HAL
open science

Physicien célèbre : Max von Laue

Nicolas Bonod

To cite this version:

Nicolas Bonod. Physicien célèbre : Max von Laue. Photoniques, 2019, 98, pp.18-19. 10.1051/photon/20199718 . hal-02398676

HAL Id: hal-02398676

https://hal.science/hal-02398676v1

Submitted on 7 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Max von Laue

Max von Laue est un physicien théoricien allemand spécialiste de la diffraction des ondes, de la relativité et de la superconductivité. Il propose en 1912 de sonder l'arrangement périodique de la matière avec des faisceaux de courtes longueurs d'onde, les rayons X ; et sera récompensé par le prix Nobel de Physique en 1914. La découverte de la diffraction des rayons X par des cristaux sera à l'origine d'avancées majeures dans les 100 ans qui suivirent, de la découverte de la structure de l'ADN à celle des quasi-cristaux.

Nicolas BONOD, nicolas.bonod@fresnel.fr

9 octobre 1879 : Naissance à Pfaffendorf-Coblence, Allemagne	
Juin 1912	Présentation des travaux sur la diffraction des rayons X
1914	Prix Nobel de Physique
1922	Directeur de l'institut de physique Kaiser Wilhelm de Berlin
24 avril 1960 : Décès à Berlin des suites d'un accident de la route	

△ *Max von Laue*

Éducation

Max Theodor Felix Laue nait le 9 octobre 1879 à Coblence, en Allemagne. Son père, Julius Laue, est officier supérieur dans l'administration de l'armée allemande. En 1913, ce dernier est anobli et Max Laue se nommera dès lors Max von Laue. Durant sa jeunesse, Max Laue est amené, de par la profession de son père, à suivre sa scolarité dans plusieurs villes. C'est à Berlin en 1891, puis à Strasbourg, notamment sous l'influence du professeur Göhring, que s'éveille son attrait pour les études scientifiques. À la fin de son parcours dans le secondaire en mars 1898, il interrompt ses études une année pour effectuer son service militaire. À son retour, il décide de revenir à Strasbourg suivre des cours à l'université en physique, chimie et mathématiques avant de partir suivre ceux de l'université de Göttingen à l'automne 1899. Les enseignements prodigués par Woldemar Voigt le fascinent et Max von Laue prend alors conscience qu'il souhaite se spécialiser dans la physique théorique. Il est également fortement impressionné par les cours de mathématiques donnés par David Hilbert dont il dira *« Cet homme vit dans ma mémoire peut-être comme le plus grand génie que j'aie jamais vu »*. Après 4 semestres passés à Göttingen, il s'inscrit à l'université de Munich durant l'hiver 1901-1902. Le manque de bons enseignants en physique théorique l'amène à interrompre ce cycle après seulement un semestre et à rejoindre Berlin à l'été 1902 pour suivre à l'université les cours d'optique théorique de Max Planck. Il se rapproche de son professeur pour lui demander un sujet pour une thèse de doctorat. Max Planck lui propose le sujet « Théorie du phénomène d'interférence dans des lames planes parallèles ». À l'issue de sa thèse, il passe 2 ans à l'université de Göttingen et prépare en parallèle, puis décroche, son certificat d'enseignant en secondaire.

Carrière

À l'automne 1905, Max Planck propose à von Laue un poste d'assistant dans son institut de physique théorique à Berlin. Celui-ci accepte avec enthousiasme, et occupera ce poste durant 3 ans. En parallèle à son activité d'assistant de Max Planck, il initie ses propres activités de recherche et s'intéresse à la question de la réversibilité des phénomènes de réflexion et de réfraction, et à son explication dans le cadre du second théorème de la thermodynamique.

Les années 1909-1914 seront très riches en déplacements et déterminantes dans la carrière scientifique de Max von Laue. Il enseigne tout d'abord l'optique, la thermodynamique et la théorie de la relativité à Munich (1909-1912). C'est durant ce séjour à Munich qu'il se marie en 1910 avec Magdalena Degen, avec qui il aura 2 enfants, et qu'il mène, au premier semestre 1912, ses travaux scientifiques qui seront récompensés par le prix Nobel. Il part ensuite en Suisse pour enseigner à l'université de Zürich (1912-1914). Il revient en Allemagne en 1914 à la veille de la première guerre mondiale pour enseigner à l'université de Francfort.

Il faudra attendre 5 années après la remise de son prix Nobel et la fin de la guerre pour qu'il obtienne en 1919 un poste de professeur à l'université de Berlin, position qu'il conservera jusqu'en 1943. Il obtient en 1943 un poste d'éméritat un an avant de prendre sa retraite. En parallèle, il s'implique dans l'institut de physique Kaiser-Wilhelm de Berlin fondé en 1915 et dirigé par Albert Einstein, tout d'abord comme administrateur puis, à partir de 1922, comme directeur adjoint. Il en deviendra le directeur en 1933 suite au départ d'Albert Einstein pour les États-Unis. Durant la seconde guerre mondiale, les horreurs du régime hitlérien se rapprochent des chercheurs et l'institut est déménagé à Hechingen. Max von Laue se consacre alors à la rédaction d'un ouvrage sur l'histoire de la physique qui connaitra un fort succès éditorial. Il fut souvent interrogé sur son choix de rester en Allemagne sous le régime hitlérien ; il l'explique dans son autobiographie par son souhait de participer à l'effort de reconstruction du pays dès l'effondrement du régime qu'il souhaitait et anticipait. Max von Laue accueille avec soulagement le 23 avril 1945 l'arrivée de troupes françaises et espagnoles à Hechingen. Le lendemain, un commando britannique et américain investit l'institut dans le cadre d'une opération spéciale. Les scientifiques sont séparés en 2 groupes, et le groupe des physiciens nucléaires, dont fait partie von Laue, est encadré par les soldats américains puis transféré en Angleterre à Huntingdon

https://doi.org/10.1051/photon/20199818
Article publié sous les conditions définies par la licence Creative Commons Attribution License CC-BY (http://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.

après un détour par Heidelberg, Reims, Paris et Huy en Belgique. Max von Laue rentre en Allemagne en 1946 à Göttingen pour devenir directeur adjoint de l'Institut Max Planck et professeur titulaire à l'université. Il s'installe à nouveau à Berlin en 1951 où il accepte de devenir directeur de l'institut de chimie physique et d'électrochimie. Il prend sa retraite en 1958 à l'âge de 79 ans mais poursuit ses activités de recherche. Au matin du 8 avril 1960, alors qu'il se rend en voiture à son laboratoire, il est percuté par une moto. Il décède des suites de ses blessures le 24 avril 1960 à l'âge de 80 ans.

Contributions scientifiques

Au début de l'année 1912, Paul Peter Ewald rend visite à Max von Laue. Ewald finalise, à cette époque, son manuscrit de thèse qu'il doit rendre dans quelques jours et qui porte sur l'interaction des ondes électromagnétiques dans le spectre visible avec des milieux cristallins. Il rend compte à von Laue des dernières connaissances acquises sur les milieux cristallins et en particulier de l'hypothèse d'une organisation régulière à des distances estimées entre 1/500° et 1/1000° des longueurs d'onde visibles. Soulignons que l'hypothèse d'une organisation périodique des molécules dans des cristaux a été émise dès 1849 par Auguste Bravais. Les travaux antérieurs de von Laue en optique ondulatoire lui permettent de supposer que l'organisation régulière des atomes devrait conduire à un phénomène d'interférence en considérant des longueurs d'onde plus courtes que celles du spectre visible. Or, cette époque correspond également aux premières mesures des longueurs d'onde associées aux rayons X estimées par Wien à 0,6 Å et par Sommerfeld à 0,4 Å (1 Å = 0,1 nm). Il devenait évident dans l'esprit de von Laue que ce rapport entre longueur d'onde et maille élémentaire devenait extrêmement favorable à la diffraction des rayons X à travers des cristaux. Quelques semaines après cette discussion avec Ewald, von Laue partage un séjour dans les Alpes avec Arnold Sommerfeld et lui fait part de son idée

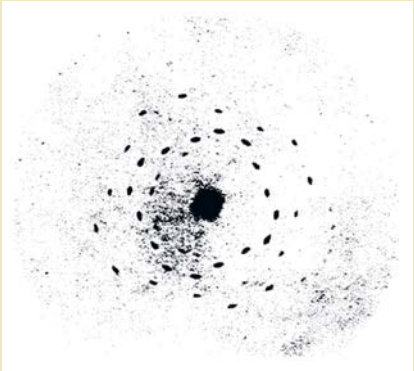

Figure 1. Plaque photographique après exposition aux rayons X transmis à travers un cristal de sulfate de cuivre. Tiré de [2].

de sonder l'arrangement périodique des cristaux avec des rayons X. Sommerfeld n'est d'abord pas convaincu par ce projet à cause de l'agitation thermique qui, selon lui, détruirait toute figure d'interférence. La relative simplicité de l'expérimentation requise, et une bonne dose de diplomatie de la part de von Laue, permettent de convaincre Sommerfeld d'affecter à ce projet le nouveau technicien Walter Friedrich qui vient de soutenir une thèse sur les rayons X. Paul Knipping se porte volontaire pour assister Friedrich, ce qui finira par convaincre Sommerfeld. L'expérience sera réalisée sur des cristaux de sulfate de cuivre dont il était facile de se procurer des échantillons. Après un premier essai infructueux en réflexion, Friedrich monta le banc en transmission en plaçant la plaque photographique derrière l'échantillon. Cette configuration se révéla la bonne et l'observation de la plaque photographique, après plusieurs heures d'exposition, montra la présence de plusieurs faisceaux défléchis en addition du faisceau primaire directement transmis (voir *figure 1*). Le 8 juin 1912, Sommerfeld soumet, à l'académie bavaroise des sciences à Munich, le rapport de l'étude conjointe entre Friedrich, Knipping et von Laue avec une série d'expositions photographiques très caractéristiques de la diffraction des rayons X (*figure 1*). Ces travaux vaudront le prix Nobel de Physique en 1914 à Max von Laue.

Max von Laue a travaillé dans d'autres domaines que la radiocristallographie. Il écrit en 1909 un livre sur la théorie de la relativité qu'il présente, dans son autobiographie, comme la première présentation de cette théorie. Il s'intéresse aux travaux de Walther Meissner menés à Berlin sur le phénomène de superconductivité observé sur certains métaux à très basse température. Max von Laue montre en 1932, que la valeur du champ magnétique nécessaire à l'annulation de la superconductivité dépend de la forme du métal car ce phénomène résulte de l'interaction entre le champ magnétique et les supercourants induits à la surface du métal. Il présente ses résultats en 1932 à Bad Nauheim lors de la remise de sa médaille Max-Planck. Laue publie en 1935 avec les spécialistes de la superconductivité L. et H. London et écrira un livre sur le sujet. Il écrira également un livre sur la diffraction des électrons.

Aux travaux pionniers de von Laue en 1912 sur l'étude de la matière par la diffraction des rayons X seront associés plus d'une vingtaine de prix Nobel. Cette impressionnante série débutera dès 1915 avec la remise du prix Nobel à W.H. & W.L. Bragg. Elle s'achèvera par la remise des prix Nobel de chimie 2009, récompensant la découverte de la structure atomique du ribosome, et 2011, récompensant la découverte des quasicristaux. Ce dernier prix conclura un siècle de progrès initié en 1912 par von Laue sur la compréhension fine de la matière grâce à l'étude de la diffraction des rayons X.

POUR EN SAVOIR PLUS

[1] W.W. Schmahl, W. Steurer, Laue centennial, *Acta Crystallogr. A* **68**, 1-2 (2012)

[2] M. von Laue, Concerning the detection of X-ray interferences. *Nobel Lecture* **13** (1915)

[3] Max von Laue – Biographical, NobelPrize.org (Nobel Media AB, 2019)

[4] P.P. Ewald, Laue's Discovery of X-ray Diffraction by Crystals. In *Fifty Years of X-ray Diffraction*, pp. 31-56 (Springer, Boston, 1962)

[5] M. von Laue, My Development as a Physicist. In *Fifty Years of X-Ray Diffraction*, pp. 278-307 (Springer, Boston, 1962)