 2015 – 35 € – ISBN 978-2-7056-9090-8

Par ses monographies sur Duhem : *science, réalité et apparence* (Vrin, 1990) et, plus encore, sur *Les origines françaises de la philosophie des sciences* (PUF, 2003), A. Brenner était bien placé pour constituer le présent recueil de textes. Constatant qu'H. Poincaré, P. Duhem et même É. Meyerson sont dorénavant bien travaillés, il a souhaité attirer l'attention sur ceux qui furent leurs interlocuteurs. Son entreprise de reconsidération se situe dans un contexte historiographique bien particulier : d'une part, celui de l'émergence d'une histoire de la philosophie des sciences, mais qui ne prête pas encore suffisamment attention à la tradition française et, d'autre part, celui d'un renouvellement de cette épistémologie historique que l'on fait traditionnellement commencer avec G. Bachelard, mais que l'auteur – du moins si l'on en croit le titre de son recueil – préfère faire débiter au tournant des XIX^e et XX^e siècles. On notera à ce propos que la recherche la plus récente tend à reculer encore davantage cette chronologie au profit des années 1860 (cf. St. Bordon, *When Historiography Met Epistemology : Sophisticated histories and philosophies of science in French-speaking countries in the second half of the nineteenth century*, Brill, 2017). Il n'est donc pas assuré que nous soyons, ici, véritablement en présence des « textes fondateurs » de ce qu'il est convenu d'appeler l'« épistémologie française », même si le terme « épistémologie » apparaît effectivement, dans la langue française, durant l'époque considérée par A. Brenner. Quoi qu'il en soit, voici un recueil de dix textes, publiés entre 1891 et 1911, qui sont signés – outre les trois auteurs déjà mentionnés (à savoir H. Poincaré, « Les géométries non euclidiennes » ; P. Duhem, « Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale » et É. Meyerson, « La science et le réalisme naïf ») – par G. Milhaud (« La science rationnelle »), Éd. Le Roy (« La science positive et les philosophies de la liberté »), P. Tannery (« Galilée et les principes de la

dynamique»), L. Couturat («La logique et la philosophie contemporaine»), A. Rey («Vers le positivisme absolu»), L. Brunschvicg («La notion moderne de l'intuition et la philosophie des mathématiques») et enfin É. Boutroux («Du rapport de la philosophie aux sciences»). Comme le laisse entendre la simple énumération de ces titres, il est difficile d'identifier un certain nombre de points communs qui justifierait le regroupement de ces textes sous une étiquette commune, si ce n'est la volonté de leurs auteurs d'associer intimement, dans leurs réflexions, sciences et philosophie, sciences et histoire, ou même science, philosophie et histoire. Chaque texte est évidemment précédé d'une courte présentation de son auteur suivie d'une mise en perspective de son contenu. Soulignons enfin la plus-value que constitue l'ajout, par l'éditeur, de notes succinctes aux textes réédités.

JEAN-FRANÇOIS STOFFEL
Haute école Louvain-en-Hainaut

PATRICK TORT – *Qu'est-ce que le matérialisme ? Introduction à l'analyse des complexes discursifs* – I vol. de 988 p. – (15,5 × 21) – Broché – Belin – (2016) – 34 € – ISBN 978-2-410-00047-4

Philosophe et historien des sciences à l'imposante bibliographie dominée par des travaux sur l'histoire et la théorie des sciences du vivant, Patrick Tort s'est notamment distingué par son engagement dans l'étude et la diffusion de l'œuvre de Charles Darwin. Il nous livre, avec cet ouvrage, une somme de travaux antérieurs enrichie de contributions originales. Celles-ci, prises dans leur globalité, construisent un matérialisme ambitionnant d'être le fondement théorique nécessaire de la connaissance scientifique. Par souci de précision, je propose d'emblée d'en reformuler la question-titre comme suit : *Une pensée matérialiste « pure » est-elle suffisante pour interpréter les extraordinaires propriétés émergentes des organismes vivants ?* Le corps du texte peut dès lors se concevoir assez fidèlement comme un vaste argumentaire, formulé dans un cadre de pensée darwiniste, répondant par l'affirmative à cette question fascinante.

Le programme de Patrick Tort étant de démontrer la cohérence d'un matérialisme sans concession – militant, pourrait-on dire –, il s'attaque naturellement aux derniers bastions de l'idéalisme : comment, par exemple, concevoir les notions de conscience et de société sans recourir à une vision de l'Homme en rupture avec le reste de la Nature ? Une telle rupture n'est, par ailleurs, pleinement justifiable que dans un cadre religieux : la Religion, on l'aura compris, fait partie des ennemis de l'auteur. Tout au long de l'ouvrage, l'opposition historique entre discours religieux et scientifique/darwiniste sera abondamment illustrée ; on trouvera par exemple une discussion assez originale de la « science des monstres » au XVIII^e siècle. Quel statut donner aux « monstres » (handicaps et malformations dirions-nous aujourd'hui) ? Incarnent-ils une mise à mal de la perfection du Dieu créateur ou ne sont-ils qu'un « accident matériel » survenu au cours de la reproduction ?

C'est dans l'analyse des conflits entre Religion et Science émaillant ou façonnant l'Histoire que réside finalement l'*analyse des complexes discursifs* présentée en sous-titre. Il s'agit, méthodologiquement, de se livrer non pas à l'analyse d'un corpus de documents reliés à un domaine précis (un complexe discursif), mais bien d'établir les rapports de forces, politiques ou philosophiques, que matérialisent différents complexes dans une période donnée de l'Histoire. Un bel exemple d'application de cette méthode est la discussion fouillée de la problématique posée aux savants européens par le développement des civilisations égyptienne et chinoise, dont l'indépendance questionne l'origine commune de toutes les cultures telles que suggérée par l'interprétation des textes bibliques.

Revenons à la problématique de l'apparition de la conscience. Celle-ci est développée dans la première partie de l'ouvrage au départ d'une définition originale : la conscience d'un système biologique (de type cellulaire) est posée comme son aptitude à percevoir un changement de son environnement et à s'adapter à celui-ci. En s'appuyant largement sur les théories de l'émergence de Faustino Cordón et Chomin Cunchillos, cette définition permet à Patrick Tort d'attribuer aux systèmes biologiques de complexité croissante, de la cellule à l'humain, une conscience, elle aussi de niveau croissant. Notons que l'auteur met le règne végétal à l'écart de sa théorie de l'émergence, négligeant en cela certaines études récentes (les travaux d'Anthony Trewavas par exemple) qui montrent une réelle perception, par les plantes, du milieu extérieur et une adaptation à celui-ci. Vu le matérialisme exclusif adopté dans cet ouvrage, il aurait également été pertinent de discuter le cas des constituants les plus élémentaires, inanimés donc, de la matière. Quelle forme de « conscience » Patrick Tort attribue-t-il à un électron ? À un quark ? Un lien vers la Physique aurait élargi davantage encore le champ d'application des concepts développés.

Dans un deuxième temps, l'auteur interroge l'émergence des sociétés et des civilisations dans une perspective darwiniste, soit « le » paradigme matérialiste théorisant l'évolution des espèces vivantes. À première vue en effet, la formation de groupes humains unis par une certaine éthique et la mise en place de mécanismes de défense des individus les plus faibles est en contradiction avec les principes énoncés par Darwin. Cependant, prenant appui sur les travaux de ce dernier (*La Filiation de l'Homme* entre autres), Patrick Tort propose une des idées clé de l'ouvrage : l'existence de l'« effet réversif », soit un mouvement d'évolution continu par lequel l'humanité passe d'une sélection archaïque des plus aptes (sélection naturelle) à une sélection plus subtile que l'on pourrait désigner par « sélection sociale ». Au sein de celle-ci, les critères primitifs de force et d'agressivité sont remplacés par des critères relationnels, voire psychologiques ou empathiques. Cet argumentaire en faveur de l'effet réversif, entrecoupé de critiques récurrentes à l'encontre du capitalisme vu comme la conséquence du darwinisme social à la Herbert Spencer, laisse par ailleurs apparaître la croyance de son auteur en un idéal de société populaire sans doute inspiré par les travaux de Karl Marx, autre figure dominante du présent ouvrage.

Au terme de ce voyage dans l'œuvre de Patrick Tort, le lecteur aura pu (re)découvrir une pensée originale, volontairement provocante, dont la force réside dans la réelle cohérence entre ses postulats et leur mise en application. Si le voyage – c'est du moins mon opinion – en vaut la peine, le chemin à parcourir n'est malheureusement pas des plus aisés du fait de la grande hétérogénéité formelle du texte. Le point de vue de l'auteur émerge de l'enchaînement des chapitres plus que d'énoncés explicites. Cet écrit se caractérise par de fréquentes citations verbatim des productions antérieures de l'auteur (« [déculpabiliser] une fois pour toute la pratique simplement technique de l'auto-citation », nous annonce Patrick Tort dès l'avant-propos). Y figurent pêle-mêle des paragraphes originaux, des commentaires, préfaces et postfaces d'œuvres diverses et des transcriptions d'entretiens. Loin d'être résumés, ces textes sont au contraire enrichis de commentaires personnels, de citations récurrentes de l'œuvre de Darwin et d'imposantes notes en bas de page. Ces notes sont tantôt des compléments d'information érudits, tantôt de pures digressions : Patrick Tort tempête, contre la Religion, contre le capitalisme, contre ses adversaires en philosophie aussi.

Qu'est-ce que le matérialisme ? est au final un texte qui ne peut manquer de susciter des réactions. Le lecteur pensant y trouver une synthèse des courants matérialistes dans l'Histoire sortira passablement perplexe de sa lecture. Celui désirant par contre mieux connaître la pensée singulière de Patrick Tort y trouvera ce qu'il désire et de nombreuses pistes de réflexion !

FABIEN BUISSET

Haute école Louvain-en-Hainaut HELHa

JEAN-MARC BONNET-BIDAUD – *4000 ans d'astronomie chinoise – Les officiers célestes* – Un vol. de 192 p. – (18,5 × 24,5) – Broché – Belin (2017) – 23€ – ISBN 978-2-7011-3652-3

Jean-Marc Bonnet-Bidaud est un astrophysicien attaché au CEA. Il a été rédacteur pour l'astronomie dans la revue « *La Recherche* » de 1984 à 1992, membre du comité de rédaction du Journal du CNRS « *Images de la Physique* » de 1995 à 2000 et conseiller scientifique de la revue « *Ciel et Espace* » de 1993 à 2008. Il a écrit de nombreux articles (dans *Ciel et Espace*, *Eurasie*, *L'Astronomie*, *Editions Sciences Humaines*, *Planète chinois-CNDRP*, *Pour La Science*, *Journal for the Astronomical History and Heritage*, *Astronomy and Astrophysics*) sur ses relations avec des scientifiques chinois qu'on peut consulter à l'adresse <http://bonnetbidaud.free.fr/chine/index.html>.

Retenons en particulier « *La Chine sous l'œil de Fang Lizhi* » dans « *La Recherche* » d'avril 1990, « *Fang Lizhi: un astrophysicien dissident privé d'étoiles* » dans « *Libération* » du 2 Mai 1990. C'est lors d'un long séjour scientifique à Pékin que Bonnet-Bidaud a collaboré avec Lizhi de l'Observatoire de Pékin, un opposant au régime de l'époque et un des leaders du Printemps de la Démocratie. Ils ont vécu,

ensemble, alors qu'ils discutaient de la fréquence des explosions d'étoiles dans notre galaxie (événements qui déterminent l'enrichissement de l'univers en éléments lourds à la base de la vie), les agitations vécues du 15 avril au 3 juin 1989. Ils ont été témoins de la pénétration en force de l'armée chinoise de la Place Tiananmen. C'est au lendemain de cette intervention que Lizhi se réfugia à l'Ambassade américaine pour y rester reclus plus d'une année avant d'obtenir l'autorisation d'émigrer vers les États-Unis et y mourir en 2012, sans avoir eu l'autorisation d'un seul retour.

J.-M. Bonnet-Bidaud a collaboré à plusieurs ouvrages comme « *Le big bang n'est pas une théorie comme les autres* » avec pour co-auteurs François-Xavier Désert, Dominique Leglu et Gilbert Reinisch (en 2009) où il fait part de sa vision de l'origine de l'univers, en qualité d'astrophysicien, et « *Le soleil dans la peau* » avec Patrick Moureaux, Aymeric Petit et Alain Froment en 2012. Dans celui-ci, les auteurs nous proposent un essai multidisciplinaire montrant que l'homme a bien des difficultés à se passer de sa relation avec le soleil, relation qui lui procure bien-être et plaisirs et ils commentent les apparentes contradictions des discours médicaux qui préviennent des risques de maladie mais vantent aussi les qualités anticancéreuses de la vitamine D induite par le soleil. Comment se faire plaisir sans mettre sa vie en danger ? Comment bénéficier des effets positifs et éviter les effets négatifs du soleil ? Quelles stratégies préventives devons-nous privilégier pour conserver notre capital solaire ?

Dans le présent ouvrage, Bonnet-Bidaud s'attarde sur les questions qu'il s'est posées avec son collègue Lizhi : Quelle est la spécificité de l'astronomie chinoise ancienne ? En quoi et pourquoi elle diffère des autres approches ? Comment ses découvertes ont-elles influencé le reste du monde ? Existe-t-il une façon de penser différemment la science en Chine ? Comment expliquer qu'en dépit de ces avancées spectaculaires du passé, la Chine ait si peu participé à l'essor de la science moderne ?

Il retrace cette longue histoire en onze chapitres couvrant plus de 4 millénaires : le royaume des Xia, puis des Shang (invention de l'écriture chinoise avec références astronomiques), des Zhou (catalogue de comètes), des Qin (éléments d'une théorie planétaire basée sur les cycles d'apparition des planètes, mais civilisation sans doute plus connue pour son armée en terre cuite), des Han (premières observations des taches solaires), des Tang (premières cartes célestes du VIII^{ème} siècle découvertes en 1907), des Song (première mesure de méridienne), des Yuan (invasion mongole mais construction de grands instruments d'observation) et des Ming-Qing (premiers contacts avec des missionnaires européens (jésuites) et joutes mémorables sur la prédiction des éclipses) avant d'aborder les avancées en astronomie et dans la conquête spatiale en nouvelle République de Chine. Dans son épilogue l'auteur aborde les difficultés dans le rapprochement de l'Asie avec l'Europe et l'espoir actuel de concilier la vision mécaniste européenne avec l'approche globalisante chinoise.

À côté des nombreuses illustrations, majoritairement en couleur (plus de 130), on trouve une série de 40 encadrés consacrés aux astronomes chinois, à des instruments, mais aussi à la cosmologie de la cité impériale, la force de la langue chinoise,

le calendrier chinois, les saisons chinoises, les coordonnées astronomiques chinoises, la méridienne chinoise et le roi Soleil, les unités chinoises, les télégrammes astronomiques du temps passé, ou encore : les tables Rudolphines (l'arme secrète des jésuites publiées par Kepler en 1627 et qui arriveront en chine vingt ans plus tard), l'oreille cosmique géante (FAST- le radiotélescope de 500 mètres d'ouverture mis en service en 2016 dans la province de Guizhou), le programme spatial chinois.

Ouvrage intéressant du point de vue historique mais très révélateur de ce que peut nous apporter la science chinoise, écrit dans un langage accessible à tous par un astrophysicien européen qui, depuis vingt ans a suivi l'évolution politique de la Chine et qui entretient une féconde collaboration avec des collègues de ce grand pays.

GUY DEMORTIER

CHRISTIAN BRACCO – *Quand Albert devient Einstein* – 1 vol. de 230 p. – (14 × 22) – Broché – CNRS – (2017) – 22€ – ISBN 978-2-2710-9189-5

Christian Bracco est historien des sciences, maître de conférence à l'Université de Nice Sophia-Antipolis et chercheur dans l'équipe Histoire de l'astronomie (Observatoire de Paris). Il est l'auteur d'une thèse de doctorat en physique, présentée en 1998 à l'Observatoire de Haute Provence (Université de Nice – Sophia Antipolis), consacrée à l'interaction d'une onde gravitationnelle avec la lumière. L'idée de l'action d'une onde gravitationnelle sur la lumière d'un astre est guidée par une analogie avec la perturbation atmosphérique qui engendre un effet de scintillation et un effet astrométrique sur les étoiles.

Cette double activité d'historien et de physicien a amené Bracco à s'intéresser à l'évolution des réflexions qui ont conduit Einstein à la relativité restreinte et ensuite à la relativité générale. Il nous livre ici l'histoire de cette évolution sur une période très courte, la période milanaise comme l'appelle Bracco : de 1895 à 1901 (date à laquelle Einstein prend la nationalité suisse), soit depuis sa première tentative, à 16 ans, d'accéder à l'enseignement supérieur jusqu'à la fin de son second cycle. C'est donc avant son entrée au bureau de brevets de Berne et avant la publication des quatre articles de 1905.

L'ouvrage s'articule autour des relations d'Einstein avec deux personnages qui ont marqué cette courte période : sa collègue d'études et ensuite sa femme Mileva Marić et un autre collègue rencontré aussi à Zurich Michele Besso.

En 1896, Mileva Marić, originaire de Titel (Autriche-Hongrie de l'époque, actuellement en Serbie) pense à entreprendre des études de médecine à l'Université de Zurich mais choisit finalement les mathématiques et la physique à l'École polytechnique fédérale de Zurich, où elle rencontre Albert Einstein. Après un bref séjour à Heidelberg, elle est de retour à Zurich où commence une collaboration intense et productive avec Albert Einstein, Marcel Grossmann et Michele Besso : la théorie

de la relativité commence à prendre forme. Albert et Mileva se marient en 1903, donnent naissance à Hans Albert (1904) et Eduard Tete (1910), se séparent en 1913-1914. Le 4 août 1948, Mileva Marić meurt à Zurich.

C'est aussi à l'École polytechnique fédérale de Zurich que Michele Besso fait la connaissance d'Albert Einstein. Besso s'orientait vers les sciences de l'ingénieur, alors qu'Einstein étudiait la physique. De Zurich, Einstein rejoint régulièrement sa famille, installée à Milan depuis 1894, puisque son père y est impliqué dans le développement de l'électricité en l'Italie du nord, à Pavie notamment. La branche maternelle de la famille de Michele a tenu un rôle important, avec Vittorio Cantoni, ingénieur en chef de la première ligne de transport de courant alternatif en Italie. À Milan, Einstein travaille à la riche bibliothèque scientifique de l'*Istituto Lombardo, Accademia di Scienze e Lettere* située au palais *Brera*, à 500 mètres de son domicile, où il trouve les revues scientifiques dont il a besoin pour ses recherches. L'auteur y a retrouvé des documents originaux qui apportent un éclairage nouveau sur son travail, en particulier sur sa thèse originale.

Labondante correspondance Einstein – Besso compte 215 lettres qui ont été retrouvées par Speziali, un des biographes d'Einstein, qui estime pourtant qu'une centaine est encore manquante. La première est adressée par Einstein en janvier 1903, et Michele lui répond début février. Cette lettre témoigne du caractère précis et technique des premières années de leur collaboration. Michele y dresse, à la suite d'une demande d'Einstein sur la dissociation moléculaire, une liste de six articles scientifiques dûment référencés. En contrepartie Einstein fournit à Besso des informations pour sa thèse, thèse qu'il n'achèvera pas puisqu'il trouvera un premier emploi en 1900, à Trieste.

En 1904, Besso obtient un poste au Bureau des brevets sur recommandation d'Einstein qui y travaillait déjà. À partir de ce moment, Besso et Einstein eurent de longues et nombreuses discussions portant sur des sujets de physique. Sans que la teneur exacte de ses discussions soit connue, il est avéré que Besso joua un rôle important pour Einstein dans l'élaboration de la théorie de la relativité restreinte, qu'il publia en 1905 : un article sans référence à d'autres articles scientifiques où Einstein se contente de remercier Michele Besso pour son « assistance loyale » et de « nombreuses et précieuses suggestions ».

À partir de 1919 et durant trois décennies Michele Besso insistera auprès d'Einstein pour qu'il s'exprime sur l'évolution de sa pensée, mais surtout sur diverses orientations abandonnées : ce sera en vain.

Au-delà de l'influence sur la carrière scientifique d'Einstein, Besso lui fut un soutien précieux lors des difficultés conjugales d'Einstein quand il se sépara de son épouse Mileva. Après le divorce Mileva eut la garde de leurs enfants Hans-Albert et Eduard, mais ce fut le couple Besso qui s'occupait d'eux quand Mileva était malade. Michele Besso est décédé à Genève le 15 mars 1955, un mois et trois jours avant le

décès d'Einstein.

Voici quelques sujets intervenant dans le contexte de ces correspondances avec Mileva et Michele :

- le contexte industriel (chemin de fer, électricité) et politique (assurances et sort des travailleurs) de l'Italie du XIX^e siècle, les liens entre le secteur industriel et le milieu universitaire (créations d'écoles polytechniques à Turin, Milan et Rome), l'édition scientifique ;
- l'influence des grandes expositions (Paris : 1881, Munich : 1882, Vienne : 1883, Turin : 1884, Francfort : 1891) sur les activités des entreprises électriques et électroniques de Jakob et Hermann Einstein, oncle et père d'Albert ;
- la préparation, en 1895, de l'examen d'entrée d'Einstein à l'ETH, alors qu'il résidait à Pavie chez son oncle Jacob et la rédaction d'un mémoire « Recherches sur l'état de l'éther dans un champ magnétique »
- l'environnement scientifique à Milan (déjà signalé ci-dessus) durant les périodes d'interruption des cours à Zurich ;
- les questionnements scientifiques liés aux travaux qui seront publiés en 1905 : le mouvement relatif de la matière et de l'éther, les forces moléculaires (sujet de thèse abandonné en 1902), interrogations sur la nature de la lumière et des quanta lumineux (1901).

Un travail fouillé sur une période qui préparait les articles de « L'Annus Mirabilis ».

GUY DEMORTIER

Biologie et environnement

PHILIPPE MÉRAL ET DENIS PESHE (coordinateurs) – *Les services écosystémiques. Repenser les relations Nature et Société* – 1 vol. de 300 p. – (23 x 15 cm) – Broché – Quae – 2016 – 35€ – ISBN 978-2-7592-2469 - 2

Cet ouvrage collectif de 27 chercheurs de toutes disciplines concernées examine sous toutes ses coutures le nouveau concept de services écosystémiques (SE) que tentent d'implanter divers organismes internationaux dont l'Union européenne qui considère que « 84 % des emplois des pays en développement ont un lien direct et significatif avec les services écosystémiques » (Puydarrieux, 2016). En tout cas ce concept est de grande actualité étant donné que l'évaluation de la biodiversité et des services écosystémiques (24) est au cœur du plan stratégique 2010-2020 de la Convention pour la Diversité Biologique (CDB) et que le Millenium Ecosystem Assessment (MEA, 2000-2005) a utilisé cette dernière notion comme clef de voûte

de son cadre analytique, visant ainsi une nouvelle vision entre nature et sociétés humaines. Ce document est structuré selon 3 grandes thématiques comprenant chacune divers chapitres spécialisés.

La première partie, genèse et diffusion du nouveau concept, comprend 3 chapitres qui rappelle que cette notion s'implante dans les politiques internationales dès 2001 avec le MEA, assure son succès en tant que pilier de l'Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystems Services (IPBES) pour plus récemment participer aux évaluations économiques et monétaires de la biodiversité, grâce aux rassemblements provoqués d'acteurs à l'interface sciences et politiques. Mais que sont les services écosystémiques : des processus ou des entités, des fonctions ou des produits, des systèmes naturels ou anthropisés, etc. ? Ce concept non stable, évolue sans cesse mais fait heureusement basculer la conservation pure et dure vers une conservation plus respectueuse des pratiques des habitants de ces écosystèmes. Mais voilà que les économistes s'emparent également de ce concept et démontrent la dimension centrale de l'économie dans ce concept SE en faisant notamment ressortir les bénéfices pour la conservation de la biodiversité dans les aires protégées.

La deuxième partie, transfert dans les contextes nationaux, fait le point sur quelques pays pilotes : Costa Rica où le secteur forestier puis agricole ont été soutenus; Madagascar qui a surtout développé des Paiements pour Services Ecosystémiques (PSE), une fiscalité sur l'eau et l'électricité, France, qui tarde à s'intéresser au concept mais qui finit par l'intégrer dans les textes et projets de loi le rendant incontournable; Brésil et Cambodge. L'appropriation de ce nouveau concept varie et même diverge d'un pays à l'autre mais fait émerger des dispositifs répondant à des préoccupations locales, à des objectifs plus larges de conservation (biodiversité), voire à rencontrer des enjeux internationaux via la Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation forestière (REDD). Mais tous les dispositifs et arrangements institutionnels mis en place visent à attirer de nouveaux fonds pour la conservation.

La troisième partie, intégration du concept dans des instruments et politiques, commence par faire le point sur les Paiements pour Services environnementaux ou Ecosystémiques (PSE) dont les chances de réussite dépendent au préalable d'une action collective de gestion durable des écosystèmes utilisés et d'une incitation économique indispensable à la solution du problème environnemental. Cette partie se termine par l'influence des services écosystémiques sur les aires protégées non plus sur les espèces ou la biodiversité structurelle mais sur le fonctionnement de l'écosystème (séquestration du carbone, gestion de l'eau douce, fonction du bassin versant, etc.) voire du paysage.

En conclusion, bien plus que de vivre avec la biodiversité, c'est avec les services écosystémiques et leurs modes de rémunération qu'il va falloir que les conservateurs vivent à l'avenir pour augmenter leur efficacité et leur efficacité.

Un ouvrage de spécialistes pointus, très fouillé, qui s'adresse aux chercheurs et enseignants du domaine.

Un regret toutefois, l'absence d'une liste des nombreux sigles utilisés tout au long de l'ouvrage.

J.-C. MICHA

Informatique

SERGE ABITEBOUL ET GILLES DOWEK – *Le temps des algorithmes* – Un volume de 192 p. – (20 × 14) – broché – Le Pommier (2017) – 17 € – ISBN 978-2-7465-1175-0

Les auteurs sont deux éminents informaticiens, chercheurs à l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA) et professeurs à l'École normale supérieure de Paris-Saclay. S. Abiteboul est aussi membre de l'Académie des sciences et a occupé la chaire d'informatique au Collège de France (2011-2012) et la Chaire Franqui à l'Université de Namur (2012-2013).

Comme ils le reconnaissent d'ailleurs eux-mêmes (p. 25), ces auteurs sacrifient à la mode, à la fois par le choix de leur titre et l'angle d'attaque du sujet : ils privilégient le mot « algorithmes » plutôt que de parler d'« ordinateurs », ou d'« informatique », termes apparemment obsolètes dans un vocabulaire 'branché'. Mais le mot informatique sera quand même abondamment utilisé dans leur ouvrage.

« Le temps des algorithmes », un livre remarquable. Au départ des algorithmes, les auteurs s'intéressent à de grandes questions de société, particulièrement actuelles, et tentent d'y répondre de façon synthétique, claire et originale. Ils proposent aussi des rudiments de culture informatique (définitions générales, encarts avec biographies, exemples concrets très récents).

C'est un beau travail de vulgarisation. Il est facile à lire et bien construit (en 20 chapitres courts, non numérotés mais avec des titres). Il s'adresse à tous, en ce compris à des informaticiens. S'adresse-t-il aussi à de très jeunes ? On pourrait le penser en tout cas car on y trouve l'insertion répétée et, selon moi assez incongrue, d'un dialogue d'un enfant (?) avec un robot : on comprend, à la relecture, que ces fragments de dialogues délimitent de groupes de chapitres selon différents thèmes. Personnellement, j'aurais préféré des regroupements plus explicites et avec des titres thématiques pour faciliter la compréhension du contenu du livre et de la démarche intellectuelle de ses auteurs. Dans la synthèse ci-dessous, je me suis donc permis d'explicitier ces thèmes fédérateurs.

Je regrette par ailleurs la maigreur de la bibliographie et je ne peux m'empêcher de noter que plus du quart des textes qui y sont répertoriés sont les œuvres d'Abiteboul et Dowek eux-mêmes.

Dans le **chapitre introductif**, les auteurs affirment avec emphase (p. 7) qu'avec « les algorithmes, *Homo sapiens* semble¹ avoir enfin construit un outil à la mesure de ses aspirations ». Comme tous les outils, les algorithmes peuvent, soulignent-ils, être utilisés pour le meilleur ou pour le pire. Cette dernière affirmation n'étonnera sûrement pas les anthropologues ni les sociologues !

Viennent ensuite cinq chapitres (représentant près d'un tiers du livre) donnant des **définitions** et des précisions (adressées manifestement à ceux qui ne sont pas informaticiens).

Au deuxième chapitre, il est expliqué (p. 11) qu'un « algorithme est un procédé qui permet de résoudre un problème, sans avoir besoin d'inventer une solution à chaque fois ». Il y est remarqué qu'un tel procédé général existe donc « depuis l'aube de l'humanité » tandis que les algorithmes symboliques, c'est-à-dire ceux qui permettent de « résoudre des problèmes qui portent sur des symboles écrits », datent, quant à eux, ... de l'invention de l'écriture.

Au chapitre suivant, après un bref rappel historique des premières machines capables d'exécuter des algorithmes symboliques, une définition suivante, très large, est proposée (p. 28) pour l'ordinateur : il « est une machine universelle, qui peut exécuter non seulement plusieurs mais tous les algorithmes symboliques possibles. » (Abiteboul et Dowek ajouteront avec raison, ultérieurement (p. 48), que la 'Machine de Turing' est « un modèle mathématique élégant de l'ordinateur ».)

On peut cependant regretter à ce propos que ces auteurs n'aient pas mentionné aussi l'existence d'une définition plus étroite, alors même que c'est celle adoptée par Lazard et Mounier-Kuhn (2016 p. 89), auxquels ils se réfèrent dans leur bibliographie. Cette dernière définition est indispensable à ceux qui sont intéressés par l'histoire de l'informatique. Elle stipule qu'un ordinateur (de type von Neumann) met le programme (concrétisant un algorithme dans un langage donné) dans sa mémoire (centrale) (*stored program computer*). En recourant aux termes mêmes employés par Abiteboul et Dowek eux-mêmes (p. 61), on peut noter que cette définition plus restreinte se situe à un niveau d'abstraction plus bas que celle adoptée par ces auteurs.

Le quatrième chapitre énumère les services pouvant être rendus par des algorithmes : calculer, gérer l'information, communiquer, explorer, analyser des données, traiter le signal, commander un objet, fabriquer des biens, modéliser et simuler.

Le cinquième chapitre précise les limites des algorithmes : il évoque donc notamment leur impuissance totale à résoudre certains problèmes (qualifiés d'incalculables), l'imperfection de leur fiabilité et de leur sécurité, leur difficulté de dialoguer avec les humains.

Le sixième chapitre tente de cerner, de façon un peu disparate, me semble-t-il,

1. Le soulignage est dû à la rédactrice de ce compte-rendu.

les nouvelles manières de penser induite par « la révolution informatique ». J'épinglerai volontiers la suivante qui me paraît très significative et à laquelle j'ai déjà fait allusion ci-dessus : « les informaticiens ont pris l'habitude d'observer les mêmes objets à différents niveaux d'abstraction ou selon des abstractions associées à différents points de vue » (p. 61).

Commence alors la partie que je trouve la plus innovante et originale du livre. Les trois chapitres suivants (p. 66 à 95) ont en commun d'énumérer les **modifications socio-économiques et politiques** induites par la révolution informatique et de débiter leur intitulé par : « en finir avec ». Je regrette personnellement que les auteurs n'aient pas facilité la lecture de ces trois chapitres en les complétant par un schéma global de leur raisonnement.

Le chapitre sept s'intéresse au salariat et se termine (p. 75) par la vision prospective suivante : « Une part importante de l'action du ^{xxi}^e siècle consistera sans doute à inventer de nouvelles formes d'organisations sociales, qui offrent des alternatives à la fois au salariat et à la précarité ».

Le chapitre huit s'interroge sur l'évolution du travail. Il souligne (p. 76) que les mêmes objets ou services peuvent être fournis avec beaucoup moins de travail qu'autrefois et remarque (p.79) que les travailleurs intellectuels eux-mêmes « seront eux aussi partiellement remplacés par des algorithmes ». Abiteboul et Dowek concluent avec beaucoup de prudence que « L'histoire donnerait plutôt raison à ceux qui voient avec l'augmentation de productivité une occasion de fabriquer plus en travaillant autant et dans la fin du travail, un mythe » (p. 81). Ils poursuivent leur analyse en affirmant (p. 84) : « Au temps des algorithmes le gâteau est donc plus gros, mais beaucoup en obtiennent une part plus petite, en valeur relative, et même en valeur absolue ». Et ils ajoutent (p. 85) : « A chaque époque de l'histoire, l'évolution des techniques a changé les cadres de la pensée politique : pas d'Hamurabi sans écriture, de Luther sans l'imprimerie, de Marx sans machine à vapeur, et la question politique essentielle qui se pose à nous n'est pas celle de la diminution du chômage ou du devenir des facteurs, mais celle de la répartition des richesses créées, sans travail, par des robots et des algorithmes. » Ils en viennent donc tout naturellement à questionner la notion de propriété.

Ce questionnement est élargi au chapitre neuf en abordant l'émergence d'une économie de la gratuité. Les auteurs y saluent (p. 93) l'émergence de véritables nouveaux modes de développement industriels qui annoncent « peut-être un déclin, sinon une disparition, de la notion de propriété ». Et ils poursuivent (p.94) : « l'équilibre concurrentiel est remplacé par une autre loi : le vainqueur remporte le tout. »

Quant au chapitre dix, il est isolé et concerne le thème de la gouvernance. Il souligne (p. 102) que nos institutions ne se sont pas encore réellement adaptées au développement des techniques de communication, « ce qui participe à leur obsolescence, et au-delà, à la défiance grandissante des citoyens à leur égard ».

Les quatre chapitres suivants sont en revanche regroupés : ils traitent tous des aspects juridiques des algorithmes.

Le chapitre onze s'intitule « Un algorithme dans la cité ». Il questionne en effet le fait que certains penseurs contemporains suggèrent de considérer comme « membres de la cité » non seulement des êtres humains et des groupes humains mais aussi « les robots, les logiciels et les algorithmes » (p. 109). Il souligne (p. 114) qu'actuellement, « nous ne sommes pas capables de concevoir des algorithmes qui aient l'empathie nécessaire pour tenir compte de la complexité humaine de chaque cas ».

Le sujet du chapitre suivant est la responsabilité des algorithmes. Il y est affirmé (p.117) qu'elle incombe « à ceux qui les conçoivent et les utilisent ». Les auteurs analysent certains cas. Ainsi ils notent (p. 118) que le retard au développement de voitures sans conducteur est imputable notamment au fait que l'on n'est pas encore capable de définir les règles de bonnes conduites à incorporer aux « algorithmes-conducteurs ». Dans le domaine financier, ils remarquent (p. 124) que les algorithmes de décision boursière d'achat et de vente « prennent des décisions beaucoup plus rapidement, ils sont extrêmement uniformes dans leurs choix et ils sont beaucoup moins contrôlés que des humains ». Et ils ajoutent que, dès lors, la solution est « d'instaurer de nouvelles règles d'organisation des marchés financiers, qui tiennent compte des spécificités des algorithmes. Il faut aussi que ces nouvelles règles incitent les banques à se concentrer sur leur rôle historique d'organisation du marché de l'épargne. »

Le chapitre treize se focalise sur les données personnelles et la vie privée. Il conclut comme suit (p. 137) : « Contre les gouvernements, les solutions pour aller vers plus de protection des données personnelles sont d'abord politiques. Contre les entreprises, il n'est pas surprenant qu'elles soient d'abord économiques. Contre les assauts du temps, les solutions sont avant tout personnelles : c'est à nous de choisir ce dont nous voulons nous souvenir ».

Au chapitre suivant, les auteurs affirment (p. 146) que les algorithmes « peuvent être plus justes que les humains, ils peuvent apporter plus de transparence dans les procédures administratives, ils peuvent offrir un traitement plus personnalisé qui tient compte de la diversité des membres de la cité. Mais ils peuvent faire exactement le contraire ».

Viennent ensuite deux chapitres, encadrés chacun d'un dialogue avec le robot.

Le premier traite des liens entre l'informatique et l'écologie et remarque (p. 151) que cette dernière conduit à « des systèmes complexes de production et de distribution, à des modèles économiques qui ne peuvent être employés avec succès qu'en s'appuyant sur des algorithmes d'optimisation, des systèmes de gestion de flots, des réseaux sociaux, des services web, etc. ». Les deux auteurs suggèrent des pistes d'amélioration écologique, en particulier : optimiser le trafic des vidéos, utiliser l'énergie thermique fournie par les ordinateurs des *data centers* pour chauffer des bâtiments, produire des objets plus durables.

Le second chapitre isolé est relatif à l'enseignement de l'informatique. Abiteboul et Dowek y font notamment un plaidoyer pour cet enseignement arguant (p.157) du fait que la connaissance de l'informatique est nécessaire « pour vivre dans notre monde où les algorithmes sont omniprésents, ensuite pour y travailler ».

Quant aux chapitres suivants, les derniers, ils apparaissent associés, sous un thème à nouveau non exprimé et qui me paraît difficile à expliciter : peut-être tentent-ils tous de répondre à la question : quelles tendances se dessinent-elles pour l'avenir ?

Le chapitre 17 a pour titre « L'humain augmenté ». Pour traiter ce sujet, les auteurs se placent dans une perspective longue. Leur conclusion me paraît particulièrement justifiée et scientifiquement bien établie lorsqu'ils affirment (p. 176) : « L'écriture, l'alphabet, l'imprimerie, puis l'informatique nous ont augmentés. Et il est remarquable que le discours de leurs contemporains soit resté aussi stable au cours des siècles ». Et en revanche, je suis beaucoup plus dubitative quand Abiteboul et Dowek, à propos des raisons amenant à mettre en questions la singularité de l'homme, affirment (p. 169) que le langage, « que nous croyions être l'apanage de l'humanité », se révèle déjà présent à un degré moins élaboré ailleurs dans le règne animal. Faisant écho à de très nombreuses publications récentes en linguistique qui croient pouvoir affirmer le caractère identifiant du langage pour l'*Homo sapiens* depuis peut-être 150 000 ans, Dehaene (mathématicien et titulaire de la chaire de psychologie cognitive expérimentale au Collège de France) affirme au contraire (2014, Le code de la conscience, Odile Jacob p.340-344) « bien que nous partagions la plupart, sinon la totalité de nos processeurs cérébraux avec d'autres espèces animales, le cerveau humain pourrait bien s'avérer unique dans sa capacité de combiner ces 'modules' dans des représentations composites, pour former un véritable 'langage de la pensée'. [...] Cette capacité combinatoire pourrait bien être l'ingrédient crucial qui multiplie nos facultés mentales. L'unicité de l'espèce humaine est peut-être à rechercher dans la façon particulière que nous avons de formuler nos idées à l'aide de structures symboliques enchâssées les unes dans les autres. C'est la *récurtivité*. »

Venons-en au chapitre 18 : il a pour titre : « Un algorithme peut-il être intelligent ? » La réponse à cette question, remarquent Abiteboul et son co-auteur (p. 177), présuppose la définition de l'adjectif intelligent et aussi celle de l'expression « intelligence artificielle ». Pour cette dernière, la définition de Minsky, énoncée par celui-ci dans le prolongement du fameux « test de Turing », est alors proposée (p. 179) : c'est la « science de faire faire à des machines des choses qui demanderaient de l'intelligence si elles étaient faites par des humains ». Et les deux auteurs de poursuivre (p. 181) que « le principal enseignement d'un demi siècle de recherches en intelligence artificielle » c'est qu'il y a différentes variétés d'algorithmes (traitement de la langue, jeu d'échec, etc.), ce qui ne fait que confirmer le constat déjà ancien des psychologues relatif à la diversité des formes d'intelligence. Ils en concluent (p. 182) que « le concept d'intelligence est un pseudo-concept » qu'il faut abandonner.

Dans l'avant dernier chapitre, ils prolongent leur raisonnement (p. 184-185) : dissoudre l'idée d'intelligence dans une multitude de facultés contribue à estomper encore un peu la frontière qui sépare l'homme de la machine. [...] La différence entre l'homme et la machine nous semble davantage une différence de degré que de nature [...]» Finalement, Abiteboul et Dowek notent qu'il «semble cependant nous rester encore deux ou trois petites choses que nous ne partageons peut-être pas encore avec les ordinateurs : la créativité, les émotions et la conscience».

Le dernier chapitre insiste une dernière fois sur le fait que nous sommes «au temps des choix». Et il reprend en écho des éléments du premier chapitre en se contentant d'être plus affirmatif : «Avec les algorithmes, *Homo sapiens*² enfin construit un outil à la mesure de ses aspirations, un outil qui rend possible la construction d'un monde... plus juste, s'il le choisit».

MARIE D'UDEKEM-GEVERS

Médecine

VÉRONIQUE BILLAT – *Entraînement pratique et scientifique à la course à pied : la méthode Billat-Training* / préface de Frédéric DESPLANCHES – 1 vol. de 123 p. – (16 × 24) – Broché – De Boeck supérieur, (Sciences et pratiques du sport) – 2015 – 25,00 € – ISBN 978-2-8041-9078-1

Dans le domaine de l'entraînement et plus spécifiquement de la course à pied, Véronique Billat, avec plus de 100 publications répertoriées sur PubMed et plusieurs ouvrages à son actif, n'est plus à présenter. Chercheuse et entraîneuse, elle est reconnue pour ses travaux concernant la physiologie de l'effort qui allient très souvent le côté scientifique au côté pratique.

Décrit comme «un guide pratique fondé sur des concepts scientifiques», cet ouvrage s'inscrit pleinement dans son registre. L'objectif avoué est d'apprendre au chercheur pratiquant à se poser les bonnes questions afin d'établir un entraînement destiné à améliorer ses performances en course à pied.

Après une introduction narcissique et sans grand intérêt, l'auteure présente, dans le premier chapitre, la méthode à utiliser pour déterminer la vitesse critique à partir de références chronométriques en compétition ou à l'aide de «performances» réalisées lors de l'entraînement. Cette vitesse critique, définie par l'auteure comme la plus haute vitesse à laquelle il est possible de courir sans dériver, sur le plan de la consommation d'oxygène, vers la consommation d'oxygène maximale (VO₂max), est une notion séduisante, facilement évaluable par tout coureur régulier et qui permet de définir une vitesse «référence» pour la planification de l'entraînement. Dans

2. Le soulignement est dû à la rédactrice de ce compte-rendu.

les chapitres 2 à 4, l'auteure définit les quatre principaux piliers de la performance en course à pied : le facteur cardiovasculaire, la force, la tolérance à l'acidose et la perception de la charge physiologique. Quelques tests de terrain, reproductibles par le lecteur qui pourra identifier certaines imprécisions, sont ensuite présentés pour définir le profil énergétique et l'audit énergétique complet du coureur à pied. Véronique Billat propose ainsi un test original (RABIT®, Running Advisor BillaTraining) qui permet de déterminer son niveau de performance dans ces quatre piliers ainsi que d'autres tests plus spécifiques pour chacun des piliers. Inédits (RABIT®) ou connus (test de Gustave), ces tests ne manquent pas d'intérêt. Malheureusement, l'analyse manque de clarté et renvoie régulièrement vers des outils (in)disponibles sur le site BillaTraining.com. La méthode ne convainc donc pas totalement. Dans les chapitres 5 et 6, des outils plus techniques sont présentés pour réaliser « un audit énergétique complet » recommandé pour le coureur désireux d'améliorer ses performances. L'auteure agite la plume dans tous les sens et nous perdons le fil de ses idées. Des informations scientifiques sont volontairement gardées secrètes pour protéger la méthode. Ces chapitres sont donc décevants, car in fine l'information la plus compréhensible est la suivante : le laboratoire de Véronique Billat peut réaliser pour vous un audit énergétique complet accompagné d'un suivi de l'entraînement ... payant bien évidemment (jusqu'à 1596€ pour un an de suivi, mais l'auteure insiste moins sur ce point). Soulignons tout de même l'intérêt du chapitre 7 qui présente une semaine type et les séances types d'entraînement. Le coach sportif y trouvera probablement de l'intérêt même si, encore une fois, la présentation pourrait être plus claire. Enfin, le chapitre 8 livre quelques données caractéristiques de coureurs dont la méthode « BillaTraining » a permis un gain de performance élevé. Toutefois, rien de scientifique qui puisse valider la méthode.

Cet ouvrage pratique et scientifique est officiellement destiné à un large public : médecins, professionnels, enseignants universitaires, étudiants de 1er, 2e, et 3e cycle et entraîneurs. Cependant, il en contentera probablement peu d'entre eux. Les digressions et une écriture qui semble avoir été réalisée « à la va-vite » rendent la compréhension de la méthode compliquée pour les non-initiés. Les nombreuses coquilles et fautes d'accord gêneront le lecteur pointilleux. Enfin, les tableaux et figures, parfois redondants, manquent clairement de rigueur. Étonnant de la part d'une scientifique de cette renommée.

En conclusion, l'ouvrage n'est pas à la hauteur de la réputation de l'auteure. Alors que Véronique Billat a beaucoup à nous apprendre sur le sujet, nous avons été déçus par le côté marketing de l'écriture et le manque surprenant de rigueur et d'autant plus frustré que l'ouvrage semblait pouvoir se démarquer des récits habituels sur le sujet en présentant certains concepts innovants non dénués d'intérêts.

MIKAËL SCOHIER
Haute école Louvain-en-Hainaut

PATRICK N. McDERMOTT – *Tutorials in Radiotherapy Physics: Advanced Topics with Problems and Solutions* – I vol. de 302 p. – (18 × 25,5) – Broché – CRC Press – (2016) – £54,39 – ISBN 978-1-4822-5167-8

L'utilisation de méthodes physiques en médecine nécessite la coopération d'une équipe multidisciplinaire et des physiciens peuvent trouver aujourd'hui, dans ce domaine, d'importants et intéressants débouchés. Il n'est pas courant que des jeunes, ayant obtenu un diplôme de master en physique, optent pour un domaine appliqué pour poursuivre leur cursus. C'est sans doute parce que, durant leur second cycle, ils ont choisi de mettre l'accent sur la compréhension des aspects fondamentaux (de la physique des particules ou de l'astrophysique en particulier) mais aussi parce qu'il ne leur a pas été proposé de s'ouvrir à un domaine qui n'est pourtant pas réservé aux seuls médecins. Ils ont eu l'occasion d'aborder des questions comme l'effet des radiations ionisantes dans les matériaux et dans les tissus humains avec pour corollaire l'utilisation des radio-isotopes pour le diagnostic médical, mais plus rarement pour le traitement de tumeurs.

Pour le diagnostic, il existe un grand nombre d'excellents traités en particulier ceux qui ont fait l'objet d'une analyse rapportée dans divers numéros de la Revue des Questions Scientifiques « *Atoms, radiation and radiation protection* » de J.E. Turner (voir RQS 179 (2008) p.363), « *Basic Health Physics* » de J.J. Bevelacqua (voir RQS 181 (2010) p.554) et « *Physics for radiation protection* » de J. Martin (voir RQS 184 (2013) p.546).

Le présent ouvrage de P. McDermott aborde d'autres sujets et est orienté vers l'utilisation d'accélérateurs tant d'électrons que de particules plus lourdes pour des applications spécifiques à la médecine : un domaine que le physicien doit prendre en charge pour aider le médecin dans l'approche optimale de l'identification d'une tumeur et dans les conditions idéales d'irradiation pour la détruire. Il est divisé en cinq chapitres d'importance semblable : dans chacune des cinq introductions l'auteur insiste sur les critères de sélection des paramètres pour une efficacité optimale d'action dans les régions à traiter et une moindre nocivité pour les tissus avoisinants.

Tous les chapitres contiennent une brève section historique pour citer les pionniers, ils sont abondamment illustrés (plus de 150 figures, majoritairement en couleur, quelques tableaux) et se terminent par une série de questions sur la compréhension des concepts, une série de problèmes à chiffrer (une préparation directe aux problèmes concrets que devront résoudre les physiciens d'hôpitaux), un lexique pour s'y retrouver dans les multiples abréviations et, enfin, une abondante littérature qui servira surtout dans la vie pratique. La solution des problèmes est fournie en fin d'ouvrage. Les chapitres peuvent être abordés séparément, de sorte que l'ouvrage peut servir aussi bien à des cours, qu'à des séminaires, voire pour une étude personnelle pour autant que le lecteur dispose d'un accès à la littérature et surtout à l' *International Journal of Radiation Oncology • Biology • Physics*. P. McDermott dirige une formation de troisième cycle dans cette discipline au Beaumont Health (Michigan).

Les deux premiers chapitres sont consacrés aux dispositifs de production d'électrons et de protons de haute énergie. Le premier contient les éléments essentiels pour comprendre les caractéristiques des accélérateurs d'électrons (à guides d'onde) pour les traitements de tumeurs tant avec des électrons qu'avec les photons que ces électrons génèrent. Le niveau mathématique est sérieux avec des renvois à la littérature fondamentale pour les détails de démonstration et des analogies mécaniques bien choisies que devraient connaître les étudiants ayant réussi les épreuves de bachelier en sciences physiques. Un lexique détaillé et une explication complète des symboles utilisés permettent souvent de se passer de la consultation immédiate des ouvrages de base. La protonthérapie utilisant des cyclotrons (voire synchrocyclotrons) ou des synchrotrons fait l'objet du deuxième chapitre. Un soin particulier est apporté à la description des caractéristiques de ces accélérateurs fournissant des protons ayant des énergies de plus de 100 MeV, puis du lourd dispositif d'acheminement du faisceau (gantry) et du compensateur pour irradier les tumeurs de formes très souvent inhomogènes : les sujets qui seront pris en charge par le physicien de l'équipe.

Les deux chapitres suivants concernent les logiciels de calcul, à savoir les algorithmes pour chiffrer la distribution des doses de photons induites par un faisceau d'électrons en tenant compte de la géométrie des tumeurs et de l'inhomogénéité du milieu, suivis d'une discussion des avantages et inconvénients des méthodes de Monte Carlo et de l'équation de transport de Boltzmann. McDermott a des avis tranchés sur la qualité de ces procédés de traitement de l'information souvent fournis par les constructeurs des appareils. Il appelle ses lecteurs à une grande prudence.

Dans le dernier chapitre l'auteur discute de l'utilisation des données statistiques permettant de fixer au mieux les conditions de traitement efficace de tumeurs localisées dans un souci de créer un minimum de dégâts dans les tissus sains et les organes à risque. Il fait largement appel à des notions de théorie des probabilités (un domaine, dit-il, où les physiciens aiment montrer qu'ils manipulent correctement les mathématiques !). Les exemples d'applications sont choisis pour les reins, les poumons, le foie, le rectum, la moelle épinière, sur base de résultats publiés récemment.

Ouvrage de très bon niveau pour spécialistes ou étudiants de deuxième et troisième cycles.

GUY DEMORTIER

Michael SCHÜNKE, Erik SCHULTE et Udo SCHUMACHER – *Atlas d'anatomie Prométhée*. – [Vol. 1 :] *Anatomie générale et système locomoteur* / traduction Elizabeth Vitte, Jean-Marc Chevallier et Richard Douard – [2^e édit.] – 1 vol. de xv + 610 p. – (21 × 27,5) – De Boeck supérieur – (2016) – 89,00 € – ISBN 978-2-8041-8552-7

L'Atlas d'anatomie Prométhée — dont nous analysons ici la traduction de la 3^e édition allemande de Thieme, ce qui fait de la présente traduction la 2^e édition francophone après celle de Maloine — se compose de trois tomes distincts : le premier,

celui qui nous intéresse, est consacré à l'anatomie générale et au système locomoteur ; le deuxième est dédié à la neuro-anatomie, à la tête et au cou ; enfin, le dernier décrit les organes internes.

Détaillant de façon pertinente la complexité du corps humain, cet ouvrage de référence présente tout d'abord l'anatomie générale afin de permettre au lecteur de se familiariser avec les différents termes anatomiques, de comprendre le développement d'un embryon ou encore de visualiser la formation des os, des nerfs, des muscles, etc. Il décrit, de manière explicite, le référentiel de base permettant au lecteur de pouvoir orienter, sans difficulté, une pièce anatomique dans l'espace. Les trois chapitres suivants présentent successivement, dans leurs moindres détails, la paroi du tronc, les membres supérieurs et les membres inférieurs, en alliant illustrations, schématisations, cas concrets et explications.

Non content de décrire l'anatomie avec brio, cet ouvrage initie le lecteur à d'autres domaines tels que l'histologie, la physiologie ou encore la biomécanique. L'ensemble se combine avec ingéniosité dans les différentes planches anatomiques, décrites de manière systématique et détaillée. Loin de se cantonner à la simple description des os et des articulations, il fournit des descriptions et des légendes pour permettre une meilleure compréhension de l'anatomie.

Les illustrations topographiques, riches et variées, sont d'une grande qualité scientifique aussi bien dans leurs représentations que dans leurs explications. Certaines sont développées de manière systémique, c'est-à-dire système par système, ce qui permet au lecteur de voyager au plus profond du corps humain, en passant du macro au micro-organisme.

Construit de manière intelligente, cet ouvrage permet au lecteur d'avoir un cheminement réflexif structuré. Il s'adresse principalement aux étudiants qui souhaitent comprendre et visualiser la complexité du corps humain, aux professeurs, ainsi qu'aux professionnels de la santé qui souhaitent se rafraîchir la mémoire et, plus généralement, à tous ceux qui souhaitent échapper aux atlas d'anatomie traditionnels peu généreux en explications et en descriptions littéraires.

Inattaquable sur le fond, cet atlas pêche cependant par la forme. Au niveau de la mise en page, nous avons répertorié une vingtaine de fautes : par exemple, deux paragraphes distincts présentés tous les deux comme constituant le point C ou encore le passage d'un point A à un point C sans que n'existe un point B... Plus grave, la description fautive de certains schémas risque d'induire le lecteur en erreur (par ex. « adducteurs » pour « extenseurs » ou « flexion » pour « extension »). Au sein d'un atlas de haute rigueur scientifique, ces erreurs sont pour le moins déplaisantes.

THIBAUT BARBIER

Haute école Louvain-en-Hainaut

Tim WHITE, Michael BLACK, Pieter FOLKENS, *Traité d'ostéologie humaine : anatomie, anthropologie, paléontologie* / traduction de Jean-Pol Beauthier, Philippe Lefèvre et François Beauthier – 1 vol de XXVIII + 692 p. – (21 × 27,5) – broché – De Boeck supérieur – 2016 – 69,00 € – ISBN 978-2-8073-0301-0

Cet ouvrage constitue la première traduction francophone de la troisième édition d'un célèbre livre d'ostéologie humaine anglo-saxon intitulé *Human Osteology*, écrit par Tim White, Michael Black et Pieter Folkens et édité en 2011 chez Elsevier. Cette troisième édition de la version anglo-saxonne est celle de la maturité, ayant successivement été améliorée en 1991 (1^{re} édition) et 1999 (2^e édition).

La version francophone, traduite par Jean-Pol Beauthier, Philippe Lefèvre et François Beauthier, reflète tant l'expertise anatomique que le dynamisme de ces derniers, car la traduction d'un livre considéré par les experts comme une véritable bible est assurément un exercice périlleux. Cette version francophone est composée de 28 chapitres et de 692 pages, dont 46 pages de références.

Le travail de traduction est remarquable, tant par la précision du vocabulaire utilisé que par le respect scrupuleux de la terminologie anatomique internationale. Les traducteurs ont fait plus que traduire l'ouvrage, puisqu'ils se sont impliqués de manière directe en incluant de nombreuses « notes des traducteurs » (NdT), ainsi que des annexes (4 à 9) numériques complémentaires.

L'ouvrage a pour objectif principal de répondre aux deux questions de base auquel tout anthropologue doit pouvoir répondre lorsqu'il est en présence d'un os ou d'une collection de pièces osseuses : (1) sont-ce des os humains ? et (2) si oui, combien d'individus peut-on répertorier dans cette collection ? L'objectif secondaire est de pouvoir fournir des données se rapportant à l'estimation de l'âge, du sexe, de la stature, et de l'appartenance biogéographique dans le processus d'identification de vestiges squelettiques humains.

La grande qualité des illustrations, réalisées à partir des photographies de Pieter Folkens, constitue le point fort de l'ouvrage. Elles sont sobres, en noir et blanc, permettant de mettre en valeur les caractéristiques anatomiques de toutes les pièces osseuses du corps humain. De plus, la plupart des pièces osseuses sont reproduites en taille réelle (échelle 1/1), ce qui permet d'encore mieux apprécier les tailles relatives des différentes parties du squelette.

Faisant suite à un chapitre introductif, un deuxième sur la terminologie anatomique et un troisième sur la biologie osseuse, les chapitres 4 à 13 concernent l'ostéologie descriptive. Ces derniers constituent le cœur de l'ouvrage, présentant successivement : le crâne et la mandibule, les dents, l'os hyoïde et les vertèbres, le thorax, la ceinture scapulaire, le membre supérieur, la main, le pelvis, le membre inférieur et le pied. L'option consistant à consacrer un chapitre détaillé, volumineux et séparé de celui du crâne et de la mandibule, pour la dentition, est cohérente avec l'orientation

choisie par Tim White concernant les problématiques d'identification en archéologie et paléontologie. Le chapitre 14 consiste en une série d'illustrations précisant, avec un code de couleur spécifique, les surfaces articulaires et les insertions ligamentaires, tendineuses, et musculaires des principaux os d'un même individu. Ces illustrations sont associées à des coupes tomodensitométriques des principaux os longs, permettant de mieux comprendre leur morphologie en coupe. Malgré les illustrations exceptionnelles de ce chapitre et l'utilisation d'un code couleur, l'association entre la numérotation des structures sur les illustrations (page de gauche) et la liste des structures anatomiques sur la page en face (page de droite), complique l'utilisation de l'ouvrage par des étudiants novices en ostéologie. Il aurait été préférable d'indiquer directement le nom de la structure sur l'illustration. De plus, tous les os auraient dû être présentés, en y incluant la scapula, ainsi que les os de la main et du pied. J'ai pu relever une erreur anodine d'insertion sur l'os coxal (page 308, #24) avec une mauvaise traduction à la page 309 qui mentionne « quadriceps fémoral » au lieu de « carré fémoral ». Rien de bien important : c'est certainement un souhait des auteurs de maintenir la vigilance du lecteur... Les chapitres 15 et 16 abordent les procédures de terrain permettant de récupérer le matériel ostéologique ainsi que les procédures de laboratoire, jusqu'à la rédaction du rapport anthropologique. Le chapitre 17 sur l'éthique en ostéologie permet de compléter la réflexion quant au respect de la mort et des restes humains. Ce chapitre peut constituer un point de départ stimulant pour aborder les aspects éthiques lors d'activités pédagogiques avec des étudiants ou le grand public. Le chapitre 18 aborde l'estimation de l'âge, du sexe, de la stature, et de l'appartenance biogéographique dans le processus d'identification de vestiges squelettiques humains. Ce chapitre pourrait bénéficier de l'inclusion d'illustrations concernant les variations du crâne adulte en fonction de l'appartenance biogéographique. Le chapitre 19 décrit les pathologies osseuses et dentaires les plus courantes qui sont rencontrées en anthropologie, avec une illustration impressionnante d'une fibrodysplasie ossifiante progressive chez un homme de 39 ans. Le chapitre 20 développe les notions de taphonomie, c'est-à-dire l'étude des processus post-mortem qui affectent les restes squelettiques, le chapitre 21 appréhende la biologie des populations squelettiques aujourd'hui disparues et le chapitre 22 couvre l'ostéologie moléculaire. Finalement, les chapitres 23 à 28 décrivent 6 cas pratiques liés aux domaines de l'anthropologie médico-légale (2 cas), de l'archéologie (2 cas) et de la paléontologie (2 cas).

En conclusion, cet ouvrage a atteint les objectifs qu'il s'était fixé, bien que certains chapitres soient perfectibles. Il ne s'agit pas d'un ouvrage introductif, car il s'adresse aux lecteurs ayant de bonnes connaissances en ostéologie, aux enseignants en anatomie, et aux étudiants avancés souhaitant approfondir leurs compétences. C'est un ouvrage important qui trouvera facilement sa place en bibliothèque ou dans des laboratoires fréquentés par des ostéologues. D'autres professionnels tels que les archéologues, pathologistes, médecins légistes, criminalistes, dentistes et anatomistes seront également séduits par sa qualité. Sans nul doute, cet ouvrage fera

référence pour le monde francophone et soutiendra aisément la comparaison avec des ouvrages anglo-saxons. Un dernier regret à propos de cet ouvrage est l'absence d'une couverture cartonnée, idéale pour résister au temps, tout comme le sont les pièces osseuses.

Pour finir, il est à noter qu'un accès gratuit à la version numérique de l'ouvrage et aux annexes proposées par les traducteurs est disponible sur le site web de l'éditeur pour une durée d'un an, au moyen d'une inscription et d'un code d'activation à gratter au dos de la page de couverture. Cependant, sauf erreur de ma part, il n'est pas possible de télécharger l'ouvrage en version numérique pour le consulter hors ligne, ce qui est particulièrement décevant et pourrait laisser croire que l'ouvrage a été édité par une maison d'édition d'un autre temps.

FRÉDÉRIC DIERICK

Haute école Louvain-en-Hainaut

Physique

DANIEL BABOT, VÉRONIQUE MASSARDIER-JOURDAN – *La physique autour de nous, de l'observation à l'innovation, Sujets de synthèse d'électromagnétisme et d'ondes avec corrigés et approfondissements* – 1 vol. de 319 p. – (16 × 24) – Broché – Presses polytechniques et universitaires romandes – 2016 – 43 € – ISBN 978-2-8891-5070-0

Daniel Babot est professeur émérite à l'INSA de Lyon où il a enseigné la physique. Véronique Massardier-Jourdan, maître de conférence, outre ses travaux de recherche, coordonne l'enseignement de la physique du premier cycle de l'INSA. Ils ont rassemblé dans cet ouvrage dix sujets d'électromagnétisme et de physique ondulatoire, articulés dans trois thématiques : l'exploration du vivant, la compréhension de notre monde et la physique dans les technologies du quotidien.

La qualité des sujets abordés a valu à ce livre d'être le lauréat 2016 du Prix Roberval, concours international francophone, couronnant des œuvres littéraires, audiovisuelles ou multimédias consacrés à l'explication de la technologie.

Dans la partie consacrée à la physique pour explorer le vivant, sont développés les sujets suivants : l'imagerie par échographie et la magnétoencéphalographie, l'imagerie par résonance magnétique et les microrobots propulsés sans contact. Dans celle intitulée « la physique pour comprendre le monde qui nous entoure », les instruments astronomiques, optiques, radiotélescopes ou d'études spectrales, sont étudiés dans la section « au-delà des étoiles, aux confins de l'univers ». Suit la section consacrée au satellite européen ENVISAT. Elle développe les méthodes radar pour la cartographie du sol ou la détermination des mouvements du sol engendrés par les tremblements de terre. Après cette escapade spatiale, les auteurs nous ramènent dans la belle ville de Lyon, au Parc de la tête d'Or où, dit-on, une tête de Christ en or y aurait été enfouie.

Ce parc a inspiré les auteurs physiciens, leur permettant de développer les principes physiques régissant la couleur d'une étendue d'eau, la propagation des ondes à la surface d'un liquide et par conséquent, de la forme en V du sillage d'un canard. De Lyon, les auteurs nous emmènent à nouveau dans l'espace, entre la Terre et le Soleil pour détailler le champ magnétique terrestre et les aurores polaires. La troisième partie de l'ouvrage détaille, toujours avec cette même précision, les principes physiques sous une montre bracelet alimentée par le mouvement du poignet, les fours à micro-ondes et les cristaux liquides et leurs applications. La dernière partie du livre reprend certains éléments précis de cours d'électromagnétisme permettant de mieux nous aider à suivre certaines questions plus spécifiques.

Une des lignes éditoriales du livre est *la classe inversée*, principe pédagogique par lequel l'étudiant doit comprendre par lui-même les phénomènes physiques étudiés. Ainsi, chacun des dix sujets est articulé globalement en quatre sections. Dans la première, le sujet est développé avec une série de questions adressées au lecteur allant de l'énumération des principes physiques sous-jacents aux calculs nécessaires à effectuer. La deuxième section reprend, heureusement, toutes les réponses à ces questions, tous les calculs exhaustifs. Suit une section consacrée aux approfondissements puis une autre où y sont suggérés des thèmes pour travaux en autonomie; car ce livre est destiné tant aux enseignants qu'aux étudiants ou passionnés.

La variété des sujets est impressionnante ! Tant que des errata deviennent incontournables. La seule inexactitude relevée réside dans la manière dont est expliquée la trajectoire d'une particule piégée dans le champ magnétique terrestre. Il y est mentionné « la particule chargée est assimilable à un petit aimant mobile le long d'une ligne de champ magnétique terrestre... lorsque la particule chargée s'approche d'un des pôles de la Terre... la particule qui présente son pôle sud en regard du pôle sud de la terre est repoussée. Elle est alors réfléchi et repart en sens inverse le long de la ligne de champ où elle va subir du côté du pôle nord magnétique le même type de réflexion ». Si effectivement la particule effectue une sorte d'hélice incurvée entre les pôles, ce n'est pas le moment magnétique qu'elle génère en tournant autour de l'axe de cette hélice qui est la cause de cet effet miroir. La cause tient dans la courbure du champ magnétique, comme une sorte de tore écrasé en son centre. La force magnétique perpendiculaire au champ magnétique, est toujours dirigée vers la zone la plus faible du champ magnétique. C'est le principe de la « bouteille magnétique » permettant de confiner un plasma, avec toutefois une zone de fuite quand la vitesse d'une particule est parallèle au champ magnétique. Dans ce cas, la force est nulle et la particule s'échappe.

C'est un ouvrage à conseiller pour toutes les institutions universitaires s'impliquant dans les nouvelles méthodes pédagogiques et pour tous les curieux désirant une explication précises aux technologies modernes.

RICHARD MAIRESSE

ÉMILE BIÉMONT – *Le règne du temps : Des cadrans solaires aux horloges atomiques* – Un vol. de 336 pp. (16,5 × 24) – Broché – Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux arts – (2016) – 25€ – ISBN 978-2-8031-0504-5

Neuvième livre de la collection, inaugurée en 2012, « Mémoires de la Classe des Sciences », il s'agit ici du second consacré à un sujet de physique après « L'Histoire de l'Observatoire Royal de Belgique » écrit par Pierre Verhas et commenté dans le tome 186(4) – 2015 de la Revue des Questions Scientifiques (p. 605).

Claude Cohen-Tannoudji (Prix Nobel de Physique 1997 mais également membre de l'Académie de Belgique) signe la préface de l'ouvrage. C'est un pionnier dans l'art de ralentir les atomes au moyen d'un faisceau laser pour amener ces atomes dans un état de repos presque absolu, une technique qui permet à des horloges atomiques d'atteindre une précision de l'ordre de 10^{-17} : correspondant à des écarts inférieurs à la seconde sur l'âge de l'univers.

Cette démarche vers une aussi grande précision a-t-elle un sens, se demande Emile Biémont dans son introduction ? Il nous assure que la réponse est oui : l'histoire de la physique est parsemée de progrès substantiels réalisés suite à la quête d'une précision ultime dans des mesures physiques.

Émile Biémont est un spécialiste de spectroscopie atomique et moléculaire qui a utilisé son savoir pour étudier des problèmes d'astrophysique qu'il a enseignés aux universités de Liège et de Mons, mais qui manifeste aussi, ici, son intérêt pour l'histoire du temps, tant pour ses aspects cycliques comme le défilement saisonnier annuel ou les phases lunaires mensuelles que pour son écoulement linéaire (phénomène du vieillissement), allant du passé au futur, brièvement commenté dans un court premier chapitre.

Dans le deuxième, l'auteur rend un bref hommage aux grands hommes qui ont fait progresser nos connaissances et dont il développera les actions dans les 11 chapitres suivants :

- la piézoélectricité découverte par Pierre Curie qui donnera naissance aux montres à quartz,
- les matériaux à faible dilatation pour l'horlogerie de Charles-Edouard Guillaume,
- la notion de spin proposée par Otto Stern et Walther Gerlach et la transition d'un état magnétique à un autre dans un jet atomique ou moléculaire par Isidor Rabi,
- la mesure précise du moment magnétique de l'électron par Polycarp Kush et Willis Lamb et son explication par Sin-itiro Tomonaga, Julian Schwinger et Richard Feynman,
- l'utilisation du temps de demi-vie du carbone 14 par Willard Franck Libby pour la datation, – les effets maser de Charles Townes et laser de Nikolai

- Basov et Aleksander Prokhorov et commercialisé par Théodore Maiman,
- la résonance hertziennne et le pompage optique par Alfred Kastler,
- la réalisation des horloges atomiques par Norman Ramsey,
- le refroidissement et le piégeage des atomes par Claude Cohen-Tannoudji,
- les peignes hertziens de Theodor Hänsch et John Hall,
- la découverte des pulsars en astrophysique par Antony Hewish et Martin Ryle puis par Russel Hulse et Joseph Taylor.

La grande majorité d'entre eux a reçu un prix Nobel. Des détails sur les phénomènes sont étudiés dans les chapitres suivants.

Le temps intéresse ainsi quatre catégories de scientifiques : les astronomes et les astrophysiciens (ch.3), les géologues pour déterminer l'âge de la terre et les botanistes pour dater les espèces vivantes (ch.4), les physiciens et mathématiciens qui ont mis au point les systèmes GPS, GLONNAS, COMPASS, GALILEO (ch.5), les biologistes qui étudient la diversité des rythmes du monde vivant (ch.6).

La mesure du temps occupe 7 chapitres soit les deux tiers de l'ouvrage :

- tout d'abord la longue quête pour définir l'unité de temps et son lien avec la distance avec son aboutissement en 1983 grâce à la fixation de la vitesse de la lumière avec 9 chiffres : 299 792 458 m/s (ch7);
- les clepsydes et sabliers (ch.8);
- les gnomons et cadrans solaires, avec d'excellentes reproductions de plus célèbres (ch.9);
- les horloges mécaniques (en insistant sur les œuvres monumentales construites entre 1284 et 1500 qui représentaient surtout des garde-temps), les horloges de chambre ou de table, les horloges à pendule suscitées par Huygens, les montres de poche, les chronomètres de marine, un chapitre très largement illustré (ch.10);
- les horloges électriques et montres électroniques et à quartz pour lesquelles l'auteur fournit une chronologie détaillée de 1842 (avec remontoir au pendent) à 1991 (la montre Seiko (ch.11) ;
- les horloges astronomiques ornant les tours, les cathédrales et les beffrois avec leur situation sur 161 monuments d'Europe (61 en Allemagne) : une invitation au voyage, en particulier à Strasbourg, Lund, Gdansk, Prague, Tübingen, Liège en ce qui concerne les plus spectaculaires ! (ch.12);
- les horloges atomiques (au césium, un élément monoatomique) pour lesquelles sont exploitées les travaux de Stern et Gerlach, de Rabi, de Ramsey, Chu, Cohen-Tannoudji et Phillips, Townes, Basov et Prokhorov (ch.13).

Émile Biémont avait déjà abordé une partie de ces questions dans « Rythmes du temps, Astronomie et Calendriers » paru en 2000. Une longue liste de références et

un glossaire complètent cet intéressant ouvrage qui intéressera les physiciens et tous les amateurs d'histoire des sciences.

GUY DEMORTIER

GILLES COHEN-TANNOUJJI ET MICHEL SPOIRO – *Relativité et quanta : une nouvelle révolution scientifique* – Un vol. de 120 p. – (11 × 18) – Broché – Le Pommier – (2017) – 10€ – ISBN 978-2-7465-1143-9

En 2008, les mêmes auteurs publiaient « *Particules élémentaires et cosmologie : vers les lois ultimes ?* » pour retracer l'histoire de l'Univers. En un peu plus de 60 pages, ils abordaient la question sous deux aspects :

- sonder la matière aux plus petites échelles possibles, ce qui permet de voir des aspects de l'Univers tel qu'il était (dans une phase d'explosion très chaude et dense) peu après le Big Bang, il y a quelque treize milliards d'années. Cette remontée dans le temps de l'histoire de l'Univers vers ce point « zéro » fait largement appel aux observations réalisables auprès des puissants accélérateurs de particules puisque l'Univers à cette époque du Big-Bang était une soupe de particules élémentaires de très grande énergie.
- observer la lumière telle qu'elle fut émise très loin dans le passé, en observant les objets situés aux confins des zones accessibles à notre observation.

Au plan théorique, la quête de l'unité, la recherche d'éventuelles lois ultimes qui gouvernent l'histoire de l'Univers depuis son origine même, est l'objet d'un intense bouillonnement intellectuel. On envisageait à l'époque la transformation de grand accélérateur du CERN en vue de la mise en évidence de l'existence du boson qui permettrait d'expliquer pourquoi certains composants élémentaires avaient une masse.

Le présent volume constitue une réédition actualisée, puisque : (1) l'identification de ce boson annoncée en juillet 2012, (2) la carte détaillée de l'univers obtenue en 2013 par le satellite Planck et (3) l'identification, en 2016, par les collaborations LIGO et VIRGO sur les ondes gravitationnelles émises par la coalescence de deux trous noirs, ont conduit les deux auteurs à une profonde refonte de leur ouvrage.

La mise en service du LHC, le plus grand accélérateur de particules, permet maintenant de résoudre certains des défis et des apparentes contradictions soulevés par ces deux approches : voir en particulier le commentaire sur le livre « *Le boson et le chapeau mexicain* » des deux mêmes auteurs commenté dans le numéro 184(4) – 2013 – p. 540-541 de cette revue.

La mission du satellite Planck (observatoire spatial développé par l'Agence spatiale européenne (ESA) avec une participation de l'agence spatiale américaine (NASA)) est de cartographier les infimes variations de température (ou d'intensité) du fond diffus cosmologique, rayonnement dans le domaine micro-onde montrant

l'Univers tel qu'il était 380 000 ans après le Big Bang. Une première interprétation complète des données collectées a été présentée en mars 2013. Les résultats complets ont été rendus publics en décembre 2014 et publiés au début de 2015. Dans l'ensemble, les données de Planck confirment la théorie de l'inflation cosmique, un des piliers du modèle standard de la cosmologie, la théorie la plus couramment admise concernant le mode de formation de l'univers observable.

LIGO (observatoire d'Ondes Gravitationnelles par Interférométrie Laser) fut créé en 1992 par des équipes du Caltech et du MIT. Il se compose de deux interféromètres à laser géants, qui permettent des mesures extrêmement précises en exploitant les interférences des ondes.

Ces deux appareils, qui font pas moins de 4 kilomètres de long, sont séparés de 3.000 kilomètres: l'un est situé à Livingston, en Louisiane, dans le sud des États-Unis, et l'autre est à Hanford, dans l'Etat de Washington, au nord-ouest. VIRGO (ainsi nommé d'après l'amas de la Vierge contenant environ 1500 galaxies situé à environ 50 millions d'années-lumière) est un interféromètre de Michelson isolé des perturbations extérieures (miroirs et instrumentation suspendus, faisceaux laser sous vide) un instrument scientifique géant construit à Cascina, près de Pise en Italie grâce à une collaboration internationale associant cinq pays : la France, l'Italie, les Pays-Bas, la Pologne et la Hongrie. Depuis 2007, VIRGO et LIGO sont liés par un accord de collaboration incluant l'échange des données enregistrées par les différents détecteurs et une politique de publication commune.

L'intense bouillonnement intellectuel qui a accompagné ces recherches annonce une révolution scientifique de grande ampleur que Gilles Cohen-Tannoudji et Michel Spiro annoncent dans cet ouvrage de 2017 destiné à un public curieux mais pas nécessairement spécialisé : aucune formule dans le texte, quelques schémas seulement pour illustrer l'imbrication des données fournies par les trois types d'instruments.

Après un avant propos qui décrit les avancées et les découvertes majeures entre 2008 et 2016 et une introduction sur la cosmogonie (depuis Lemaître jusqu'aux tentatives d'une théorie du tout), les auteurs répartissent leurs démarches en trois chapitres :

1. De la relativité restreinte à la relativité générale;
2. La physique des particules dans le contexte des interactions fondamentales avec une présentation de l'invariance de jauge, de l'unification électrofaible, du vide quantique et des brisures de symétrie;
3. La transition de la physique classique à la physique quantique qui atteint un nouveau palier au XXI^e siècle qui conduira probablement à une nouvelle révolution scientifique.

L'association d'un physicien théoricien mais aussi philosophe (Gilles est le frère de Claude Cohen-Tannoudji, prix Nobel de physique en 1997) et d'un ancien président du Conseil du CERN nous fournit ici une vision sur la révolution scientifique en cours.

Technologie

PIERRE PAPON – *2050 : quelles énergies pour nos enfants ?* – Un vol. de 224 p. – (13,5 × 20) – Broché – Le Pommier – (2016) – 20 € – ISBN 978-2-746-5119-03

Après « *L'énergie à l'heure des choix* » publié aux éditions *Belin* en 2007 et commenté dans cette Revue en 2008 (RQS 179(2) pp. 255-256) et un autre ouvrage plus récent, écrit en 2010 avec Daniel Clément, « *Vers une énergie durable* » aux éditions *Le Pommier*, voici un nouveau titre de Pierre Papon qui complète ainsi sa démonstration : Il est temps d'agir !

Au cours du xx^e siècle, la consommation mondiale d'énergie a décuplé : un rythme intenable. En utilisant au mieux les filières existantes (nucléaire, énergies fossiles et renouvelables, biomasse...), il faut aussi tenir compte des contraintes (épuiement de ressources, développement, climat, rapports de force internationaux) et préparer les mutations en relation avec ce que nous proposent les sciences et les techniques et ce qu'attend la société.

Pouvons-nous continuer à augmenter notre consommation ? La réponse est non ; il est donc nécessaire de faire des choix.

Faisant le choix de l'uchronie (un genre qui repose sur le principe de la réécriture de l'Histoire à partir de la modification d'un événement du passé, soit un néologisme fondé sur le modèle de l'utopie), Pierre Papon situe son exposé dans les années 2035 à 2050 pour nous présenter sa vision de la société qui disposerait de nouvelles sources d'énergie dans un monde ayant opté pour un développement équitable.

Parmi les défis du xxi^e siècle, Papon analyse, dans un premier chapitre, la façon de faire face au réchauffement climatique et s'interroge sur la pérennité des ressources énergétiques de la planète et en particulier de l'après-pétrole, et poursuit, dans le deuxième chapitre, sur les clés pour faire face aux défis énergétiques : jouer sur l'efficacité dans le cadre d'une acceptation mondiale d'une croissance faible, gérer la croissance démographique pour permettre, vers 2050, aux deux tiers des 9,5 milliards de terriens de vivre dans des centres urbains, accepter les risques raisonnés que proposeront les scientifiques et les techniciens aux décideurs que sont principalement les économistes.

Dans le long troisième chapitre, l'auteur aborde l'épineuse question de « Comment s'affranchir du carbone ? ». Notre capital énergétique est composé de 85% d'énergie thermique (dont le rendement est dicté par le paradigme de Carnot) ; cette énergie provient non seulement de la combustion des énergies fossiles, mais encore de la fission de l'uranium dans les centrales nucléaires et de la radioactivité naturelle des minéraux à l'origine de la géothermie. Le rendement actuel de la conversion de la chaleur en travail est trop modeste et une amélioration ne peut être obtenue qu'en augmentant la température de la source chaude dans les moteurs thermiques : ce

qui impose la mise au point d'alliages et de céramiques ayant une forte résistance mécanique à haute température. Conjointement on devrait envisager la récupération de la chaleur à la source froide pour le chauffage domestique et industriel. Les autres sources sont l'éolien, le solaire, les biocarburants, l'hydrogène et les nouvelles centrales nucléaires.

Au quatrième chapitre « Une prospective des ruptures », Papon s'interroge sur l'attente d'innovations décisives dans le stockage de l'électricité (et son pilotage intelligent) et du CO₂, se demande si le nucléaire peut rebondir, si la fusion a des chances d'aboutir, si la société va donner les moyens aux chercheurs, sachant que plusieurs décennies sont souvent nécessaires pour passer de la découverte à l'application.

Les deux derniers chapitres abordent « Les utopies sociales et économiques du XXI^e siècle » pour conduire à « Une nouvelle vision du monde ». Une attention particulière est accordée à la possibilité de produire son électricité à l'échelle individuelle, à la surveillance rapprochée des plus âgés qui vivent dans l'isolement, à l'économie d'énergie dans les emplois, dans la vie urbaine, dans la mobilité. L'histoire du nucléaire (les bombes et la course aux armements d'une part, les accidents de Tchernobyl et de Fukushima d'autre part) sert de modèle à une nouvelle uchronie. Pendant la guerre froide on craignait la destruction de la vie sur la Terre par un conflit nucléaire. Aujourd'hui les critiques du progrès technique visent particulièrement les atteintes portées aux milieux naturels et au climat par l'exploitation des ressources énergétiques (les combustibles fossiles en particulier), par la déforestation, par des explosions, par la surconsommation de l'eau.

Dans sa conclusion, Pierre Papon annonce que la transition énergétique sera une entreprise de longue haleine, qui n'atteindra ses objectifs qu'avec une bonne dose de planification des investissements destinés aux infrastructures, aux réseaux de transport publics et à la recherche. Cette planification suppose un volontarisme politique qui réhabilite le long terme.

D'une lecture facile pour un large public, l'ouvrage propose, dans une longue série de notes (158), des prolongements et des recours à de nombreux documents techniques, économiques et historiques : des prévisions réalistes énoncées par des citoyens d'envergure en particulier.

GUY DEMORTIER

Divers

OLIVIER LE CARRER – *Trouver le Nord (et autres secrets d'orientation des voyageurs d'autrefois)* – Un vol. de 192 p. – (24,5 x 29) – Relié – Delachaux et Niestlé – (2016) – 32 € – ISBN 978-2-603-02436-2

Voyageur d'aujourd'hui, arpenteurs de toutes les mers du monde depuis plus de 40 ans, Olivier Le Carrer nous fait revivre les aventures des voyageurs d'autrefois.

Comment les grands explorateurs parvenaient-ils à retrouver leur route ? Depuis des siècles, les hommes ont développé des outils (cadrans solaires, boussoles, cartes,...) de plus en plus précis pour s'orienter, jusqu'à l'arrivée récente des GPS accompagnée de l'affirmation de Google : vous ne serez jamais plus perdu, car nous connaissons votre position, à tout moment, à moins d'un mètre près.

Choisirons-nous encore le droit à l'errance et aux chemins de traverse, se demande, avec nostalgie, l'auteur de ce livre ? Il nous invite ici à suivre une voie peu rectiligne puisque la magie de l'orientation donne de la saveur aux déplacements les plus anodins et incite à regarder autrement la nature. Chercher son chemin, c'est avant tout renouer avec le plaisir d'observer, d'écouter, de sentir. Posons-nous la question, plus globale en somme : L'homme acceptera-t-il de devenir un être diminué dont l'efficacité reste à la merci de prestataires extérieurs ?

Pas question toutefois de revenir en arrière puisque le GPS apporte la sécurité dans les conditions difficiles, mais il ne permettra jamais de connaître l'intense émotion de voir la terre se dessiner à travers la brume après avoir passé une journée à estimer patiemment sa route, tous sens en éveil, sans connaître sa position exacte. En tuant le mystère, le numérique prive le voyageur de la partie la plus stimulante du jeu : qui aurait envie de voir un film dont il connaît déjà la fin ?

Ce beau livre présente toutes les méthodes employées pour se situer dans l'espace. Les nombreuses cartes d'abord, à mettre, avec la boussole, dans les mains des enfants dès l'école primaire, mais à consulter avec prudence tant elles cachent, par ses distorsions et ses simplifications, la réalité du territoire qui s'étend sur une surface sphérique.

L'ouvrage est divisé en neuf chapitres.

1. Comment les astronomes de l'Antiquité ont mesuré la Terre et posé les bases de la navigation astronomique (suivre le soleil au fil des saisons, les routes de l'ambre et de l'étain, le nom des vents, repères dans les hémisphères nord et sud, ...);
2. La traversée du Pacifique autour du 17ème parallèle durant plusieurs millénaires avant les expéditions de Wallis, Cook et Bougainville (s'orienter avec la lune, avec les constellations, avec l'étoile polaire, mais surtout, dans le contexte de l'ouvrage, en admirant les planisphères et les cartes anciens, et même le compas hawaïen ;

3. Demander son chemin avec Marco Polo : de Venise à Pékin par les terres en 20 ans et retour par la mer en 4 ans ;
4. Traverser l'océan dans le sillage de Colomb (la première des 4 traversées) en navigant avec les nuages et en observant l'évolution des oiseaux marins mais aussi des oiseaux terrestres lorsqu'il approcha le « nouveau continent » : une nouvelle occasion pour reproduire d'autres cartes anciennes ;
5. Naviguer à la carte (ce ne fut réalisé que depuis le milieu du moyen âge) avec Mercator et Bougainville c'est-à-dire utiliser la science pour faciliter les voyages au long cours en tenant compte toutefois que la distance la plus courte sur une sphère est peu perceptible lorsqu'on regarde un planisphère. Ainsi on peut aller tout droit en bateau de Terre-Neuve à Vancouver, sans jamais changer de cap ni rencontrer de terres comme on peut s'en convaincre en déployant une ficelle sur un globe terrestre (superbe illustration page 101). C'est dans ce chapitre que sont présentés les principaux instruments de navigation pour slalomer dans les archipels dangereux.
6. Utiliser les bons repères pour se fixer rendez-vous en pleine nature (comme l'ont fait Meriwether Lewis et William Clark à travers le continent nord-américain au début du XIX^e siècle) donne à Olivier Le Carrer l'occasion de discuter l'utilisation de la boussole, de la lecture des reliefs, des effets des vents dominants pour sculpter la végétation, et de montrer qu'il n'est pas seulement marin mais baladeur avisé ;
7. Après la mer et la terre, nous voici dans les airs avec Mermoz et le Petit Prince, pour assister, dans la cabine d'un long-courrier, à un jeu de piste dans les nuages. Les vols de Blériot, de Lindbergh, et des multiples conquérants des airs sont rassemblés dans une belle vision des progrès de l'aviation jusqu'en 1942 (page 139) à consulter avec une bonne loupe !
8. Retour à la mer enfin avec les vertus de l'incertitude en navigation avec pour question centrale ; Peut-on se fier à quelqu'un qui part pour un tour du monde express à la voile, passe finalement six mois sans toucher la terre, et termine son incroyable périple à plus de 20 000 kilomètres du lieu où l'attend sa famille ? Un périple de la Mer Rouge à la France en passant au large de Bali, des Galapagos et du Cap Vert ! Un hommage à l'accompagnement des dauphins, mais une reconnaissance aussi aux balises que sont les phares , aux repères sous-marins, à quelques règles de géométrie en prenant de la hauteur mais aux 'ficelles' inventées par des de célèbres aventuriers
9. Les techniques utilisées par les voyageurs d'aujourd'hui sont brièvement commentées dans un dernier chapitre où l'auteur ironise sur la miniaturisation du GPS associée à l'encombrement de l'espace par les 1100 satellites actifs (et les 7000 inactifs) mis sur orbite de 1957 à 2016.

Indissociable de l'histoire des grandes découvertes, cette passionnante histoire de l'évolution des techniques d'orientation y est expliquée en détail.

Dans une bibliographie ordonnée en 6 parties, l'auteur propose des ouvrages, souvent écrits par les personnalités dont il rapporte les exploits, pour partir à la découverte de grands espaces, pour revivre les grandes découvertes, pour en savoir plus sur l'histoire des voyages, pour approcher les réalités de la navigation maritime, pour approfondir les aspects techniques ou tout juste pour le plaisir. Curieusement, il n'y signale aucun de ses propres ouvrages. Je vous conseille de consulter la toile pour les découvrir.

GUY DEMORTIER