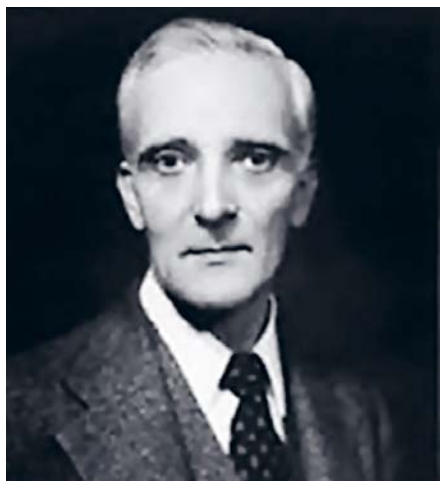


Léon Brillouin (1889-1969)



Claude Fabre

Laboratoire Kastler Brossel, Sorbonne Université, ENS, CNRS,
Collège de France, Campus Pierre et Marie Curie, 75005 Paris, France
claude.fabre@lkb.upmc.fr

Léon Brillouin a été durant toute sa carrière au cœur des développements de la nouvelle physique quantique. Il lui a apporté des contributions majeures et originales, notamment en physique du solide. Il a participé à l'émergence d'une nouvelle discipline scientifique : l'informatique.

© sevres-92310.fr

<https://doi.org/10.1051/photon/202110819>

Article publié en accès libre sous les conditions définies par la licence Creative Commons Attribution License CC-BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), qui autorise sans restrictions l'utilisation, la diffusion, et la reproduction sur quelque support que ce soit, sous réserve de citation correcte de la publication originale.

Léon Brillouin voit le jour le 7 Août 1889 à Sèvres, près de Paris. Il est l'héritier d'une impressionnante dynastie scientifique, qu'on en juge :

Il est le petit-fils d'Eleuthère Mascart (1837-1908), normalien, professeur au Collège de France et académicien, connu pour des recherches pionnières en optique, notamment pour des expériences sur l'influence du mouvement des sources lumineuses sur les phénomènes optiques, puis pour des travaux sur la définition des unités électriques, ce qui lui donne l'occasion de fréquenter les physiciens étrangers les plus éminents, comme H. Von Helmholtz et Lord Kelvin.

Il est le fils de Marcel Brillouin (1854-1948), lui aussi normalien, professeur au Collège de France et académicien, qui a apporté des contributions remarquées à la physique théorique dans de nombreux domaines, notamment les premiers balbutiements de la « mécanique ondulatoire ». Il a participé au premier congrès Solvay (1911).

Léon Brillouin est né deux mois après l'inauguration de la tour Eiffel, érigée à l'occasion de l'Exposition

Universelle de 1889. C'est pour la France une période d'optimisme et de développement rapide dans la voie de la modernité et de l'innovation, même si les moyens accordés à la recherche et à l'enseignement supérieur ne sont pas souvent à la hauteur des ambitions affichées. Les Français suivent avec grand intérêt les progrès de la science et de la technologie. Léon Brillouin enfant baigne dans cette atmosphère de progrès. Il grandit dans un milieu intellectuel privilégié et stimulant. Les amis de ses parents et grands-parents sont de grands scientifiques français et étrangers. Léon Brillouin suit tout naturellement les traces de ses parents, et s'engage dans de solides études scientifiques : les lycées Henri IV et Louis le Grand, et en 1908 l'École Normale Supérieure, où il suit l'enseignement des grands noms de l'époque : Paul Langevin, Jean Perrin, Marie Curie, ainsi que les cours de son père. À la sortie de l'ENS, il fait preuve d'esprit d'indépendance — ce sera un des traits marquants de sa carrière. Nouvellement marié et agrégé, il décide de ne pas suivre la voie canonique : d'abord professeur du secondaire, puis du supérieur, en province ●●●

DATES CLÉS

1889 Naissance à Sèvres	1908 Admis à l'École Normale Supérieure	1920 Thèse de Doctorat : <i>la théorie des solides et les quanta</i>	1928 Professeur de Physique Théorique à l'Institut Henri Poincaré	1932 Professeur de Physique Théorique au Collège de France
-----------------------------------	---	--	---	--

puis à Paris. Il se rend en 1912 à Munich pour travailler auprès d'Arnold Sommerfeld, un acteur majeur de la « première théorie des quanta », qui lui propose d'étudier la propagation des ondes en milieu dispersif. C'est l'occasion pour Brillouin de préciser le rôle en physique de la notion d'information, et de préciser les différences entre propagation de l'énergie et propagation de l'information. De retour en France peu avant la déclaration de guerre, il commence à travailler à sa thèse. Il est mobilisé au Laboratoire Central de Radiotélégraphie Militaire dirigé par le colonel Ferrié, un grand promoteur de la Télégraphie Sans Fil et de son rôle stratégique. Délaissant la théorie pour la pratique, il conçoit des dispositifs novateurs, comme un amplificateur à résistance et même un avion automatique! Il dépose de nombreux brevets.

À sa démobilisation en 1919, il se remet à son travail de thèse, qui concerne la théorie de l'état solide, pour lequel il obtient une bourse. Il l'aborde en utilisant

les concepts de la physique classique pour traiter le couplage entre ondes élastiques et ondes électromagnétiques dans un cristal, qu'il accommode à l'aune de la première théorie des quanta. La fin de sa thèse, soutenue en 1920, concerne la diffusion de la lumière par un solide soumis à une onde de vibration. Elle contient une de ses contributions les plus importantes: la prédiction de l'apparition dans la lumière diffusée, en plus d'une composante à la fréquence de la lumière incidente, de deux raies satellites dont les fréquences sont séparées de la fréquence de la lumière incidente par la fréquence de l'onde ultrasonore: c'est « la diffusion Brillouin », un outil très utilisé pour l'étude des propriétés des solides.

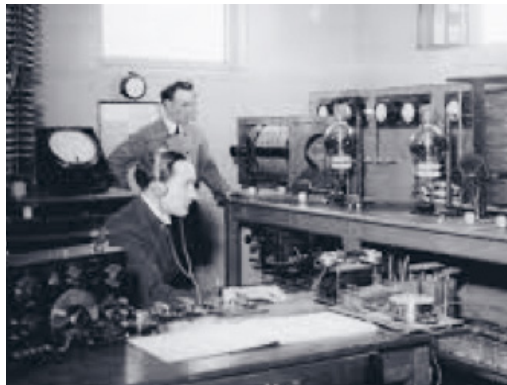
La fin des années 20 voit l'émergence de la Mécanique Quantique proprement dite, qui est l'occasion d'un effort théorique proprement inouï, puisque des résultats essentiels à la base de la physique actuelle sont obtenus en l'espace de quelques années. Ce travail théorique se fait sous la houlette de Niels Bohr,

qui organise de manière extrêmement efficace un réseau de très brillants physiciens qui sont en contact permanent. Soulignons que ce réseau ne comporte, pour des raisons qu'il faudrait élucider, aucun français autre que L. Brillouin. Celui-ci entretient de nombreux contacts avec cet aréopage et, comme Marie Curie, Louis De Broglie et Paul Langevin, participe aux conférences Solvay fondatrices de la mécanique quantique. Il contribue de manière significative au développement de la nouvelle physique: citons entre autres la méthode BKW (dont il est le « B ») de résolution approchée de l'équation de Schrödinger, qu'il a introduite en 1926, et des recherches sur le paramagnétisme. Il voyage beaucoup, aux USA, au Canada, en URSS. En 1932, il passe une année auprès de Niels Bohr à Copenhague.

Brillouin est depuis sa thèse intéressé par la théorie de l'état solide, dont les concepts-clés émergent rapidement grâce à l'utilisation de la nouvelle mécanique quantique et de la

statistique de Fermi-Dirac. F. Bloch introduit les fameuses « fonctions de Bloch » pour l'onde électronique à une dimension. Brillouin généralise l'approche et résout le problème à 3 dimensions grâce à l'introduction en 1930 des « zones de Brillouin ». Il apporte ainsi une contribution majeure à la théorie des bandes, qui permet une approche globale des problèmes de conduction électrique dans les solides, et qui a conduit à la notion de semi-conducteurs.

Comme souvent en France, la carrière des physiciens, même internationalement connus, n'est pas vraiment rapide à cause du manque de postes: Brillouin est conférencier à l'École Supérieure d'Électricité de 1921 à 1931. Il devient de 1923 à 1928 sous-directeur au Collège de France attaché à la chaire de Paul Langevin. Il est nommé en 1928 professeur au nouvel Institut Henri Poincaré, créé grâce au mécénat de Rockefeller et de Rothschild, où des fonds sont réservés à l'invitation de professeurs étrangers afin



L. Brillouin (premier plan) à l'émetteur TSF « Radio-Paris » de Clichy (photo prise en 1925) www.infoamerica.org

DATES CLÉS

1941

Émigration aux USA et engagement auprès des Forces Françaises Libres

1943-1945

Recherches sur le radar à Columbia University

1947-1949

Professeur de mathématiques appliquées à Harvard

1949-1954

Directeur de l'Éducation en électronique à IBM

1969

Décès à New York

réduire l'isolement de la recherche théorique française. Il succède en 1932 à son père à la chaire de physique théorique du Collège de France. Il s'intéresse au problème, alors non-résolu, de l'explication de la supra-conductivité, ainsi qu'à des problèmes plus appliqués d'acoustique. Il est maintenant un professeur éminent et reconnu, ayant apporté à la physique des contributions importantes, au seuil du prix Nobel, que malheureusement il n'obtiendra jamais. Il n'abandonne pas pour autant les recherches appliquées sur la radiodiffusion, une de ses premières amours, et publie de nombreux articles sur les câbles coaxiaux, les guides d'onde, les filtres électroniques, l'acoustique...

La période de la deuxième guerre mondiale voit Léon Brillouin engagé, malgré lui, dans un rôle non plus scientifique, mais politique: en 1939 il fait un long voyage à travers les USA, et, toujours intéressé par les progrès de la radio, constate le retard préoccupant, au niveau technique, de la radiodiffusion française. À son retour, en juin 1939, il s'en ouvre dans un rapport au ministre des PTT. Le premier ministre d'alors, Édouard Daladier, le nomme directeur général de la radiodiffusion française (un cadeau empoisonné vu la tourmente qui s'annonce). Sa mission consiste essentiellement à installer en France des émetteurs radio à ondes courtes de grande puissance. Pendant la débâcle, il détruit des émetteurs radio Français pour qu'ils ne puissent pas être utilisés par les occupants. Après la défaite de Juin 1940, il conserve son attribution auprès du gouvernement de Vichy, situation fort inconfortable, d'autant plus que sa femme est juive. Il réussit à émigrer aux USA en janvier 1941. Il se retrouve à New-York avec de nombreux autres scientifiques éminents qui se mettent au service des Forces Françaises Libres. Il prend contact avec ses collègues du MIT et d'Harvard, travaille sur la théorie du magnétron, générateur micro-onde essentiel pour le radar, enseigne dans différentes universités et, à l'Université Columbia de New-York, participe aux recherches de défense sur le développement du radar dans le groupe de mathématiques appliquées. À la Libération, Brillouin est accusé de collaboration par une commission d'épuration. Il finit par être totalement blanchi en 1946. En 1947 il décroche un poste de professeur à Harvard tout en assurant jusqu'en 1949 une partie de ses cours au Collège de France. À partir de 1949, Brillouin se tourne définitivement vers les USA, participant comme tant d'autres scientifiques européens au «brain drain» depuis une Europe exsangue et ruinée vers ce pays devenu, par son dynamisme et sa richesse, la terre promise de tous les physiciens: il quitte son poste au Collège de France pour un emploi à IBM de directeur du service de l'éducation en électronique, et prend la nationalité américaine. De 1954 jusqu'à sa mort il est professeur adjoint à l'Université Columbia.

L'immédiat après-guerre, avec le développement des premiers ordinateurs, voit naître une nouvelle discipline scientifique: l'informatique. Brillouin, par sa double position à IBM et Harvard, est à l'épicentre du développement de ce nouveau champ de recherche théorique et s'engage à fond dans ce domaine nouveau. Il s'intéresse à la théorie de l'information, en plein essor avec Shannon, Landauer, Wiener..., et plus particulièrement aux rapports entre information et entropie statistique. Il introduit le concept de «néguentropie». Il est élu à l'académie des sciences des USA et donne de nombreuses conférences dans le monde, notamment sur les développements de la physique du solide, un domaine dont il est considéré à juste titre comme l'un des pères fondateurs. Il écrit plusieurs livres d'épistémologie, mais n'arrête pas pour autant son activité de chercheur, notamment par des travaux pionniers, dans la lignée de ceux de Poincaré, sur les systèmes dynamiques et l'indéterminisme lié à l'instabilité.

Il meurt à New York d'un cancer le 4 octobre 1969. Léon Brillouin a apporté des contributions importantes à de très nombreux domaines de physique théorique et mathématique, aussi bien fondamentale qu'appliquée. Curieux de tout, il est toujours aux avant-postes du domaine dans lequel il s'investit. Il s'intéresse aussi bien à la théorie la plus fondamentale qu'aux développements technologiques et industriels et aux aspects épistémologiques et philosophiques de ses recherches. Il n'hésite pas à déposer des brevets. Il reprend les problèmes à la base et travaille généralement seul, sans collaborateurs, ce qui ne l'empêche pas d'avoir de très fortes connections avec la communauté scientifique internationale grâce à de fréquents voyages. Il est un des rares physiciens français de cette époque à avoir effectué à deux reprises de longs séjours dans des laboratoires européens. Brillouin est une personnalité qui ne suit pas les chemins tout tracés, ce qui, avec son émigration aux USA, l'a fait quelque peu oublier du milieu de la physique française, mais l'importance de son apport à la physique des ondes, ondes sonores, ondes lumineuses ou ondes quantiques de matière est incontestable. ●

BIBLIOGRAPHIE

Rémy Mosseri, *Léon Brillouin à la croisée des ondes*, Belin (Paris 1999)

Dominique Pestre, *Physique et physiciens en France 1918-1940*, éditions des archives contemporaines, (Paris 1984)

Histoire générale des Sciences, tome 3 volume 2, sous la direction de René Taton, Presses Universitaires de France (Paris 1964)