



Paul Langevin à Paris en 1922, photographié par Henri Manuel.

La vie de Paul Langevin est exemplaire à maints égards. Né dans une famille modeste, il réussit à faire des études brillantes grâce à l'école de la République. Son œuvre scientifique, qui a couvert de très nombreux domaines de la physique, reste d'actualité. Arrivé au sommet de sa carrière et des honneurs, il est toujours resté fidèle à ses idées et à ses engagements scientifiques, politiques et pédagogiques.

Paul Langevin (1872-1946)

De la butte Montmartre au Panthéon : parcours d'un physicien d'exception

Julien Bok et Catherine Kounelis

ESPCI, 10 rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05

Paul Langevin a été une figure emblématique de la première moitié du 20^e siècle. Il a participé à toutes les grandes révolutions scientifiques de l'époque : relativité, physique quantique et physique statistique. Il a été l'inventeur du « sonar », appareil de détection sous-marine utilisant l'échographie ultrasonore, si importante aujourd'hui en imagerie médicale.

Il a été un savant engagé dans les luttes sociales et politiques : ligue des droits de l'homme, militant pacifiste, lutte contre la montée du fascisme et du nazisme en Europe. On le voit, manifestant pour la paix dans les rues de Berlin avec Einstein, dès 1923.

Il croyait dans le pouvoir de la science et de la raison pour apporter une existence plus juste et plus heureuse aux hommes. L'éducation, et en particulier l'enseignement des sciences, était pour lui le moyen privilégié pour arriver à ce but.

Biographie

« J'ai grandi, au lendemain de la guerre de 1870, entre un père républicain et une mère dévouée jusqu'au sacrifice. Témoins oculaires du siège de Paris et de la sanglante répression de la Commune, ils m'ont, par leurs récits, mis au cœur l'horreur de la violence et le désir passionné de justice sociale. »
Paul Langevin

Paul Langevin est né à Montmartre, au « bateau-lavoir », le 23 janvier 1872. Après l'Ecole Lavoisier, il fait des études à l'Ecole de Physique et Chimie Industrielles de la Ville de Paris (1889-1891) et ensuite à l'Ecole Normale Supérieure (1894-1897).

En 1898-99, il effectue un séjour à Cambridge, au célèbre Cavendish Laboratory près de J.J. Thomson, au moment où celui-ci est sur la voie d'accomplir la découverte de l'électron. En 1902, il soutient sa thèse de doctorat sur les gaz ionisés, un sujet sur lequel il avait commencé à travailler à Cambridge.

Quelques semaines après, il est appelé comme suppléant d'Eleuthère Mascart à son cours de physique au Collège de France. Un début de carrière exceptionnel pour l'époque, et aujourd'hui inimaginable, qui place Langevin,

à trente ans, parmi les membres les plus éminents de la communauté scientifique parisienne.

En 1905, il devient professeur de physique à l'Ecole de Physique et Chimie Industrielles. Il en sera directeur des études (1909-1925) et ensuite directeur (1925-1946). Il devient professeur titulaire au Collège de France en 1909.

Il participe activement à tous les Congrès de physique Solvay, depuis le premier en 1911. Il est élu membre du Comité scientifique en 1921 et Président en 1927, succédant à Lorentz. Il est élu à l'Académie des Sciences en 1934.

Le 30 octobre 1940, Langevin est arrêté par les Allemands à l'Ecole de Physique et Chimie et conduit à la Santé où il reste quelques semaines avant d'être placé en résidence surveillée à Troyes. En mai 1944, il s'évade en Suisse avec une fausse carte d'identité au nom de Léon Philippe Pinel, procurée par Frédéric Joliot.



ESPCI, Centre de Ressources Historiques

Après la Libération, Langevin reprend ses activités à l'Ecole de Physique et Chimie et au Collège de France. En 1945, il devient Président de la Ligue française des Droits de l'homme (succédant à Victor Basch) et membre de la Commission de l'Energie atomique de

l'Académie des Sciences (avec Frédéric Joliot-Curie et Louis de Broglie). En 1946, il est Délégué adjoint de la France à l'UNESCO.

Il meurt le 19 décembre 1946. Des obsèques nationales ont été célébrées lors du transfert des cendres de Paul Langevin et de Jean Perrin au Panthéon le 17 novembre 1948.

Œuvre Scientifique

L'œuvre scientifique de Paul Langevin est très riche et couvre de très nombreux domaines de la Physique.

• Magnétisme

La thèse de Pierre Curie (1895) porte sur l'étude expérimentale des propriétés magnétiques de la matière. Il énonce en particulier sa fameuse loi : la susceptibilité magnétique des corps paramagnétiques varie comme $1/T$, où T est la température absolue. Langevin donne une explication théorique à cette loi, en supposant que chaque atome ou molécule porte un moment magnétique et que l'aimantation provient d'une compétition entre l'action du champ magnétique et l'agitation thermique. En utilisant le facteur de Boltzmann, $\exp(-E/kT)$, il retrouve facilement la loi en $1/T$ (1905). Il attribue ce moment magnétique aux électrons gravitant sur des orbites fermées dans les atomes et les molécules. Il ne quantifie pas le moment magnétique (le spin n'était pas encore connu), mais sa démonstration reste valable pour la loi en $1/T$, car elle provient uniquement du facteur de Boltzmann.

Ses résultats sont exploités dès 1906 par Pierre Weiss, qui introduit un champ moléculaire décrivant l'interaction des moments magnétiques dans le modèle de Langevin et explique ainsi le ferromagnétisme.

• Relativité

D'après son assistant, Edmond Bauer, Langevin aurait eu dès 1904 l'idée d'associer une masse (inertie) à l'énergie des photons ou des électrons. Il a suggéré que cette masse devrait être égale à E/c^2 . Il n'a jamais publié cette formule et a tout à fait reconnu la priorité d'Einstein dans l'énoncé correct des lois de la relativité restreinte. Il a tout de suite été enthousiasmé par cette théorie et a beaucoup lutté pour la faire accepter et enseigner par les physiciens français. Dès 1910-11, il lui consacre son cours au Collège de France. Il donne de

nombreuses conférences sur ce sujet et propose le fameux paradoxe des « jumeaux voyageurs » pour illustrer la notion de dilatation du temps. Il invite Einstein à faire des cours au Collège de France au lendemain de la guerre de 14-18, à un moment où le contact avec les scientifiques allemands était difficile. Albert Einstein vient faire ces conférences en 1922 et elles ont un immense retentissement. Une expérience illustrant le paradoxe des voyageurs a été réalisée par l'US Navy en 1971 utilisant 2 horloges atomiques jumelles, mais son interprétation n'est pas simple, car il faut tenir compte de l'accélération subie par l'horloge embarquée sur un avion et qui montre un léger retard. Einstein et Langevin sont restés de grands amis durant toute sa vie. Voici ce qu'Einstein écrit dans un hommage à Langevin publié dans « La Pensée » en 1947 : « Il me paraît certain qu'il aurait développé la théorie spéciale de la relativité si cela n'avait pas été fait par ailleurs ; car il en avait clairement reconnu les points essentiels ».

• Mouvement brownien

L'étude du mouvement brownien, l'agitation de particules colloïdales en suspension dans un liquide, a eu une grande importance en Physique. C'est une preuve de l'agitation thermique à l'échelle des molécules du liquide.

Einstein a donné une première théorie de cet effet (1905) avec sa célèbre formule reliant le coefficient de diffusion D au coefficient de viscosité k . L'approche d'Einstein est macroscopique et utilise la thermodynamique. Langevin (1908) propose une nouvelle approche. Il suit le mouvement d'une particule et décrit les chocs des molécules par une force aléatoire. Cette « équation de Langevin » s'est montrée particulièrement utile pour étudier les fluctuations moléculaires dans de nombreux systèmes, y compris dans la thermodynamique hors d'équilibre. Elle est toujours utilisée par les biophysiciens pour l'étude des fluides biologiques contenant de nombreuses particules en suspension.

• Echographie ultrasonore

Pendant la première guerre mondiale, il met au point, avec l'ingénieur Chilowski, le « sonar », appareil destiné à détecter les sous-marins en utilisant la réflexion des ondes ultrasonores sur ces objets. Cette invention a bénéficié des travaux de Pierre et Jacques Curie sur la piézo-électricité. Les quartz piézo-électriques se sont révélés être

« Résumer l'œuvre de Paul Langevin, c'est reprendre toute l'histoire de la physique depuis cinquante ans »

L. de Broglie en 1947.



De gauche à droite : A. Einstein, P. Ehrenfest, P. Langevin, H. Kamerlingh Onnes et P. Weiss, photo prise en 1920.

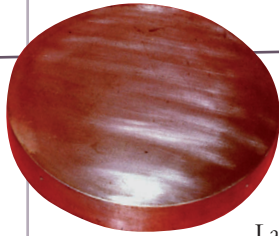
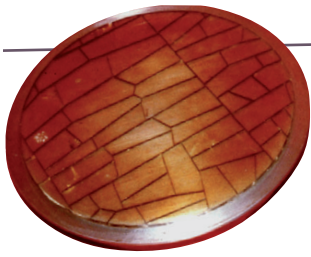
A visiter

« La Physique de Paul Langevin, hier et aujourd'hui »

du 15 septembre au 6 décembre 2006

Exposition à l'ESPCI des manuscrits et photos de Paul Langevin

10 rue Vauquelin, Paris 5e, www.espci.fr



Le sondeur Florisson-Langevin. Ce sondeur est constitué de lames de monocristaux de quartz prises entre deux plaques d'acier. L'épaisseur des plaques est calculée pour obtenir un résonateur fonctionnant à la fréquence de 1,3 MHz.

d'excellents détecteurs et émetteurs d'ultrasons. Leur premier transducteur, le sondeur Florisson-Langevin, était une mosaïque de lames de quartz collées entre deux plaques d'acier. Ce transducteur est visible, en fonctionnement, dans l'Espace des Sciences de l'ESPCI parmi plusieurs autres expériences consacrées aux ultrasons. La technique de l'échographie ultrasonore est actuellement très utilisée en imagerie médicale et Langevin est universellement reconnu comme l'inventeur de cette technique.

Comme physicien, il a joué un rôle essentiel dans la circulation de connaissances dans les milieux scientifiques (les Congrès Solvay en sont le meilleur exemple). Par son enseignement et ses cours au Collège de France, il a exercé une profonde influence sur ses collaborateurs et élèves : Henri Abraham, Edmond Bauer, Marcel Tournier, Fernand Holweck, Marcel Moulin, Jean Saphores, et plus tard Jacques Solomon, Frédéric Joliot, Léon Brillouin et Francis Perrin.

Savant engagé

L'engagement de Langevin commence avec l'affaire Dreyfus. Il était étudiant à Cambridge quand, ayant reçu une lettre de Charles Péguy en 1898, il décida de joindre sa signature à celles de beaucoup d'autres dans la célèbre pétition. En 1899, il demande son adhésion à la Ligue française des Droits de l'Homme.

Après le choc de la guerre de 1914 et jusqu'à la déclaration de la deuxième guerre mondiale, son engagement va en s'accroissant. Il défend la grève des cheminots, les marins de la Mer Noire, s'engage à la Société des Nations. Militant pacifiste, il combat les nationalismes et œuvre pour la coopération scientifique internationale. En 1923, un an après la visite d'Einstein à Paris, il manifeste avec lui à Berlin. Membre du Comité Central de la Ligue française des Droits de l'Homme, il en devient Vice-président en 1927.

Avec la montée du fascisme dans les années 1930, le savant redouble son militantisme. Avec Henri Barbusse et Romain Rolland, il est au comité directeur français du Comité mondial contre la guerre et le fascisme. Il en devient Président en 1935. Le 12 février 1934, il participe, avec Victor Basch, Président de la Ligue des droits de l'Homme, à la grande manifestation à la Nation et le 5 mars il est, avec l'ethnologue Paul Rivet et l'écrivain Alain, un des trois signataires du texte fondateur du Comité de Vigilance des Intellectuels Antifascistes (CVIA). Artisan du Rassemblement populaire, il préside le 8 juin 1935 les assises des organisations de gauche qui

préparent le grand défilé du 14 juillet. Pacifiste, il renonce pourtant à se tenir à un pacifisme « aveugle » et « intégral » et prône pour une attitude de fermeté vis-à-vis de Hitler. Mis en minorité, il démissionne du bureau du CVIA en juin 1936. Avec Victor Basch, il préside le comité d'aide à l'Espagne républicaine et en 1936, il voyage à Londres où il rencontre Churchill et grand nombre de parlementaires britanniques pour essayer de les convaincre des risques de la non-intervention. Proche du parti communiste (mais pas encore adhérent, il le deviendra en 1944), fondateur du Cercle de la Russie neuve, il condamne pourtant avec d'autres scientifiques (F. et I. Joliot-Curie, Henri Laugier, Aimé Cotton) le pacte germano-soviétique en 1939. Avec Norman Angell, Prix Nobel de la Paix, il codirige la revue *Clarté* et en 1939, il fonde, avec Georges Cogniot et Georges Politzer, *La Pensée*, « revue de rationalisme moderne ».

Science et éducation

Pour Langevin, science, éducation et action politique font partie du même engagement. Dès 1904, il se préoccupe déjà des questions d'éducation et d'enseignement scientifique (conférence au musée pédagogique). Tout au long de sa vie, et surtout à partir des années 1930, il reviendra plusieurs fois sur « la valeur humaine de la science », le « rôle social du savant », ou encore « la science comme facteur d'évolution morale et sociale », « science et liberté », la « science et la paix », la « pensée et l'action ».

Il est Président de la Société française de pédagogie (1922), membre de la commission de réforme de « L'Ecole Unique » (1925), Président de l'Union rationaliste (1930). Il donne beaucoup de conférences, ouvre la science aux classes populaires, crée l'Université ouvrière (1932). Il investit même le nouveau moyen de communication qui est à l'époque la radio : il est membre du conseil supérieur des émissions de la radiodiffusion, membre de la Commission de radiophonie auprès du commissaire général de l'Exposition internationale de 1937 et président du Comité d'administration de Radio-Liberté avec Léon Blum et Paul Vaillant-Couturier. En 1931, il se rend en Chine en tant que membre d'une commission internationale de la Société des Nations pour faire des propositions sur la réforme de l'enseignement chinois.

Il devient président de la Commission de réforme de l'enseignement. Le plan Langevin-Wallon a été remis le 17 juin 1947 au gouvernement par le psychologue Henri Wallon, qui avait succédé à Paul Langevin, décédé fin 1946. Ce plan a fortement inspiré la réforme de l'éducation de l'après-guerre en France. ■

Bibliographie

Bernadette Bensaude-Vincent,
Langevin, science et vigilance.
Editions Belin, 1987.

Paul Langevin, *son œuvre et sa pensée. Science et engagement*.
Actes du colloque Paul Langevin tenu à l'ESPCI les 12-13 juin 1997, in *Epistémologiques*, Vol. 2 (1-2), janvier-juin 2002, éditions EDP Sciences.

Voir aussi le site internet
www.espci.fr/actu/langevin/Paul-Langevin.htm