

Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences

Sous la direction de
Dominique Lecourt



4^e
édition
revue et
augmentée

puf

PLAN DE L'OUVRAGE

Préface à la 4 ^e édition	VI
Avant-propos	VII
Table des entrées	IX
Présentation des auteurs	XV
Utilisation du dictionnaire	XX
Corpus	1 à 1005
Index nominum	1007 à 1015
Index rerum	1017 à 1032

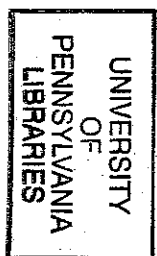
Refover

Q

124.8

D53

2006



MAR 19 2007

ISBN 21305449-1

ISSN 0291-0489

Dépôt légal — 1^{re} édition : 1999

4^e édition mise à jour « Quadrige » : 2006, septembre

© Presses Universitaires de France, 2006

Grands dictionnaires

6, avenue Kellie, 75014 Paris

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Françoise Balibar
Professeur émérite de physique à l'Université Paris VII – Denis Diderot

Bernadette Bensaude-Vincent
Professeur d'histoire et de philosophie des sciences à l'Université Paris X – Nanterre

Michel Morange
*Professeur de biologie à l'Université Pierre et Marie Curie – Paris VI
et à l'École Normale Supérieure (Ulm)*

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

Dominique Lecourt

Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences

Secrétaire de rédaction
Thomas Bourgeois

OUVRAGE PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS
DU CENTRE NATIONAL DU LIVRE



QUADRIGE / PUF

comportements sociaux. Ceci n'empêche certes pas le « darwinisme social » de poursuivre son extension en tant que schéma idéologique, mais cela restreint considérablement son champ d'activité au sein du débat scientifique proprement dit, et ceci au moment même où, sous l'impulsion d'Émile Durkheim, un courant universitaire prônant une autonomie méthodologique des sciences sociales prend son essor : la genèse des faits sociaux échappe à l'emprise d'une loi biologique universelle qui servirait en quelque sorte de tuteur à la sélection naturelle.

La fréquence des actes « altruistes » dans d'innombrables espèces animales n'en demeure pas moins un des problèmes majeurs à résoudre pour le néodarwinisme : la quête d'une cause méta-écologique (i.e. s'exerçant par-delà la diversité des évolutions forgées par les relations entre un type d'organismes et son milieu) n'est nullement discréditée. L'enjeu est seulement mis entre parenthèses pendant que le néodarwinisme reconstruit le paysage des sciences naturelles en imposant et en organisant les disciplines nécessaires à son développement (à commencer par l'écologie et la génétique). L'émergence progressive de la théorie synthétique de l'évolution correspondant à un seul maître de cette élaboration, il est symptomatique que la question de l'altruisme soit remise à l'ordre du jour par l'un de ses promoteurs, le généticien John B.S. Haldane, alors que ce mouvement théorique en est à ses tout premiers développements (J.B.S. Haldane, *The Causes of Evolution*, New York, Longmans & Green, 1932). La perspective invoquée relève déjà de la dynamique des populations, bien que de façon assez rudimentaire. Le problème continue à préoccuper Haldane qui y revient en 1955 avec une conjecture ambitieuse et précise qui constitue le véritable acte de naissance de la sociobiologie moderne et qu'il présente sous forme de paraloge : un individu est porteur d'un gène rare affectant son comportement de telle sorte qu'il salue un enfant en train de se noyer en n'ayant, pour son compte, que neuf chances sur dix d'en échapper. À quelle condition le gène peut-il persister dans la population ? Cela dépendrait du lien de parenté entre le sauveur et l'enfant, un calcul simple indiquant en effet que l'opération cesse de profiter sensiblement au gène au-delà d'un certain degré de consanguinité (J.B.S. Haldane, 1955, *New Biol.*, 18, p. 34-51).

De ce point de vue, l'altruisme de l'individu n'exprime rien d'autre qu'un égoïsme des gènes, et la solution des individus résulterait de la compétition des gènes entre eux : la vision spencerienne comporte la difficulté posée par l'absence de l'hérédité lamarcienne au niveau de l'organisme en ressuscitant à l'étage inférieur. Le principe de réductibilité du fait social au fait biologique retrouve ainsi un moyen de se opposer à la position adverse selon laquelle la société serait capable d'induire une sorte d'hérédabilité non biologique des caractères acquis. En outre, cette reformulation offre l'avantage d'entretenir avec l'écologie darwinienne un rapport plus subtil que la théorie initiale en utilisant cette discipline pour expliquer les

dénormés produits par la nature : si le comportement animal analysé se révèle compatible avec l'égoïsme des gènes, il faut y voir une confirmation du modèle ; mais, s'il infirme celui-ci, on se contentera d'en déduire que le milieu a forcé la sélection naturelle à respecter d'autres priorités. La sociobiologie « néodarwinienne » cherchera en somme à assurer sa crédibilité par une accumulation d'illustrations favorables à ses thèses.

La spéculation de Haldane intervient lors du triomphe institutionnel de la théorie synthétique de l'évolution, au sein duquel les calculs conjecturaux de la dynamique des populations jouent un rôle croissant : contexte propice à sa diffusion pluridisciplinaire. Par ailleurs, aux États-Unis, l'anthropologie lance « l'écologie culturelle » (dont la teinte fonctionnaliste s'intensifiera rapidement) en même temps qu'elle participe au lancement d'une primatologie de terrain qui disperse sans tarder sur les facteurs écologiques de l'évolution sociale chez les singes (J.H. Crook & J.S. Gartlan, 1966, *Nature*, 210, p. 1200-1203). C'est dans cette ambiance significative caractérisant les années 1960 que, loin derrière la vulgarisation d'une sociobiologie sommaire centrée sur l'écologie de Konrad Lorenz (qui s'implique peut-être dans les renouveau néodarwinien), une kyrielle de contributions théoriques émanant d'un vaste éventail de disciplines convergent spéculeusement vers le nouveau « darwinisme social ».

En 1962, l'ornithologue V.C. Wynne-Edwards propose ainsi une première polémique universitaire en publiant *Animal Dispersion in relation to social behaviour* (Edinburgh, Oliver & Boyd Ltd, 1962). En elle-même, la tentative fait long feu, car les modèles de sélection de groupe qui y sont proposés sont rapidement réjetés, mais l'intervention de la biogéographie sur ces thèmes est retenue comme une innovation prometteuse par les naturalistes. Un peu plus tard, en 1964, deux articles des généticiens britanniques John Maynard-Smith (*Nature*, 1964, 201, p. 1145-1147) et William D. Hamilton (*Journal of Theoretical Biology*, 1964, 7, p. 1-52) marquent la véritable mise en chantier de la réflexion sociobiologique moderne : le premier invente la notion de « sélection parentale » (*kin selection*) et s'appliquera à éclairer, avec le renfort fréquent de la théorie des jeux, les modes de diffusion interpopulations de l'altruisme ; au second revient l'idée d'une « aptitude génétique globale » (*inclusive fitness*) selon laquelle la valeur adaptative d'un individu n'est bien comprise qu'en envisageant ses effets au-delà de lui-même sur toute sa parenté biologique. Manifestement, les deux concepts sont solidaires et se contentent en fait de peaufiner l'intuition de Haldane. D'autres conjectures viendront compléter ces études, telle celle de Robert L. Trivers (1971, *Quarterly Review of Biology*, 46 (4), p. 35-57) qui supprime les possibilités de sélection d'un « altruisme réciprocitaire » entre individus non apparentés.

La contribution de Hamilton a particulièrement frappé l'imagination des zoologistes en s'appliquant au

cas des hyménoptères sociaux où les mâles sont haploïdes et les femelles diploïdes et où la distribution des comportements « altruistes » des ouvrières stériles correspond étroitement au coefficient de parenté génétique qu'elles ont avec les divers membres de leur société. Peu à peu, cette corrélation est même devenue l'emblème des promesses de la sociobiologie, de ses capacités d'élucidation et de ses promesses, à tel point que les adversaires de cette théorie ont parfois admis tacitement son efficacité chez les insectes et se sont limités à critiquer sa transposition chez l'homme. Or, l'explication fournie par Hamilton se heurte au sein de l'entomologie à deux objections solidaires. La première est que des sociétés comparables à celles des hyménoptères existent chez les termites, qui sont diploïdes. La seconde est que les hyménoptères sociaux et les termites partagent des caractères communs : leurs mandibules broyeuses permettent l'édification d'habitats collectifs dont la complexité va de pair avec celle de leurs organisations sociales. Les succès remportés par la version sociobiologique résultent en somme d'un privilège accordé arbitrairement et tacitement à un modèle au détriment d'une voie de recherche logiquement plus satisfaisante sur le terrain envisagé, mais moins exportable à travers le règne animal.

La sociobiologie entame ses « grandes manœuvres » dès 1969, à l'occasion d'un vaste symposium réuni par la Smithsonian Institution où se rencontrent E.O. Wilson et W.D. Hamilton (J.F. Eisenberg & W. Dillon éd., *Man and Beast: Comparative Social Behavior*, Washington, Smithsonian Institution Press, 1971). L'anthropologue Robin Fox et le sociologue Lionel Tiger, éminentes figures d'un réductionnisme revigilé dans les sciences humaines de l'Amérique du Nord, y participent aussi. À côté de l'augmentation du nombre des publications spécialisées consacrées à la fondation biologique du social, on constate ensuite une ouverture vers une diffusion plus large, laquelle prépare le terrain au soudain retentissement public de la « synthèse » bibliographique et théorique de Wilson. Ce lien privilégié avec la vulgarisation (dont les adversaires de la sociobiologie seront, pour leur part, privés dès le début des années 1980) s'est maintenu jusqu'à nos jours et a joué un rôle considérable, principalement à l'approche des questions anthropologiques. Wilson lui-même en a beaucoup usé et des auteurs tels que Richard Dawkins ont été, selon les moments, applaudis ou vertement rejetés du côté d'une « sociobiologie vulgaire » (par exemple, R. Dawkins, *The Selfish Gene*, Oxford, Oxford Univ. Press, 1976).

De nos jours, la controverse scientifique s'est essouffée en même temps que — ou parce que — le grand public s'en est lassé : il convient de le regretter tant il est clair qu'elle a laissé tous les problèmes antérieurs et qu'elle a perturbé durablement nombre de relations interdisciplinaires et internationales. Ainsi, en France, les leçons tirées par les zoologistes et les anthropologues vont dans des directions opposées. La plupart des éthologistes ont progressivement admis

l'existence d'une « discipline » sociobiologique, en expliquant sans honte que son existence est désormais trop importante pour être remise en cause et qu'on se couperait de la communauté scientifique en la contestant : les anciens adversaires de la « nouvelle synthèse » expliquent aux interlocuteurs étonnés par ce revirement peu glorieux que le seul espoir est de corriger de l'intérieur les excès de cette mouvance. En revanche, les chercheurs français en sciences sociales semblent en majorité convaincus que la sociobiologie est une aberration resorbée et une « théorie » à délaquer. Des silences ont recouvert les malentendus retrouvés, des dialogues entre sciences se sont interrompus et une diplomatie superficielle se substitue souvent à des discussions jugées inutiles. Le « darwinisme social » a reconquis sa supériorité d'autan et les embarras méthodologiques qui, par l'entremise du cloisonnement des sciences, ont été occultés ou oubliés au début du XX^e s. sont de nouveau devant nous.

► Crook J.H. & Gartlan J.S., « Evolution of Primate societies », *Nature*, 210, 1966, p. 1200-1203. — Dawkins R., *The Selfish Gene*, Oxford, Oxford Univ. Press, 1976. — Eisenberg J.F. & Dillon W. éd., *Man and Beast: Comparative Social Behavior*, Washington, Smithsonian Institution Press, 1971. — Haldane J.B.S., *The Causes of Evolution*, New York, 1932. — Haldane J.B.S., « Population genetics », *New Biol.*, 18, 1955, p. 34-51. — Hamilton W.D., « The genetical theory of social behaviour », I et II, *Journal of Theoretical Biology*, 1964, 7, p. 1-52. — Maynard-Smith J., « Group selection and kin selection », *Nature*, 201, 1964, p. 1145-1147. — Salans M., *The Use and Abuse of Biology: an Anthropological Critique of Sociobiology*, Londres, Tavistock Publ., 1977. — Spencer H., *Les Bases de la Morale Évolutionniste*, Paris, Librairie Germer Baillière, 1880. — Tiger L., *La Pensée Héritagère et l'Évolution*, Paris, Aubert, 1963. — Trivers L., « The evolution of reciprocal altruism », *Quarterly Review of Biology*, 46 (4), 1971, p. 35-57. — Wilson E.O., *Sociobiology: the New Synthesis*, Cambridge (Mass.), Belknap Press of Harvard Univ. Press, 1975. — Wynne-Edwards V.C., *Animal Dispersion in relation to social behaviour*, Edinburgh, Oliver & Boyd Ltd, 1962.

Georges GUILLE-ESCARET

→ Darwinisme : Écologie comportementale ; Évolutionnisme ; Race ; Sélection.

SOMMERFELD Arnold Johannes Wilhelm,
1868-1951

A.J.W. Sommerfeld est né à Königsberg (Prusse) et mort à Munich. Après avoir obtenu son doctorat à l'université de Königsberg en 1891, Sommerfeld enseigne les mathématiques à l'université de Göttingen, à l'Académie des mines de Clausthal et à l'Institut technique d'Aachen. En 1906, il devient directeur de l'Institut de physique théorique de Berlin, institution créée spécialement pour lui. Il y reste jusqu'en 1940, faisant de l'Institut une institution phare de la recherche. C'est à l'Institut de physique théorique que von Laue découvre en 1912 la diffraction des rayons X. Promoteur enthousiaste de la nouvelle théorie quantique, c'est Sommerfeld

qui suggère à Bohr de l'appliquer à la détermination de la structure atomique. Le modèle atomique élaboré par Bohr consiste en un noyau central entouré d'électrons placés sur des orbites discrètes d'énergies bien définies. Les électrons peuvent passer d'une orbite à l'autre en émettant ou en absorbant des photons de fréquence appropriée correspondant aux fréquences observées dans les lignes spectrales atomiques. Cependant, des recherches plus approfondies soulignent les difficultés de ce modèle circulaire. En 1915, Sommerfeld propose une orbite elliptique pour les électrons autour du noyau. L'analyse spectroscopique effectuée par Friedrich Paschen confirme l'hypothèse de Sommerfeld, renforçant ainsi la réception de la théorie quantique de l'atome. Son manuel sur les atomes et les lignes spectrales est devenu un texte de référence en physique atomique après sa parution en 1919. Pour certains, ses efforts passionnés de pédagogie et d'administrateur, ainsi que son hostilité à l'égard de la persécution nazie, en ont fait une figure centrale de « l'âge d'or » de la physique allemande.

● *Gesammelte Schriften*, éd. F. Sauter, Brunschwitz, 1968.

► HERMAN A., « Neue Quanten- und Relativitätstheorie », *Physikalische Blätter*, 23, 1967, 431-432 (comptes rendus de plusieurs physiciens à Sommerfeld). — HODGSON L. & BAYM G., « The development of the quantum mechanical electron theory of metals : 1900-1928 », *Proceedings of the Royal Society of London*, A371, 1980, 8-23. — STETZ W., *Arnold Sommerfelds Schöpfung der Relativitätstheorie in den Jahren 1900-1911*, Stuttgart, Historisches Institut, Zulassungsschrift, 1971. — WHEATON B.R., « Impulse X-Rays and radiant intensity : The double edge of analogy », *Historical Studies in the Physical Sciences*, 11, 1981, 367-390.

John TRESCHE et Simon WERNETT

→ Querique.

SPALLANZANI Lazzaro, 1729-1799

Biologiste italien. Les recherches physiologiques et les nombreuses observations microscopiques pratiquées par Spallanzani éclaircissent la connaissance des lois de la circulation du sang et de la physiologie de la digestion chez l'homme et chez les animaux, ainsi que celle de la respiration et de la reproduction chez les animaux et les plantes. Ses travaux sur les animalcules qui se développent dans les infusions conduisent à l'impossibilité d'expliquer l'apparition des formes inférieures de la vie par génération spontanée (les expériences pratiquées par Francesco Redi sur les asticots volants, 1668, avaient démontré que les animaux complexes ne pouvaient naître spontanément). Théorie que Pasteur discréditera définitivement en répétant les expériences de Spallanzani sur la stérilisation des substances animales et végétales au moyen de la chaleur, à la lumière des enseignements de la bactériologie. L'existence de la « force végétative », active dans les plus minuscules composants de la matière organique, qui,

selon Needham, est à l'origine du « mécanisme de la génération [spontanée ou non] des êtres vivants », sera de même contestée par Spallanzani. Les recherches de ce dernier portant sur la génération, le conduisent à pratiquer un ensemble d'expériences sur la régénération de membres après l'ablation chez la salamandre, les polypes, les vers de terre et certains reptiles, s'inspirant des travaux de Trembley, Réaumur et Bonnet. D'autres expériences le conduisent à confirmer les observations de Leeuwenhoek sur les spermatozoïdes et à réviser la thèse humorale de l'existence de « molécules organiques » fournissant dans les gonades mâles et femelles dans les *Opuscoli di fisica animale e vegetabile* (1776). Enfin, auteur de la première tentative d'insémination artificielle sur un animal vivipare, Spallanzani démontre le caractère indispensable du fluide séminal dans le processus de la génération. Préformiste convaincu, mais d'obédience oviste, comme Malpighi, Haller et Bonnet avant lui, il soutient que l'embryon se trouve déjà à l'intérieur de l'œuf, attendant d'être vitalisé par le fluide séminal afin de pouvoir se dérouler et grandir.

● *L'opere di Lazzaro Spallanzani* (1932-1936). — *Theses philosophice*, 1757. — *Prodomo di un opera da imprimere sopra la riproduzione animale*, 1768. — *Expériences sur la circulation*, trad. J. Tourdes, 1800. — *Opusculi de physique animale et végétale*, trad. J. Senebier, 2 vol., 1777. — *Dissertationi di fisica animale e vegetabile*, 2 vol., 1780. — *Expériences sur la digestion de l'homme et de différents espèces d'animaux*, (1783 et 1784) et *Expériences pour servir à l'histoire de la génération des animaux et des plantes*, trad. J. Senebier, 1785. — *Mémoires sur la respiration* (1803) et *Rapports de l'homme aux êtres organisés*, trad. J. Senebier, 3 vol., 1807. — *Notvelles recherches sur les découvertes microscopiques, et la génération des corps organisés*, trad. abbé Regoley, connu en J. Needham, 1769. — « *Recombinazione artificiale* », *Prodomo della nuova enciclopedia italiana*, 1779, 129-134.

► DOUGAN C.E., « Spallanzani », *Dictionary of scientific Biography*, New York, 1975, t. XII, p. 553-567. — PRESCOTT F., « Spallanzani on Spontaneous Generation and Digestion », *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 23, 1930, 493-510. — ROCHER A., *Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIII^e siècle*, Paris, A. Colin, 1963. — ROSSANO J., *Les origines de la biologie expérimentale et l'abbé Spallanzani*, Paris, 1957.

Éric HANRAOUI

→ Génération spontanée; Micro-organisme; Van Leeuwenhoek.

SPENCER Herbert, 1820-1903

Philosophe et savant anglais. Spencer est né dans une famille appartenant aux classes moyennes issues de la révolution industrielle, adeptes de la religion méthodiste puis de celle des quakers. C'est dans ce milieu qu'il forge ses croyances fondamentales dans la stricte et la bonté des lois de la nature, son individualisme absolu et son hostilité radicale envers l'État. Formé à la mécanique et aux mathématiques, Spencer est d'abord ingénieur, travaille dans les nouveaux chemins de fer et

renforce sa croyance dans le progrès. Influencé aussi sur la phéologie puis par la lecture de Lyell et de von Baer, il élabore une théorie du progrès comme loi naturelle. Les bases de son système de pensée s'expriment de 1830 dans *Social statics*. La morale individualiste et l'anti-étatisme fondent tout l'édifice qui s'étendra ensuite aux sciences. Par analogie avec la division sociale du travail, il énonce une théorie de l'évolution des 1852. De l'ordre cosmique à l'ordre social et biologique, en passant par l'ordre biologique et l'ordre psychologique, sa pensée se déroute des *Premiers principes* (1861) jusqu'aux *Principes de sociologie* (1874-1881). Spencer est sans doute l'homme qui a exercé le plus d'influence en Occident dans les années 1860-1890. Par la suite, ses positions morales et politiques le discréditeront largement en Europe où se construira l'État-providence. Il restera surtout populaire aux États-Unis où son individualisme antilatéral dérivé de la religion naturelle corrobore des idées culturelles profondes.

► BECQUEMONT D. & MOCCHIELLI L., *Le cas Spencer. Religion, science et politique au XIX^e siècle*, Paris, 1998. — BULLOT P., « Darwin, Spencer, and the origins of the evolutionary worldview in British provincial scientific culture », *ibid.*, 94 (1) 2003, p. 1-29. — PEARSON R.G., *Herbert Spencer. Primary and secondary bibliography*, New York, Garland Publishing, 1993. — RYLANDER R., *Spencer's psychology and British culture, 1830-1880*, Oxford, Oxford Univ. Press, 2000.

Laurent MOCCHIELLI

→ Développement; Évolutionnisme; Progrès; Sélection; Sociobiologie.

SPENGLER Carl, 1860-1917

Ancien collaborateur de Koch à Berlin (1882-1894), Spengler poursuit ses recherches sur la tuberculose, la syphilis (dont l'influence sur la tuberculose est démontrée), la grippe espagnole et le cancer tout en exerçant la médecine à Davos. Il est l'auteur d'importantes contributions relatives à l'identification de la bactériologie de la tuberculose et à la définition de nouveaux moyens de lutter contre cette maladie. L'étude attentive des conditions environnementales favorisant l'apparition du bacille tuberculeux lui permet de mettre au point de nouvelles méthodes de réalisation des cultures, d'accélération de la croissance de celles-ci ou encore de production de cultures pures à partir de crachats. Il décrit également les spores du bacille de la tuberculose au moyen de la coloration et cultiva le bacille entièrement développé à partir d'eux. Connaissant comme Koch que les tubercules humains et bovins diffèrent et que la seconde est inoffensive pour l'homme, Spengler s'injecta une culture virulente de bacille bovin. Il en résulta une ulcération locale sans extension de la maladie. De même, tout comme Koch, Spengler s'intéressa aux propriétés de la tuberculine. Il tenta d'obtenir une préparation de tuberculine plus active et moins toxique. Ses recherches s'orientèrent

ainsi vers la découverte d'un remède contenant des « corps immunisants » (« Immun-Körper » ou « I.-K. ») provenant du sang acidifié d'animaux (lapins) immunisés contre les différentes sortes de bacilles tuberculeux de l'homme (principalement le bacille de type *humanus longus*), capables d'enrayer la progression de la tuberculose. Ces corps immunisants, dont l'action dépend des antitoxines qu'ils contiennent, ont pour vertu de tuer les bacilles de la tuberculose d'une manière graduelle. J. Castaigne et F.-X. Gouraud seront les promoteurs du traitement par « I.-K. » en France dans les années 1910.

● *Chirurgische und häusliche Behandlung der Lungenschwindsucht und einiger ihrer Complicationen*, 1891. — *Über Tuberkulinhaltung*, 1897. — *Zur Diagnose geschlossener Lungentuberkulose, der Sekundärtuberkulose, tuberkulöser und syphilitischer Phthise*, 1900. — *Klassifikation der Lungentuberkulose und Phthise und über Tuberkulinhaltung*, 1903. — *Tuberkulinhaltung im Hochgebirge*, 1904. — *Tuberkulose und Syphilis Arbeiten*, intro. angl. et all. F.M. Potenger, prof. de médecine clinique au département de médecine de l'Univ. sur-californienne, 1911. — *Zur Ätiologie der Lungenschwindsucht*, 1911. — *Untersuchung des syphilitischen tuberkulösen Sputums durch Färbung und Terepentin*, 1911. — *Zichtung des Syphilitis-Erregers aus Sputum und beliegigen anderen syphilitischen Infektionsmaterial*, 1911. — *Tuberkulose-Ätiologie*, 1911. — *Der Bakterien und Infektionskrankheiten der Tuberkulose im Ultramikroskop*, 1911. — *Tuberkulose-Immunität (I.-K.) Herstellung und Feststellung und Eigenschaften des I.-K.*, 1917.

► « Les Corps Immunisants de Carl Spengler », *Presse Médicale*, 21 avril 1909, n° 37. — FISCHEB Dr. Biographisches Lektion herovortragender Ärzte, 1880-1920, Munich/Berlin, Urban & Schwarzenberg, 2 vol., p. 1482.

Éric HANRAOUI

→ Bactériophage; Immunologie; Koch.

STAHL Georg Ernst, 1660-1734

Médecin et chimiste allemand, professeur à Jena puis à Halle avant de devenir médecin de l'empereur Frédéric Guillaume I^{er} de Prusse, G.E. Stahl a fortement influencé la pensée scientifique du XVIII^e s. Deux concepts, celui de vitalisme en médecine et celui d'oxydo-réduction en chimie, ont leur origine dans l'œuvre de Stahl, tout comme la controverse qui opposa les chimistes adeptes de la théorie de Lavoisier aux partisans de la doctrine du phlogistique imaginée par le chimiste allemand pour expliquer la transformation réversible des corps combustibles en oxydes ou en acides. Les doctrines professées par Stahl prennent appui sur sa conception des trois règnes de la nature, qu'il considère comme identiquement formés de matière, tout en distinguant les mixtes des êtres vivants qui seuls possèdent l'*anima* capable de diriger et de contrôler l'action des agents mécaniques : soit qu'elle la provoque pour atteindre le but qu'elle se propose, soit qu'elle y fasse obstacle en luttant contre la

encore et encore ; et écrit qu'il se moque de l'apricotisation qu'aura de son œuvre le « savant occidental type » — qui ne peut pas comprendre l'esprit dans lequel il écrit. Il rejette l'idée de progrès comme *forme* de notre civilisation, « typiquement constructive », qu'ilaboré des structures de plus en plus compliquées, et qui subordonne la clarté à cette fin, alors que la clarté même devrait être une fin en soi. L'idée de la construction est l'idée de l'établissement d'une fondation ferme à laquelle on ne touche plus une fois qu'on l'a posée, et sur laquelle on construit, à laquelle on rajoute au fur et à mesure des structures de plus en plus complexes. L'esprit de la philosophie est très différent : ce n'est pas un esprit qui construit, mais qui cherche à voir clair, remuant les fondements ; ce que dans la préface définitive il marque par la différence entre appréhender le monde dans sa péripétie, dans sa diversité (construction), et l'appréhender dans son centre, son essence (« effort pour clarifier et percevoir à jour toutes les structures »).

Après avoir évoqué la vision apocalypique du monde, celle selon laquelle « les choses ne se répètent pas », il développe en écrivant qu'il n'est « pas dépourvu de sens » de voir cette époque scientifique et technique comme « le commencement de la fin de l'humanité », de voir cette époque comme « l'idée de progrès comme nous l'avons, et que la connaissance scientifique n'a « rien de bon ou de désirable » ; pire, qu'en la poursuivant, nous courons à notre perte (*RM*, p. 73). En 1946, il écrit que comme tout le monde pousse les hauts cris à propos de la bombe atomique, c'est qu'il y a forcément en elle quelque chose de bon. Ce qu'il y voit de bon, en fait, est, qu'elle nous fait apercevoir la fin, la destruction, de cette répugnante eau de vaisselle qu'est notre « science » (*RM*, p. 66).

Un peu s'étonner d'une telle hostilité. Mais le type de bêtise et de prétention qu'il stigmatisait est toujours autant à l'œuvre. Dans les *Remarques sur le Rameau d'Or* de Frazer, il s'en prend à une anthropologie consistant à voir les superstitions des sauvages comme des erreurs – nous ne faisons plus ces erreurs, parce que nous, être civilisés, avons une compréhension de la nature qui leur est bien supérieure. Nous supprimons l'étonnement, facteur de mythologies, et le remplaçons par l'explication scientifique rationnelle. Mais pour Wittgenstein c'est précisément l'attitude de Frazer qui est la plus primitive : attitude consistant à ne pas voir que notre propre langage, nos propres attitudes sont empreintes de mythologie et d'un caractère magique ; l'étraneuse d'esprit de Sir James George Frazer (1854-1941) consistant à être incapable de « comprendre la autre vie que la vie anglaise de son temps » (p. 30). La bonne attitude à adopter par rapport à cela n'est certainement pas un scientisme aveugle aux phénomènes qu'il prétend avoir dépassés. Surtout, ce scientisme supprime l'étonnement et le sens du merveilleux. Dans un essai de préface pour ses notes, Wittgenstein écrit « Il faudrait que la profondeur de la magie soit préservée. En effet ici, l'élimenta-

tion de la magie a elle-même le caractère de la magie » (*Remarques sur le Rameau d'Ory*, p. 23). Une meilleure attitude est celle consistant à chercher ce qui est commun nous donne nous donne à leurs comportements et à leur croyance – et il est si facile de se *barrer* l'accès – ce qui, en nous, nous donne une idée du caractère énigmatique, mystérieux, et parfois si sombre de la vie humaine.

Yacutian, logico-philosophiques (1921), préface de B. Russell, Londres, 1922 (trad. fr. P. Klossowski, Paris Gallimard, 1961, nouv. trad. Granger, Paris Gallimard, 1993). *Quelques remarques sur la forme logique* (1929), trad. fr. E. Rieu, Manneville, 1983. – *Wörterbuch für volkskenntnis*, Vienne, 1926 (trad. fr. de l'arsenal propos du vocabulaire à l'usage des écoles primaires, Marseille, Cometti, Sud, 1986). *Cartesistes* 1914-1916, trad. Granger, Paris, Gallimard, 1971. *Philosophiques*, 1929-1930, trad. Faivre, Paris, Gallimard, 1975. – *Le cahier bleu et le cahier brun* 1933-1934 et 1935-1936, trad. Goldberg et Sackur, Paris, Gallimard, 1996. – *Légers et conversations* 1938-1946, trad. Chauvire, Paris, Gallimard, 1992. *Grammaire philosophique* 1931-1933, trad. Lessac, courmet, Paris, Gallimard, 1980. – *Conférences sur l'éthique* (1930), *Remarques sur le Rameau d'Or de France* (1931), *Cours sur la liberté de la volonté* (1935), trad. Cometti, Granelle et Rigal, tier, 2001. – *Notes sur l'expériences privées et les sensée-dans* (1934-1936), trad. Rigal, Manneville, tier, 1982. *Remarques sur les fondements mathématiques* (1937-1964), trad. Lessac, tier, Paris, Gallimard, 1983. – *Pièces sur les coutures* 1949-1951, trad. Granel, Manneville, tier, 1983. *Remarques mêlées* 1914-1951, trad. Granel, Manneville, tier, 1984. – *De la certitude* 1950-1951, trad. Faivre, Paris, Gallimard, 1970. – *Remarques sur la philosophie de la psychologie*, trad. Granel, Manneville, tier, 2 vol., Paris et 1994. *Investigations philosophiques*, trad. Klossowski, Paris, Gallimard, 1961.

BOULZMAZAN, L., *Populaire Schriften*, Leipzig, J. A. Barth, 1905.

—, *Theoretical physics and philosophical problems*, ed. B. McGuinness, Dordrecht/Boston, D. Reidel Publ. Co., 1974.

BRUNN, M., *The danger of words*, ed. R. F. Holland, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1973.

—, *Freges G.*, *Die Grundgesetze der Arithmetik*, G. H. Pöhle, 1983-1903, 2 vol.: reprint, Hildesheim, Olms, 1 vol., 1962.

—, *Macdonald N., Ludwig Wittgenstein, A Memoir*, with biographical sketch by G. H. von Wright and Wittgenstein's letters to Malcolm, Oxford, Clarendon Press, 2001.

—, *McGUINNESS B., Wittgenstein J., Les cahiers de jeunesse, 1889-1921* (1986), trad. Tenenbaum, Paris, Le Seuil, 1991.

—, *Monk R., Wittgenstein le devot et génial* (1997), trad. fr. A. Gershenfeld, Odile Jacob, 1994.

—, *Russell B., The principles of mathematics*, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1903; rééd. Londres, Allen & Unwin, 1938.

SPENGLER O., *Le déclin de l'Occident. Essai sur une morphologie de l'histoire universelle 1918-1922*, trad. M. Tazouart, 2 vol., Paris, Gallimard, 1984.

—, *Hertz H., Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt*, ed. P. Lenard, Leipzig, J. A. Barth, 1894; trad. anglaise *The principles of mechanics presented in a new form*, Londres/New York, Meridian, 1899; rééd. avec intr. R. Cohen, New York, Dover, 1956.

—, *MEININGER O., Sätze et caractères* 1903, trad. Renaud, Lausanne, L'Age d'homme, 1975.

→ Atomisme logique; Carnap; Catastrophisme; Cercle de Vienne; Concept; Fait; Forme; Frege; Logicisme; Physicalisme; Positivisme; Preuve; Proposition; Vérification, Vérité; Wittgenstein et le positivisme logique.

1169

WOLFF Christian, 1679-1754

Philosophe allemand. Quelques années après sa nomination à un poste de professeur de mathématiques et de physique à l'université de Halle (1706), appuyée par la recommandation de Leibniz, Wolff publia l'ensemble de ses réflexions concernant la constitution des sciences mathématiques dans les *Angewandte aller mathematischen Wissenschaften* (1710). L'affirmation de son intérêt pour la logique trouva de même son expression dans les *Vermittigte Gedanken von den Kräften des menschlichen Verstandes* (1713). Enfin, les *Gedanken von Gott, der Welt und der Seele des Menschen* (1720) résument le contenu de son enseignement philosophique attestant de l'influence dominante de la pensée de Leibniz. Wolff accordait en effet une importance centrale au principe de non-contradiction et de raison suffisante, ainsi qu'à la notion de possibilité. Son œuvre, pour une large part écrite en langue allemande (d'où la création d'un vocabulaire philosophique allemand), avait pour ambition de réaliser une synthèse entre la scolastique, les nouvelles méthodes d'analyse mathématique et les plus récentes théories scientifiques. Ce vaste système philosophique affirmant le caractère rationnellement déterminé des connexions entre les choses (*Cosmologia generalis*) donna le ton et produisit la forme dans laquelle les questions devaient être débattues par ses contemporains et les successeurs de Wolff jusqu'à l'époque du criticisme kantien. Un tel changement d'orientation de la pensée était déjà en particulier perceptible à travers la conception que Wolff se faisait de l'espace comme « phénomène » ontologiquement dérivé des substances corporelles qui coexistent en lui en état de mutuelle interaction, et du temps, réductible à l'ordre des choses successives dans une série continue.

● *Enivres alternantes*: Vermählige Gedanken von den Koffen des menschlichen Verstandes, 1713. – *Ausgang aus den Anfangsgründen aller mathematischen Wissenschaften*, 1717. – *Verknüpfte Gedanken von Gott, der Welt und der Seele der Menschen...*, 1720. – *Vermählige Gedanken von den Abhängen der Natur*, 1723. – *Vermählige Gedanken von den Abhängen der natürlichen Dinge*, 1724. – *Enivres latentes*: *Philosophia rationalis sive logica*, 1728. – *Enivres latentes*: *Philosophia naturalis sive logica*, 1728. – *Philosophia prima, sive cosmologia generalis*, 1731. – *Cosmologia generalis*, 1731.

► BUCHHEIM, G. «Wolff», *Dictionary of scientific Biography*, New York, 1976, t. XIV, p. 482-484. — CAMPO MAR, Christian Wolff e il razionalismo predecistico, Milan, 2 vol., 1939. — ECOLE J., Un essai d'explication rationnelle du monde ou la Cosmologie générale de Christian Wolff, *Giornale di metafisica*, 18, 1963, 622-650 et «Cosmologie wolffienne et dynamique leibnizienne», *Études philosophiques*, n. s. 19, 1964, 3-9. — FRANSOSMAYR T., «Christian Wolff's Mathematisches

Method », *Journal of the History of Ideas*, 36, 1975, 653-668.
— VLEESCHAUWER H.J. DE, « La genèse de la méthode mathématique de Wolff », *Revue belge de philologie et d'histoire*, 11, 1931, 651-677.

→ Criticisme ; Leibniz ; Monisme.

Éric HAMRAOUI

YUKAWA Hideki, 1907-1981

Yukawa (né et mort à Kyoto, au Japon) a formulé une théorie des forces nucléaires de courte portée et a fondé la physique des particules sous-atomiques. Formé à l'université de Kyoto, il achève ses études à Osaka en 1938. Pendant les années 1930, Yukawa essaya de résoudre les contradictions des théories de la structure nucléaire mises en évidence par Chadwick et Heisenberg : si le noyau ne consistait qu'en des neutrons et des protons de charge positive, ces derniers se repousseraient sous l'effet de la force électromagnétique et le noyau serait instable. Pour résoudre ce paradoxe, Heisenberg avait suggéré l'existence d'une force d'échange qui lierait les protons entre eux à la manière d'une colle. En 1935, en analogie avec la théorie quantique de l'électromagnétisme, Yukawa élabore une théorie détaillée de la force proposée par Heisenberg : il s'agissait d'une force très intense mais de courte portée. Il propose l'existence d'une particule médiatrice pour cette force et prédit pour cette particule une masse environ 200 fois celle de l'électron, ou un peu moins de la masse d'un nucléon. En 1937, au laboratoire Pike's Peak (Colorado), Carl Anderson identifie une particule dans les traces des rayons cosmiques qu'il semble correspondre à cette description. Appelée *mu-mésotron* (muon), cette particule interagit cependant trop rarement avec le noyau pour être la « colle » prédite par Yukawa. En 1947, le physicien anglais Cecil Powell découvre une particule plus massive, le méson pi (pion), qui se révèle posséder les propriétés de la particule prédite par Yukawa. En 1949, Yukawa devient le premier Japonais à recevoir le prix Nobel.

● *Creativity and Intuition: A Physicist Looks at East and West*, New York, Kodansha, 1973. — YUKAWA *et al.*, *Supplement of Progress of Theoretical Physics*, n° 1, 1955, Kyoto, Yukawa Hall.

► BROWN L.M., « Yukawa's Prediction of the Meson », *Centaurus*, 25, 1981, 71-132.

John TRESCH et Simon WERRETT

distances à l'égard du pragmatisme (V. James) auquel il reproche d'avoir confondu la vérité avec des intérêts humains et auquel il oppose une « humanité cosmique » face à la vérité. Sa philosophie appliquée aux systèmes du résidu d'Occam (« ne pas multiplier les entités sans nécessité ») et substituée aux questions métaphysiques une « grammaire philosophique » où l'analyse logique poussée à ses extrêmes limites indique combien le langage naturel exerce une emprise sur nos esprits et nous pousse à confondre la propriété des symboles avec celle des choses. Un symbolisme conséquent de l'écriture logique nous permet selon lui de dissiper quelques-unes des méprises dues au langage ordinaire.

Ses engagements politiques furent nombreux : il fut empirisme durant la Première Guerre mondiale pour son combat pacifiste ; il lutta pour la participation des femmes au scrutin. Le développement de la puissance nucléaire à la fin de la Seconde Guerre mondiale l'a déterminé à s'engager dans des campagnes pour le désarmement.

● *The Principles of Mathematics*, Londres, Allen & Unwin, 1903. — *Philosophical Essays* (1918), trad. fr., Paris, nrf, 1956. — *Problèmes de philosophie* (1912), trad. fr., Paris, Payot, 1980. — *Principles of Mathematics* (avec A.N. Whitehead), Cambridge, Cambridge Univ. Press, 3 vol., 1910, 1912, 1913. — *Our knowledge of the external world as a field for scientific method in philosophy*, Chicago/Londres, Open Court, Allen & Unwin, 1914 (trad. fr., *La méthode scientifique en philosophie*, trad., Paris, Payot, 1971). — *Philosophy of language*, Paris, nrf, 1928. — *Signification et vérité*, trad. fr., Paris, Flammarion, 1929. — *Logic and Knowledge*, Essays (1901-1950), éd. R. Ch. Marsh, Londres, Allen & Unwin, 1956, 1959. — *My philosophical development*, Londres, Allen & Unwin, 1959 (trad. fr., *Histoire de mes idées philosophiques*, trad., Paris, Gallimard « Tel », 1961).

► BENMACHLOUF A., *Bernard Russell l'atomisme logique*, Paris, nrf, 1996. — RIVENC F., *Recherches sur l'atomisme logique*, Russell et Carnap, Paris, Payot, 1993. — SCRUTER P.A., *The philosophy of Bertrand Russell* (1944), rééd., La Salle (Ill.), Southern Illinois Univ., 1971 (avec plusieurs articles dont ceux de Gödel, Einstein, Moore, Nagel, Russell). — SCHÖNMAN R., *Bernard Russell Philosopher of the century*, Londres, G. Allen & Unwin Ltd., 1967 (avec plusieurs articles dont ceux de Ayer, Kierkegaard, Putnam, Quine, Reichenbach). — VERMAUT D., *La philosophie mathématique de Bertrand Russell*, Paris, Vrin « Mathesis », 1992.

→ Abstraction ; Atomisme logique ; Axiomatisme et formalisme ; Cercle de Vienne ; Concept ; Donné ; Fait ; Forme ; Induction complète ; Langages formels ; Logisme ; Pléiome ; Proposition ; Vérification ; Vérité ; Wittgenstein et le positivisme logique.

RUTHERFORD Ernest, 1871-1937

Physicien britannique. Ernest Rutherford est né en Nouvelle-Zélande et est mort à Cambridge (Angleterre). Après avoir été formé en Nouvelle-Zélande, Rutherford travaille dans l'équipe de J.J. Thomson à Cambridge à partir de 1895. À la suite des travaux de Becquerel et des Curie, Rutherford identifie en 1897 dans les minerais d'uranium deux types de radiation caractérisés par des longueurs de pénétration différentes. Il les nomme alpha et bêta ; à ces deux types de radiation, il en ajoute une troisième en 1900, la radiation gamma. En 1903, en collaboration avec Frederick Soddy, il identifie le processus de désintégration et établit la spécificité pour chaque élément radioactif du taux de désintégration, ou demi-vie. Selon eux, la radioactivité serait un phénomène atomique, causé par la rupture d'atomes de l'élément radioactif, cette rupture produisant un élément nouveau. Pour son travail sur la radiation alpha, Rutherford reçoit le prix Nobel de chimie en 1908. En 1909, à Manchester, après avoir établi que les particules alpha sont portées d'une charge positive, Rutherford et Hans Geiger conçoivent et réalisent un dispositif expérimental célèbre, dans lequel une feuille d'or est bombardée par des particules alpha. La majorité des particules traversent la feuille sans être déviées, cependant une petite fraction est déviée avec des angles qui peuvent atteindre 90 degrés ou plus. À partir de ce phénomène, Rutherford propose un nouveau modèle « nucléaire » de l'atome. Il affirme que les atomes d'or consistent essentiellement en de l'espace vide, ce qui permet à la majorité des particules de traverser la feuille sans être déviées ; les particules déviées sont repoussées par une petite masse centrale, de charge positive — le noyau. Ce modèle a fourni le fondement de la théorie quantique de l'atome proposée plus tard par le collègue de Rutherford, Niels Bohr.

● *The collected papers of Lord Rutherford of Nelson*, éd. Sir J. Chadwick, Londres, 3 vol., 1962-1965.

► BADASHI L., *Radioactivity in America : Growth and Decay of a Science*, Baltimore, Johns Hopkins Univ. Press, 1979. — Bohr N., *Essays 1935-1962 on Atomic Physics and Human Knowledge*, New York, Vintage, 1966 (comprend des anecdotes de Rutherford). — DA COSTA A.E.N., *Rutherford and the Nature of the Atom*, Garden City (NY), Doubleday, 1964.

→ Radioactivité.

John TRESCH et Simon WERRETT

SCHLEIDEN Mathias Jakob, 1804-1881

Botaniste allemand. Mathias Jakob Schleiden, né à Hambourg, mort à Francofort-sur-le-Main, est l'influent en botanique de la théorie cellulaire. Ses recherches sur la genèse des cellules fournissent la matière de ses *Éléments de botanique scientifique* (1842-1843). Schleiden, fermement épigénétiste, suggère que la première étape dans la genèse des cellules est la formation d'un noyau, par la cristallisation d'un matériel granulaire figurant dans le contenu cellulaire. Ce noyau grandit et une nouvelle cellule se forme autour de lui, la membrane nucléaire devenant la paroi cellulaire. Des nouveaux noyaux peuvent se former à l'intérieur des cellules existantes, ou par cristallisation de liquides organiques. Cette théorie dite de « la formation indépendante des cellules » fut réfutée dans la décennie suivante. Ernst Mayr souligne que Schleiden fit néanmoins progresser la cytologie de manière décisive en se concentrant sur un problème et en formulant une théorie susceptible d'être mise à l'épreuve. Son insistance à faire valoir que les plantes sont entièrement formées de cellules devait être pleinement confirmée. Schleiden, qui appartenait à la génération des biologistes allemands qui réagirent violemment à la Nauphilosophie, tenta d'expliquer toute chose par des processus physico-chimiques. Son adhésion au darwinisme, indiquée Patrick Tort, est signalée dans la lettre à Walsh du 4 décembre 1864.

► MAYR E., *The Growth of Biological Thought : Diversity, Evolution and Inheritance*, Harvard Univ. Press, 1982. — TORT P., « Schleiden », in TORT P. (dir.), *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution*, Paris, nrf, 1996.

→ Cellule ; Nauphilosophie.

Jean PAUL THOMAS

SCHRODINGER Erwin, 1887-1961

Physicien autrichien. Erwin Schrödinger est né et mort à Vienne. En 1926, à Zurich, Schrödinger découvre dans une note en bas de page d'un mémoire d'Einstein l'idée énoncée par de Broglie : les électrons peuvent être compris à la fois comme des ondes et comme des particules. Inspiré par cet aperçu, Schrödinger remanie

le modèle atomique de Bohr-Sommerfeld. Il affirme que l'on peut considérer les électrons comme des ondes stationnaires plutôt que comme des particules en orbite autour du noyau et propose une équation d'onde dont la solution décrit les propriétés de l'électron. Grâce à son équation, Schrödinger fournit une base mathématique solide à la mécanique quantique. L'image de l'atome issue de la théorie de Schrödinger se conçoit plus facilement que celle issue du calcul matriciel développé par Heisenberg et Dirac. On montrera ultérieurement que ces deux formulations de la mécanique quantique sont équivalentes. Dirac et Schrödinger partagent le prix Nobel de physique en 1933. Les derniers écrits de Schrödinger sont consacrés à la philosophie et à la vulgarisation scientifique. Il suggère que les phénomènes de croissance s'expliqueraient à partir de la théorie quantique. Cette idée très populaire ramassée dans l'expression, « ordre out of order » (« l'ordre à partir de l'ordre »), a contribué au développement de la biologie moléculaire, ainsi qu'à pu en témoigner Francis Crick.

● *Abhandlungen zur Wellenmechanik*, Leipzig, 1927. — *Die Wellenmechanik*, vol. 3 of *Dokumente der Naturwissenschaft*, Stuttgart, 1963. — *What is Life ?*, Cambridge, 1992.

► DIRAC P.A.M., « Professor Erwin Schrödinger », *Proc. Mem. R.S.* (Oxford), *Nature*, 189, 1961, 353-356. — STEVE G.S., « That was the molecular biology that was », *Science*, 160, 1968, 399-395.

→ Complémentarité ; Inévitabilité ; Mesure en mécanique quantique ; Temps ; Thématia.

John TRESCH et Simon WERRETT

SCHWANN Theodor, 1810-1882

Naturaliste allemand. Les expériences conçues par Schwann en vue de déterminer avec exactitude les propriétés physiologiques des organes et des tissus constituaient l'acte de naissance d'une nouvelle physiologie fonctionnelle de l'organisme, supposant l'abandon résolu de l'explication de celui-ci par l'action d'une force vitale. Ainsi, dans ses *Mikroskopische Untersuchungen* publiées en 1839, Schwann soutient-il la thèse de l'origine cellulaire de la vie. Thèse dont les

axiomatisable ne permet pas de prouver sa propre cohérence (second théorème d'incomplétude). Conséquence : si on prend une théorie cohérente du premier ordre, qui est axiomatisable dans laquelle on peut définir l'addition et la multiplication, cette théorie est incomplète : il y a des théorèmes vrais dans N qu'on ne pourra pas démontrer. Vrai n'est donc pas synonyme de démontrable.

Dans la mesure où la théorie des ensembles — qui fut notre premier exemple de langage formel — contient l'arithmétique, le théorème d'incomplétude vaut également pour elle. Mais en l'absence de démonstration de cohérence absolue, il est possible de démontrer une cohérence ou consistance relative (*St ZF* est consistant, alors *ZF* + l'axiome de fondation est consistant).

- B. ANKRE R., *Introduction à la logique contemporaine*, A. Colin « U2 » ; *La logique et son histoire*, Paris, A. Colin « U », 1970. — CORI R. & LASCA D., *Logique mathématique*, I et II, Paris, Masson, 1993. — ENDERTON H.B., *A mathematical introduction to logic*, New York, Academic Press, 1972. — FRAISE G., *Begriffsschrift*, Hildesheim, G. Olms, 1879, 1993. — HEIMANN J., *Van Fraassen to Gödel*, Harvard Univ. Press, 1967. — KLEENE S.C., *Logique mathématique*, Paris, A. Colin « U », 1971. — LARSEN J., *Logique mathématique*, Paris, A. Colin, 1972 (textes). — NAGEL E. & NEWMAN J.R., *Gödel's proof*, New York, New York Univ. Press, 1958. — QUINE W.V.O., *Logique élémentaire*, trad. fr., A. Colin « U », 1973. — RYAN F., *Introduction à la logique*, Paris, Petite bibliothèque Payot, 1989. — RUSSELL B., *Logic and Knowledge*, 1901-1950, éd. R.C. Marsh, New York, G.P. Putnam's Books, 1956. — RYAN B., *Logique*, Paris, pur, 1990. — SCHUTZ H., *Essai d'une histoire de la logique*, trad. fr., Paris, Aubier-Montaigne, 1968. — SKOLIMSKA R., *First Order Logic*, Berlin Heidelberg New York, Springer Verlag, 1968. — TARSKI A., *Logique, sémantique, métamathématique* (1923-1944), trad. fr., Paris, A. Colin, 1972, 1974, t. I et II. — WITTGENSTEIN L., *Tractatus logico-philosophicus*, trad. fr., Paris, Gallimard « Idées », 1961.

Alf BENNAKHOUF
→ Automatisation et formalisation ; Computation ; Forme ; Frege ; Peirce ; Proposition ; Russell ; Wittgenstein et le postivisme logique.

LANGEVIN Paul, 1872-1946

Physicien français. Formé à l'École de physique et de chimie de Paris (EMPC), puis à l'École normale supérieure, Langevin devint professeur au Collège de France et directeur de l'EMPC. Langevin soutint une thèse sur les gaz ionisés (1902), après un stage au Cavendish Laboratory à Cambridge, puis travailla sur la théorie cinétique, et surtout sur le magnétisme. Dans toutes ses recherches, Langevin intègre la découverte récente des électrons et suggère, dès 1904, une relation entre la masse et l'énergie. Ensuite, il diffusa la théorie de la relativité en France ; il enseigna également les théories atomistes puis quantiques, et présida les Conseils de physique Solvay à partir de 1928.

A l'esprit théoricien Langevin allia une formation

d'ingénieur qu'il met à profit pendant la Première Guerre mondiale pour construire un détecteur à ultrasons, ancêtre du sonar et de l'échographie, utilisant la piézo-électricité du quartz découverte par Pierre et Jacques Curie. Entre les deux guerres, Langevin milite activement pour la paix et pour l'éducation nouvelle dans divers organismes (Ligue des droits de l'homme, Comité Amsterdam-Pleyel, Comité de vigilance des intellectuels anti-fascistes). Après avoir été emprisonné puis assigné en résidence surveillée à Troyes de 1940 à 1944, Langevin présida, avec le psychologue Henri Wallon, une Commission de réforme de l'enseignement, où il tenta de concrétiser son idéal de la culture, contrepoint nécessaire à la formation professionnelle.

- *Œuvres scientifiques*, Paris, Éd. CNRS, 1950. — *La Pensée et l'action*, textes recueillis par P. Labrègne, Paris, Éd. Sociales, 1964.

► BENSUAUD-VINCENT B., *Paul Langevin Science et Vigilance*, Paris, Belin, 1987. — BRUNET P., *Paul Langevin, scientifique, éducateur, citoyen*, Paris, Seuil, 1969. — LANGEVIN A., *Paul Langevin, mon père*, Paris, Éditions scientifiques réunies, 1971.

→ Electrochimie ; Électron.
Bernadette BENSUAUD-VINCENT

LAPLACE Pierre-Simon, 1749-1827

Pierre-Simon Laplace a été un des plus importants mathématiciens de la fin du XVIII^e s. et l'une des personnalités scientifiques les plus puissantes et influentes pendant la période de la Révolution française, de l'Empire et de la Restauration.

Les vingt premières années de cette carrière (de 1768 à 1789) constituent une période de formation et d'ascension du jeune savant. Laplace publie un grand nombre de mémoires divers sur le calcul intégral, l'astronomie, la cosmologie, la théorie des jeux. En analyse, il obtient déjà des résultats importants et forge les techniques mathématiques qu'il privilégiera toute sa vie. Laplace exprime ce qui constituera le socle philosophique de son œuvre — ce qu'on appellera plus tard le « déterminisme laplacien » — et élabore les grandes lignes d'un programme de recherches dans les deux domaines qui resteront ses domaines de prédilection : les probabilités et la mécanique céleste.

Pendant la période révolutionnaire et notamment celle du Directoire, la carrière de Laplace est à son zénith. Il publie une grande série de mémoires, puis en 1796 un ouvrage de haute vulgarisation : *l'Exposition du Système du Monde* où se trouvent expliquées, sans formules, toutes les connaissances astronomiques du temps ; entre 1799 et 1805 paraissent les quatre premiers tomes de son monumental *Traité de la Mécanique céleste*. La renommée du savant est alors considérable, il est couramment appelé le « Newton de la France ». Investi de nombreuses charges et

responsabilités, Laplace joue le rôle de représentant officiel de la science auprès du pouvoir. Il prend part à l'organisation de l'École normale et de l'École polytechnique.

Dans la dernière partie de sa vie, de 1805 à 1827, Laplace revient aux probabilités : il achève la *Théorie analytique des probabilités* en 1812 et publie l'*Essai philosophique sur les probabilités*, un ouvrage de diffusion des connaissances qui accompagne l'ouvrage technique. Par ailleurs, il investit ce qui sera son troisième champ d'intérêt, la physique. À partir de la Société d'Arcueil et de sa collaboration avec Berthollet, Laplace donne le coup d'envoi au mouvement historique de la mathématisation de nombreuses disciplines restées jusque-là lieu de spéculations plutôt qualitatives et métaphysiques. Il aborde les domaines de la capillarité, de la théorie de la chaleur, de l'optique corpusculaire, du son, etc. La dernière partie du tome IV de la *Mécanique céleste* et le tome V, qui paraissent entre 1823 et 1825, regroupent ces travaux. Si cette école de physique de Laplace possède aujourd'hui assez mauvaise réputation, elle a eu néanmoins une influence décisive sur la physique mathématique française au XIX^e s.

- D'ANAN DALMECIDIO A., *Mathématiciens, A-L, Cauchy et l'École française*, Paris, Libr. Blanchard, 1992. — D'ANAN DALMECIDIO A., CHABERT J.-L. & CHELMA K., éd., « Le déterminisme de Pierre-Simon Laplace et le déterminisme aujourd'hui », *Chaos et Déterminisme*, Paris, Le Seuil, 1992. — GLAUSIER C., « Laplace », *Dictionary of Scientific Biography*, t. XV.

Amy D'ANAN DALMECIDIO
→ Chaos et déterminisme ; Déterminisme ; Éther ; Matées ; Probabilité (classique) ; Progrès ; Réel ; Trou noir.

LAUE Max Theodor Felix von, 1878-1960

Physicien allemand. Max Theodor Felix von Laue est né à Pfaffendorf et mort à Berlin. Von Laue a contribué à plusieurs domaines de la physique, et a été un des pionniers de la cristallographie à rayons X. Formé aux universités de Strasbourg et de Göttingen, von Laue reçoit son doctorat en 1903, à Berlin. Ce sont les cours de Planck sur les théories nouvelles d'Einstein qui le poussent von Laue à s'intéresser à la relativité, dont il écrit le premier traitement exhaustif. En 1909, il se rend à l'Institut de physique théorique, à Berlin, institution dirigée par Sommerfeld. C'est là, en 1912, qu'il commence des recherches dans le domaine des rayons X, dont la nature était demeurée obscure depuis leur découverte en 1895 par Roentgen. Si, comme le soupçonnait von Laue et d'autres, les rayons X sont des ondes électromagnétiques, leur longueur d'onde serait trop petite pour être détectée à l'aide des grilles de diffraction usuelles. C'est alors que von Laue suggère que la structure régulière des cristaux (non confirmée par ailleurs) pourrait servir de grille suffisamment petite pour permettre la diffraction des rayons X. En projetant des rayons X au travers d'un

cristal de sulfure de zinc sur une plaque photographique, von Laue obtient des diagrammes ordonnés qui, après analyse mathématique, révèlent la longueur d'onde précise des rayons X. Cette expérience confirme que les rayons X sont bien des ondes électromagnétiques. Dès lors, en se servant de rayons X de longueur d'onde connue on peut déterminer la structure inconnue de certains cristaux. Pour ces travaux, von Laue reçoit le prix Nobel de physique en 1914. Pendant les années 1930, il s'oppose à l'hostilité des nazis à l'égard de la physique relativiste en défendant des physiciens persécutés, en particulier Albert Einstein. Après la Seconde Guerre mondiale, von Laue a joué un rôle important dans la restructuration des institutions scientifiques allemandes.

- *Gesammelte Schriften und Forträge*, Braunschweig, 3 vol., 1961 (avec autobiographie).

► FRISCH O.R. et al., *Trends in Atomic Physics : Essays dedicated to Lise Meitner*, Otto Hahn, Max von Laue on the Occasion of their 80th Birthday, New York, Interscience, 1969. — ROSENTHAL-SCHNEIDER I., *Reality and Scientific Truth : Discussions with Einstein, von Laue, and Planck*, Detroit, Wayne State Univ. Press, 1980. — WHEATON B.R., « Impulse X-Rays and radiant intensity. The double edge of analogy », *Historical Studies in the Physical Sciences*, 11, 1981, 367-390.

John FRISCH et Simon WHEATON
→ Cristal ; Groupes et symétrie ; Propagation ; Stéréochimie.

LAVOISIER Antoine-Laurent de, 1743-1794

Celui que l'on appelle « le fondateur de la chimie moderne » eut en réalité une carrière polymorphe. Formé comme avocat, il devient fermier général en 1768 et commissaire à la Régie des poudres et des salpêtres, en 1775. Il épouse Marie-Anne Lavoisier, fille d'un fermier général, qui l'assistera dans ses travaux de chimie. Entré à l'Académie royale des sciences de Paris à l'âge de 25 ans, il participe au développement de la chimie des gaz. Lavoisier n'a découvert aucun élément nouveau mais a interprété les découvertes de ses contemporains et réorganisé la théorie chimique autour de l'oxygène considéré comme principe de combustion et d'acidité. Ce changement qui condamnait la phlogistique, Lavoisier le nomme lui-même « révolution ». Il établit que l'air est un mélange, l'eau un corps composé et que tous les corps peuvent être mis à l'état gazeux par combinaison avec le calorique. Dans ses expériences, Lavoisier privilégie les aspects quantitatifs et développe les instruments de précision (balance, aréomètre, gazomètre, calorimètre). L'influence fortement la réforme de la nomenclature et publie en 1789 un *Traité élémentaire de chimie*. Il écrit plusieurs mémoires d'économie, fait des propositions pour réformer la fiscalité, alléger l'intervention de l'État, moderniser l'agriculture, améliorer l'hygiène dans les hôpitaux et les prisons. Savant et administrateur du royaume, Lavoisier a le profil caractéristique