

La vie et l'œuvre de Félix Bloch

Autor(en): **Béné, Georges / Enz, Charles P. / Lenk, Rudolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société**

Band (Jahr): **38 (1985)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740468>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

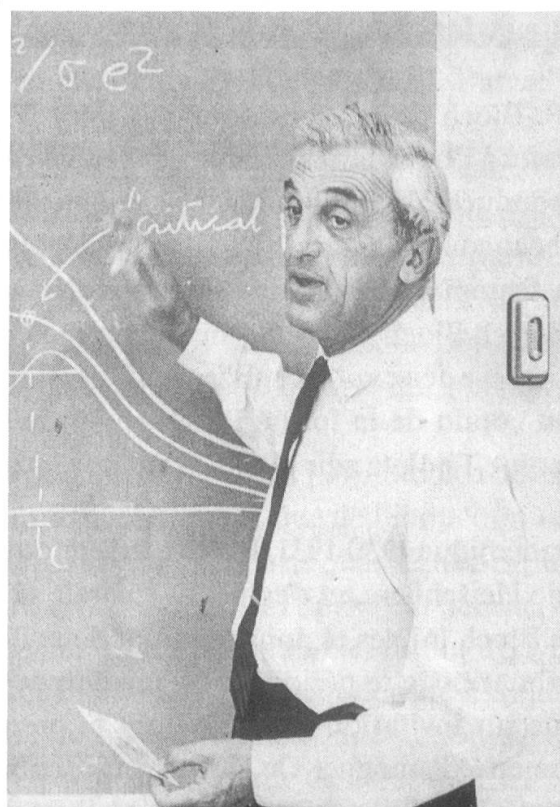
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

LA VIE ET L'OEUVRE DE FÉLIX BLOCH*

PAR

Georges BÉNÉ¹, Charles P. ENZ² et Rudolf LENK³

Félix Bloch, 1905-1983.
(Photo Université de Stanford, courtesy AIP Niels Bohr Library).

¹ Département de Physique de la Matière Condensée.

² Département de Physique Théorique.

³ Pavillon des Isotopes.

Faculté des Sciences, Université de Genève, CH-1211 Genève 4 (Suisse).

* Cet article a été traduit en anglais et publié partiellement et sans les références dans un mémoire particulier du CERN (Centre Européen de la Recherche Nucléaire), dédié à F. Bloch. L'importance pour Genève, et pour l'Ecole de Physique de son Université en particulier à cause de séjour de Bloch dans notre ville justifie pleinement la publication de ce texte original et complété.

Félix Bloch est mort dans sa ville natale de Zurich le samedi 10 septembre 1983. La physique suisse et mondiale a ainsi perdu un esprit d'un rayonnement extraordinaire.

Né le 23 octobre 1905, Félix Bloch fait ses études à l'Ecole Polytechnique Fédérale (EPF) de Zurich où, sous l'influence de ses professeurs, notamment Peter Debye et Hermann Weyl (EPF) et de Erwin Schrödinger (Université de Zurich), il s'oriente vers la nouvelle mécanique quantique. Après son travail de diplôme en 1927, il part pour Leipzig où il devient le premier doctorant de Werner Heisenberg.

En 1928 déjà il achève sa thèse sur le mouvement des électrons dans un réseau cristallin. Ce travail qui constitue aussi sa première publication importante [1], a lié son nom à tout jamais aux fonctions d'onde de Bloch décrivant les électrons dans un cristal.

Vers la fin de 1928, Bloch devient le second assistant de Wolfgang Pauli après la nomination de ce dernier à l'EPF. Ici il s'occupe des problèmes difficiles du ferromagnétisme et de la supraconductivité. Tandis que le deuxième de ces problèmes a trouvé sa solution seulement beaucoup plus tard [2], Bloch a généralisé la célèbre solution de Heisenberg pour le ferromagnétisme des électrons liés au cas des électrons de conduction [3]. Après Zurich Bloch passe une année comme Lorentz fellow chez H.A. Kramers à Utrecht où il achève deux autres publications devenues célèbres. La première contient le résultat bien connu de la loi de Bloch en T^5 de la résistance électrique à basse température absolue T [4], tandis que la deuxième introduit la notion d'ondes de spin [5].

Pendant l'année académique 1930-1931, Bloch est de retour à Leipzig mais maintenant comme assistant de Heisenberg, et c'est ici que paraît sa cinquième publication célèbre sur les parois de Bloch [6], les régions séparant deux domaines à aimantation opposée dans un ferroaimant. Cette période est interrompue en hiver 1931-1932 par un séjour à Copenhague sur invitation de Niels Bohr et prend fin en été 1933 suite à la montée du nazisme en Allemagne. De Zurich où il commence à s'intéresser à l'électrodynamisme quantique [7], il part pour Paris où il est invité à l'Institut Henri Poincaré à donner des conférences. Après un séjour de cinq mois chez Enrico Fermi à Rome avec une bourse Rockefeller, il quitte l'Europe en 1934 pour s'établir définitivement à l'Université de Stanford en Californie. Ici il continue ses recherches dans le domaine de l'électrodynamique quantique [8, 9] qui aboutissent dans le travail important avec A. Nordsieck sur le problème de la limite infrarouge du rayonnement [10]. Mais son attention tourne de plus en plus vers les propriétés magnétiques du neutron [11, 12] qui culminent dans la détermination du moment magnétique du neutron en collaboration avec L.W. Alvarez [13].

En 1939 Félix Bloch est naturalisé aux Etats-Unis et en mars 1940 il épouse Lore Clara Misch qui lui donnera quatre enfants.

Pendant la Deuxième Guerre Mondiale, Félix Bloch est appelé à participer aux travaux du «Projet Manhattan». Mais, en parallèle, il publie aussi ses recherches

diverses dans le domaine de la physique neutronique [14-17], le dernier de ces travaux en commun avec son ami suisse à Stanford, Hans Staub, qui après la guerre devint professeur à l'Université de Zurich. A la fin de la guerre il passe brièvement au «Radio Research Laboratory» à Harvard, pour retourner à Stanford en 1945.

Les travaux sur le magnétisme des particules élémentaires le conduisent vers la résonance magnétique nucléaire (RMN), découverte en 1936 par I. I. Rabi. L'article-revue avec ce dernier [18] signifie le départ pour la découverte de l'induction nucléaire en 1946 [19-21]. Cette recherche de son laboratoire à Stanford a rencontré la compétition sérieuse de E. M. Purcell et ses collaborateurs M. C. Torrey et R. W. Pound à Harvard, et le premier article de F. Bloch, W. Hansen et M. Packard sur l'induction nucléaire [19] a paru presque en même temps que l'article du groupe de Harvard. Ces travaux sur l'induction nucléaire de F. Bloch et E. M. Purcell furent récompensés en 1952 par l'attribution du Prix Nobel de Physique.

La théorie phénoménologique de l'induction nucléaire de Bloch [20] a introduit le concept de la relaxation thermique qui est responsable de l'évolution de l'aimantation nucléaire, $M_z(t)$, vers sa valeur d'équilibre. La variation de $M_z(t)$ par rapport au temps est proportionnelle à $(M(0) - M_z(t))/T_1$, où $M(0)$ représente l'aimantation initiale d'équilibre et T_1 est le temps de relaxation spin-réseau. Ce travail peut être considéré comme un élargissement de la théorie des phénomènes irréversibles de la loi de Fourier.

Après cette théorie phénoménologique [20], Bloch a développé, en collaboration avec R. K. Wangsness, une théorie quantique de l'induction nucléaire [22]. Ce travail représente un point de départ vers une théorie quantique des phénomènes irréversibles. F. Bloch et R. K. Wangsness [22] ont utilisé l'opérateur densité, originalement introduit en mécanique quantique par J. von Neumann, et ils ont dérivé les équations dynamiques pour les éléments matriciels de l'opérateur densité à l'aide de l'Hamiltonien pour un spin isolé à plusieurs composantes, sans interaction avec ses «voisins».

Félix Bloch a été le premier Directeur Général du CERN (Centre Européen de la Recherche Nucléaire) à Genève de 1954 à 1955. Cette activité lui a donné l'occasion de contacts fructueux avec l'Institut de Physique de l'Université de Genève et particulièrement avec le groupe de la RMN. Avec l'accord des autorités cantonales, il a même installé, au sous-sol du bâtiment de Physique, un aimant d'une haute homogénéité pour observer les raies spectrales en haute résolution. Pour ce travail il était accompagné par ses deux jeunes collaborateurs James T. Arnold et Weston A. Anderson, dont les thèses de doctorat ont démontré, sur le plan expérimental et théorique, l'existence des spectres RMN en haute résolution [23-24]. Pendant son séjour à Genève, Bloch a continué de développer sa théorie quantique de la RMN. Il faut dire que son travail a reçu la stimulation des discussions avec Jean Brossel de Paris — qui venait de démontrer le pompage optique, et avec Anatole Abragam, professeur au Collège de France — qui venait de découvrir la généralisation de la polarisation dynamique nucléaire.

Le travail théorique [24-25], d'ailleurs commencé pendant son séjour à Genève,

représente une extension de la théorie précédente [22], en considérant les interactions mutuelles entre les spins. Sa dernière publication dans ce domaine concerne le rétrécissement de la raie spectrale par la double irradiation [26].

Les langages formels, introduits et développés par F. Bloch [22-26] ont apporté une transparence et une cohérence dans la théorie quantique de la RMN et de l'irréversibilité dont profitent encore les travaux de nos jours.

L'œuvre de Félix Bloch a aussi été honorée par l'attribution de plusieurs Doctorats Honoris Causa: en 1959 par l'Université de Grenoble, en 1960 par l'Université d'Oxford et en 1962 par la Hebrew University of Jerusalem.

Aujourd'hui, la résonance magnétique nucléaire de F. Bloch et E. M. Purcell est à la base de multiples applications en physique, chimie, biologie et médecine:

- La RMN continue d'être une des méthodes les plus fécondes en physique du solide et en physique nucléaire où l'on utilise cette technique pour la polarisation dynamique des noyaux atomiques.
- En chimie, la RMN en haute résolution constitue une base pour l'analyse précise des produits chimiques et pharmaceutiques dans les milieux liquides.
- La RMN a aussi pénétré, ces derniers temps, dans les recherches biologiques et médicales; puisqu'elle est «non destructive», elle peut être appliquée sans problème aux systèmes vivants. Cette application a conduit au développement de l'imagerie et la tomographie par RMN qui, en combinaison avec un ordinateur en temps réel, est capable de fournir des images de sections quelconques à l'intérieur du corps.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] F. BLOCH, *Z. Physik* 52, 555 (1928).
- [2] Voir F. BLOCH, *Physics Today* 19, N° 5, p. 27 (1966).
- [3] F. BLOCH, *Z. Physik* 57, 545 (1929).
- [4] — Z. Physik 59, 208 (1930).
- [5] — Z. Physik 61, 206 (1930).
- [6] — Z. Physik 74, 295 (1932).
- [7] — *Phys. Z. Sowjetunion* 5, 301 (1934).
- [8] — *Phys. Rev.* 46, 674 (1934).
- [9] — *Phys. Rev.* 50, 272 (1936).
- [10] F. BLOCH et A. NORDSIECK, *Phys. Rev.* 52, 54 (1937).
- [11] F. BLOCH, *Phys. Rev.* 50, 259 (1936).
- [12] — *Phys. Rev.* 51, 994 (1937).
- [13] F. BLOCH et L.W. ALVAREZ, *Phys. Rev.* 57, 111 (1940).
- [14] F. BLOCH, *Phys. Rev.* 58, 829 (1940).
- [15] — *J. Appl. Phys.* 17, 305 (1941).
- [16] F. BLOCH, *Phys. Rev.* 61, 203 (1942).
- [17] F. BLOCH, M. HAMERMESH et H. STAUB, *Phys. Rev.* 64, 47 (1943).
- [18] F. BLOCH et I.I. RABI, *Rev. Mod. Phys.* 17, 237 (1945).
- [19] F. BLOCH, W. HANSEN et M. PACKARD, *Phys. Rev.* 69, 127 (1946).
- [20] F. BLOCH, *Phys. Rev.* 70, 460 (1946).
- [21] F. BLOCH, W. HANSEN et M. PACKARD, *Phys. Rev.* 70, 474 (1946).
- [22] F. BLOCH et R.K. WANGSNES, *Phys. Rev.* 89, 728 (1953).
- [23] F. BLOCH, J.T. ARNOLD et W.A. ANDERSON, CERN 55-18, 1st September 1955, «A contribution to the study of nuclear magnetism. Three studies».
- [24] F. BLOCH, *Phys. Rev.* 102, 104 (1956).
- [25] — *Phys. Rev.* 105, 1206 (1957).
- [26] — *Phys. Rev.* 111, 841 (1958).

