QUELQUES REMARQUES A PROPOS DES PREMIÈRES RÉUNIONS INTERNATIONALES DE MAGNÉTISME

L. Néel

► To cite this version:

L. Néel. QUELQUES REMARQUES A PROPOS DES PREMIÈRES RÉUNIONS INTERNATIONALES DE MAGNÉTISME. Journal de Physique Colloques, 1971, 32 (C1), pp.C1-1-C1-3. 10.1051/jphyscol:1971101 . jpa-00213903

HAL Id: jpa-00213903

<https://hal.science/jpa-00213903>

Submitted on 1 Jan 1971

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.

QUELQUES REMARQUES A PROPOS DES PREMIÈRES RÉUNIONS INTERNATIONALES DE MAGNÉTISME

par L. NÉEL

Membre de l'Institut

M. Curien, Directeur Général du C. N. R. S., aurait été heureux d'ouvrir ce Congrès. Retenu à Paris ce matin par les devoirs de sa charge il m'a prié de le représenter et de l'excuser auprès de vous. C'est donc en son nom et au nom de l'Université de Grenoble et des différents organismes qui, dans cette ville, s'occupent de recherche scientifique, que je souhaite la bienvenue aux membres du Congrès International de Magnétisme. Je vous remercie, et parmi vous tout spécialement les participants étrangers, d'être venus aussi nombreux assurer le succès de cette manifestation. Je vous souhaite un bon séjour à Grenoble, de fructueuses discussions au cours des séances du Congrès. Je souhaite aussi que vous réserviez un peu de temps pour visiter nos établissements scientifiques et aussi pour faire quelques promenades et excursions dans Grenoble et ses environs : il y a réellement de très belles choses à voir.

Le Congrès qui nous rassemble aujourd'hui fait partie des grandes réunions internationales consacrées au magnétisme, organisées désormais tous les trois ans, sous l'égide et le contrôle de l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée. Les deux dernières, comme vous le savez, ont eu lieu en 1964 à Nottingham et en 1967 à Boston.

C'est la 4^e réunion internationale importante exclusivement consacrée au magnétisme tenue en France : la réunion de Strasbourg de mai 1939, le Colloque de Grenoble de juillet 1950 et celui de juillet 1958. On peut y ajouter le colloque national consacré à l'œuvre de Pierre Weiss, en juillet 1957 à Strasbourg. Les chiffres suivants montrent bien l'intérêt croissant qui s'attache aux problèmes qui nous occupent : 20 exposés en 1939, 50 en 1950, 78 en 1958, et près de 500 aujourd'hui malgré les rigueurs draconiennes du Comité de Sélection. Quant au nombre des auditeurs, il est passé d'une soixantaine en 1939 à près de 1 200 aujourd'hui.

Bien que les découvertes scientifiques se succèdent d'une manière continue et que les progrès soient ininterrompus, bien qu'il soit assez arbitraire de découper le temps en périodes, il me semble toutefois que nous soyons maintenant à un tournant de l'histoire du magnétisme et qu'il serait intéressant de faire le point. Un peu d'histoire me paraît aussi d'autant plus utile que, le nombre de chercheurs croissant rapidement avec le temps, une proportion de plus en plus faible d'entre eux possède une expérience personnelle de ce qui s'est passé il y a dix ou vingt ans.

Il est bon aussi de savoir que bien de nouveaux problèmes sont en réalité d'anciens problèmes.

J'ai également une raison plus personnelle pour ébaucher devant vous un rappel historique.

Mettant à part la réunion du Conseil Solvay de 1930, dont le caractère était extrêmement confidentiel et dont l'ordre du jour comportait bien d'autres sujets que le magnétisme, la réunion de Strasbourg de mai 1939 a constitué en réalité la première conférence internationale consacrée au magnétisme. Ceux des rapporteurs encore vivants aujourd'hui sont bien peu nombreux : Casimir, Gorter, Mott, Sucksmith, Van Vleck et moi-même. Ils se reconnaîtront peut-être avec une trentaine d'années en moins dans la photographie collective des membres du Colloque de 1939 que je vais faire projeter.

Le caractère de ce Colloque de 1939 était déjà franchement international : Allemagne, Espagne, Etats-Unis, Grande-Bretagne, Indes, Pays-Bas étaient en effet représentés. Tout au plus pouvait-on y regretter l'absence de physiciens soviétiques. Les vingt communications présentées étaient pour la plupart des rapports de synthèse, faisant le point et donnant le panorama des questions qui à cette époque étaient d'actualité. Il n'y avait pratiquement pas de communications originales sur un sujet limité, à la différence des Colloques ou Conférences qui se réunissent maintenant. Cela tenait à la rareté, sinon à l'absence des réunions internationales : il n'y avait pas comme aujourd'hui plusieurs réunions par an sur le Magnétisme. Aussi, le Comité d'Organisation était-il beaucoup moins féroce que de nos jours sur la longueur des communications : le rapport que j'avais présenté avait 86 pages !

Les plus grands noms du magnétisme s'étaient rassemblés à Strasbourg. Ne citons que les disparus : Barnett, Becker, Kramers, Simon, Stoner, Weiss : leur souvenir est toujours vivant et leurs travaux toujours appréciés.

Le recul du temps permet de juger équitablement les rapports présentés. Ils sont d'intérêt inégal mais une demi-douzaine d'entre eux ont conservé une certaine actualité.

Notons d'abord un excellent historique du magnétisme de Bauer, des origines jusqu'à 1930 et un très beau rapport de Barnett sur les effets gyromagnétiques.

Le remarquable Rapport de Van Vleck consacré aux substances paramagnétiques, dans le cas où les interactions magnétiques sont négligeables, donne

l'exemple d'un corps de doctrine achevé. Il n'y a rien à modifier ou à ajouter à l'interprétation qui y est donnée des moments et constantes de Curie, notamment dans le cas des multiplets étroits, et au rôle des champs cristallins, sinon des calculs précis dans chaque cas particulier.

Le Rapport de Kramers sur les interactions magnétiques et leurs conséquences théoriques présente encore aussi beaucoup d'intérêt. Ses remarques sur les interactions d'échange sont toujours valables. Quant au superéchange qu'il a découvert, ce n'est que dix ans plus tard qu'on en a compris tout l'intérêt. Certes, depuis 1939, de nouveaux mécanismes d'interactions ont été mis en évidence : couplages Rudermann-Kittel, couplage de Dzialoshinski, mais en ce qui concerne les interactions d'échange peu de progrès ont été faits et du point de vue quantitatif nous ne savons pas encore grand-chose à ce sujet, notamment dans le cas des métaux.

Viennent ensuite une série de Rapports de Mott, de Stoner et de moi-même sur le magnétisme des métaux et notamment leur moment à saturation et leur constante de Curie. Pour la première fois se sont affrontés les partisans de la théorie des bandes et les partisans des moments localisés, comme nous disons aujourd'hui. Dès cette époque, il apparaissait que la première s'appliquait plus particulièrement au nickel et au cobalt, la seconde au fer.

D'une part, la théorie des bandes était indispensable pour expliquer les moments fractionnaires des métaux et les anomalies de chaleur spécifique, d'autre part, il était difficile d'expliquer les propriétés des solutions diluées de manganèse dans des métaux nobles sans faire appel à des moments localisés.

Sous une forme brutale et privée de nuances, les deux points de vue sont évidemment inconciliables, mais si, partant de la théorie des bandes, on cherche à l'améliorer par la prise en compte des corrélations entre les positions des électrons et des actions d'échange intra- et inter-atomiques, il semble possible de les réconcilier. C'est dans ce sens que j'avais fait une tentative très grossière et essayé de l'améliorer deux ans plus tard, dans des conférences faites à l'Institut Henri Poincaré et restées très confidentielles.

Depuis trente ans ces problèmes ont retenu et retiennent encore l'attention des physiciens. De grands progrès ont été enregistrés depuis 1956, notamment dans le cas des alliages dilués avec la notion d'états liés virtuels. Mais nous ne savons pas encore calculer les moments ferromagnétiques ou paramagnétiques des métaux de la première série de transition.

Il en est de même pour les interactions et le calcul de leurs effets. Le rapport que j'avais présenté en 1940 insistait sur l'intérêt des variations du point de Curie avec la pression et des anomalies de dilatation, sur la variation des interactions avec les distances inter-atomiques et avec la température. Ces questions, restées longtemps au point mort, connaissent aujourd'hui un vif regain d'activité lié en partie aux progrès des techniques expérimentales.

Ce même rapport insistait aussi sur les anomalies de la susceptibilité et de la chaleur spécifique au voisinage du point de Curie et sur ce qu'on appelait la question des deux points de Curie. Depuis, ces ques-

tions ont toujours retenu l'attention des théoriciens et font l'objet de progrès réguliers rendus difficiles par les difficultés mathématiques et le danger des moindres approximations.

Il est très curieux de remarquer que l'on tende à revenir au point de vue primitif de P. Weiss : c'est-à-dire traiter les anomalies au voisinage du point de Curie au moyen d'une équation d'état convenable. La convergence des résultats obtenus en partant soit du continu, soit du discontinu est remarquable.

C'est aussi dans cette réunion de 1939 qu'il fut question pour la dernière fois du « magnéton expérimental » et des « droites coudées ». Dans ce dernier cas, il s'agissait de certaines substances dans lesquelles la variation thermique de la susceptibilité, dans la représentation $(1/\chi, T)$, consistait en une série de droites qui se raccordaient sans discontinuité et que l'on attribuait à des « états magnétiques » différents. Il s'agissait la plupart du temps de pures illusions liées à une foi exagérée dans la généralité de la loi de Curie-Weiss : ainsi on décomposait en droites successives l'hyperbole des ferrimagnétiques. Quelquefois aussi des effets secondaires devaient déformer les courbes mais, comme le remarque Stoner au cours des discussions, « les arbres ne devaient pas cacher la forêt ».

Pour le platine cependant, G. Foëx, qui était un expérimentateur habile et soigneux, observait d'une expérience à l'autre des variations de susceptibilité de quinze pour cent. Bien qu'il ne s'agisse certainement pas de changements d'état magnétique, il serait peut-être intéressant de rechercher le facteur qui est à l'origine de ces variations encore inexplicables.

Finalement, on peut caractériser cette réunion de 1939 en disant qu'elle a été consacrée à un petit nombre de sujets, mais de caractère fondamental et difficile : en général, les mêmes questions nous préoccupent encore aujourd'hui.

Après celle de Strasbourg, la première grande réunion internationale fut le Colloque de Grenoble de 1950. Dix années s'étaient passées au cours desquelles les relations scientifiques internationales furent très réduites, aussi bien sur le plan des individus que celui de la diffusion des périodiques. Chose curieuse et bien contraire à l'opinion communément admise, cet isolement ne fut pas préjudiciable à la découverte. Jamais plus de choses nouvelles ne furent présentées qu'en juillet 1950 et, fait encore plus remarquable, la plupart du temps sur des questions étrangères à celles qui faisaient l'objet des préoccupations de 1939. Tout s'est passé dans les différents laboratoires, comme si les chercheurs, cessant de suivre des directives extérieures et de choisir des sujets retenant l'attention générale, avaient puisé dans leur propre fond et repensé d'une manière autonome les problèmes du magnétisme pour découvrir des sujets originaux.

Parmi ces nouvelles acquisitions, citons les belles recherches des Bell Laboratories sur les domaines élémentaires et les déplacements des parois de Bloch ; aux U. S. A. encore la découverte de la résonance ferromagnétique ; à Grenoble, la question du ferrimagnétisme et des ferrites qui prit rapidement un caractère beaucoup plus achevé et satisfaisant que le ferromagnétisme des métaux ; le rôle des champs démagnétisants internes dans les processus d'aiman-

tation technique, les lois d'aimantation des monocristaux, l'explication des lois de Rayleigh relatives aux champs faibles, le traînage de fluctuations thermiques, les propriétés des grains fins. Enfin, citons le développement spectaculaire de nos connaissances sur l'antiferromagnétisme, auquel le droit de cité n'avait pas encore été reconnu en 1939, malgré les courageuses déclarations de Kramers.

La réunion de 1950 fut aussi marquée par l'intérêt porté aux applications pratiques du magnétisme. Alors que la réunion de 1939 s'était retranchée dans la pure recherche fondamentale, on parle maintenant d'aimants permanents, de noyaux magnétiques utilisables en haute fréquence : théoriciens, expérimentateurs et ingénieurs nouent des dialogues fructueux. Le magnétisme appliqué s'est si bien développé depuis qu'il fait l'objet maintenant de conférences spécialisées et c'est bien dommage.

Que dire maintenant du Colloque de Grenoble de 1958. Ce sont les développements de la diffraction des neutrons et la détermination des structures magnétiques ; la découverte des structures non colinéaires, comme l'hélimagnétisme, en liaison avec les interactions entre seconds et troisièmes voisins ; l'étude des transitions entre ferro-, antiferro- et héli-magnétisme ; l'étude des ondes de spin, de leur dispersion et de leurs interactions, notamment avec les phonons ; l'étude des couches minces ; l'étude des alliages dilués et les développements théoriques correspondants.

Enfin apparaissent pour la première fois d'une manière extensive, les terres rares, leurs alliages, leurs composés, notamment les ferrites grenats : tous ces corps nouveaux aussi intéressants par leurs applications nombreuses et variées que par la richesse des informations qu'ils apportent aux théoriciens

avec la variété de leurs moments magnétiques et la multiplicité des substitutions possibles.

Depuis lors, la recherche de composés nouveaux, de préférence sous forme monocristalline, a été poursuivie avec une extraordinaire activité. Sans doute faut-il faire la part du désir de trouver des composés à propriétés exceptionnelles que réclament les gadgets de notre société de consommation. Sans doute aussi les expérimentateurs doivent-ils satisfaire les théoriciens qui, les cadres généraux théoriques étant désormais à peu près fixés, désirent aboutir à une compréhension profonde et quantitative des propriétés d'un corps donné. Il faut bien voir que dans cette optique, chaque cas est un cas particulier : par exemple à la possible exception des éléments du système cubique, les surfaces de Fermi de deux corps différents se ressemblent rarement et on sait l'extraordinaire sensibilité à la structure des propriétés magnétiques. Fort heureusement, toute une série de nouvelles techniques, effet Mössbauer, résonance magnétique nucléaire, etc..., apportent à ces recherches des renseignements supplémentaires précieux.

Ce que sera le colloque d'aujourd'hui, nous n'en dirons rien maintenant, nous le jugerons ensemble. Tout au plus regretterai-je personnellement le faible intérêt que l'on attache aujourd'hui à l'hystérésis et à ses manifestations, tant du point de vue expérimental que théorique. Il est vrai que c'est un sujet difficile et ingrat, mais il n'en reste pas moins que l'hystérésis constitue une des caractéristiques essentielles du ferromagnétisme : c'est bien en effet grâce à l'hystérésis que la magnétite a attiré l'attention des premiers physiciens il y a trois mille ans et que Pierre de Maricourt, dit le Pèlerin, a élaboré au XIII^e siècle la première théorie magnétique.