



# **Les rapports gyromagnétiques (magnéto-mécaniques) de quelques ferromagnétiques du groupe du fer**

André J.P. Meyer

## **► To cite this version:**

André J.P. Meyer. Les rapports gyromagnétiques (magnéto-mécaniques) de quelques ferromagnétiques du groupe du fer. *Journal de Physique et le Radium*, 1951, 12 (3), pp.303-304. [⟨10.1051/jphys-rad:01951001203030300⟩](https://hal.science/jpa-00234386). [⟨jpa-00234386⟩](https://hal.science/jpa-00234386)

**HAL Id: jpa-00234386**

**<https://hal.science/jpa-00234386v1>**

Submitted on 4 Feb 2008

**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.



HAL Authorization

## LES RAPPORTS GYROMAGNÉTIQUES (MAGNÉTO-MÉCANIQUES) DE QUELQUES FERROMAGNÉTIQUES DU GROUPE DU FER

PAR ANDRÉ J. P. MEYER,  
Institut de Physique, Strasbourg.

**Sommaire.** — Les rapports gyromagnétiques mesurés du fer et du nickel font considérer le spin de l'électron comme seul porteur de moment effectif dans ces métaux. L'expérience permet d'appliquer la même conclusion à des alliages de même densité électronique, mais dont les points de Curie et les moments à saturation diffèrent; on en déduit que ces deux grandeurs doivent, dans une certaine mesure, être en relation entre elles.

**A. Eléments ferromagnétiques.** — Les facteurs de Landé  $g$  des ferromagnétiques du groupe fer, cobalt, nickel, déduits d'expériences gyromagnétiques [1] sont essentiellement connus grâce aux nombreuses expériences de Barnett. Les résultats de Barnett, quoique admis généralement, ne sont cependant pas en accord avec ceux d'autres auteurs, notamment de Sucksmith, Chattok et Bates. En effet Barnett indique pour les ferromagnétiques du groupe du fer des facteurs dont la moyenne s'établit aux environs de  $g = 1,9$  tandis que les facteurs de Landé donnés par les autres expérimentateurs oscillent autour de  $g = 2,0$  et font supposer que l'électron tournant est seul porteur de moment effectif dans les ferromagnétiques étudiés. En vue de lever ce désaccord nous avons repris ces mesures.

Le rapport gyromagnétique  $\rho = \frac{j}{\mu} = \frac{2mc}{ge}$  a été mesuré par l'effet Einstein-de Haas au moyen de la méthode de résonance forcée de Coeterier [2]. L'appareil a été mis au point de façon à obtenir un maximum de précision d'environ 1 pour 100 sur une mesure individuelle. Les mesures ont été faites sur des tiges homogènes coulées de 150 mm de long et 3 mm de diamètre. Les champs utilisés sont de l'ordre de 10 gauss, les amplitudes gyromagnétiques observées de 10 à 20 cm.

Le Tableau I donne les résultats des mesures du fer et du nickel. Il n'a pas été possible de mener à bien les mesures sur le cobalt; par suite de la grande dureté magnétique du cobalt, la tige à étudier possède un moment horizontal intrinsèque important qui empêche une mesure précise de l'effet gyromagnétique.

Nous rappelons que le terme  $|I-II|$  introduit par Barnett représente la valeur absolue de la différence de deux valeurs de  $\rho \frac{e}{mc} = \frac{2}{g}$  obtenues

pour deux mesures successives, faites avant et après inversion des fils d'amenée de courant à l'inverseur automatique précédant la bobine d'induction.

TABLEAU I.

	Nombre de mesures.	$ I-II _{\max}$ pour la série.	$ I-II $ pour la série.	$\frac{e}{\rho mc}$	$\bar{g}$
Fe.....	8	0,022	0,010	0,996	$2,008 \pm 0,007$
Ni.....	2	0,004	0,002	1,002	$1,996 \pm 0,003$

Les facteurs de Landé trouvés semblent devoir correspondre aux erreurs près à des facteurs réels  $g = 2,00$ . Nos expériences nous permettent donc de confirmer les résultats de Sucksmith, Chattok et Bates. Dans le fer et le nickel l'électron tournant est seul porteur de moment effectif.

**B. Les alliages isoélectroniques.** — R. Forrer [3] a attiré l'attention sur le problème posé par des alliages ferromagnétiques possédant un même nombre moyen d'électrons et appelés par lui isoélectroniques. Des alliages à même densité électronique mais de différente composition cristallisent d'habitude dans un même réseau, dans ce cas avec une même distance réticulaire, et possèdent cependant des points de Curie et des moments atomiques différents. R. Forrer proposa de mettre ces deux grandeurs en relation <sup>(1)</sup>. S'appuyant sur les expériences de Barnett il attribue la variation de moment atomique observée à un petit moment orbital variable suivant la nature de l'alliage, moment orbital qui s'ajouterait à un moment de spin constant pour un nombre électronique donné.

Si cette conception était correcte, des alliages

<sup>(1)</sup> Pour le détail du mécanisme proposé, voir le rapport de M. Taglang.

isoélectroniques de différente composition devraient se distinguer par des facteurs de Landé différents, leurs différences étant en rapport simple avec celles des moments. Afin de voir si le mécanisme proposé est correct nous avons mesuré les constantes gyromagnétiques de quatre alliages, isoélectroniques deux à deux. Les résultats de nos expériences sont rassemblés au Tableau II.

TABLEAU II.

$\bar{Z}$ .	$\theta(^{\circ}\text{C})$ .	$\mu_B$ .	$g$ .
<i>Cube à faces centrées.</i>			
27	FeNi.....	527 1,673	$1,988 \pm 0,017$
	(FeNi) — CO		
	73,5 pour 100 at CO...	990 1,728	$2,017 \pm 0,022$
<i>Cube centré.</i>			
26,5	FeCo.....	1100 (*) 2,42	$1,998 \pm 0,015$
	Fe <sub>3</sub> Ni.....	700 2,12	$2,070 \pm 0,072$

(\*) Point de Curie extrapolé.

Les facteurs de Landé trouvés peuvent correspondre aux erreurs d'expérience près à des facteurs réels  $g = 2,00$ . La mesure de Fe<sub>3</sub>Ni est rendue délicate et l'erreur importante par suite de sa dureté magnétique déjà appréciable.

D'après ces résultats les différences de moments d'alliages isoélectroniques ne peuvent donc être attribuées à un moment orbital variable comme proposé par R. Forrer.

Les moments de ces alliages comme ceux du fer et du nickel sont dus au seul spin des électrons porteurs de moment. Leur nombre qui est donné par le moment atomique mesuré si on admet le parallélisme de tous les porteurs à la saturation, serait variable avec le point de Curie. Ce fait traduirait une activation partielle des électrons 3d vers des états supérieurs en liaison avec l'énergie d'interaction. En effet cette énergie traduite par le point de Curie représente un phénomène localisé entre atomes voisins et est différente suivant les atomes en présence malgré la constance du nombre électronique moyen.

En tenant compte de nos résultats qui portent

sur deux éléments et quatre alliages, il est probable qu'on puisse généraliser et s'attendre à ce que tous les ferromagnétiques cubiques du système fer-cobalt-nickel soient caractérisés par des facteurs de Landé  $g = 2,00$ . L'aimantation de ces corps à leur état ferromagnétique est donc à attribuer au seul spin de l'électron.

*Remarque de M. Stoner.* — Il est très commode pour les théoriciens que le spin de l'électron soit le seul porteur de moment dans les métaux et les alliages. Je veux poser deux questions : la première, comment expliquer les résultats tout à fait différents de Barnett ? la seconde, adressée peut-être à M. Vlan Vleck, comment expliquer l'anisotropie magnétocristalline lorsqu'il n'y a pas contribution des moments orbitaux ?

*Réponse de M. Van Vleck.* — On doit s'attendre à une correspondance entre l'anisotropie et les déviations du rapport gyromagnétique de la valeur 2. Par exemple, si on utilise un modèle d'anisotropie basé sur un couplage pseudo-dipolaire, on trouve que l'anisotropie est proportionnelle à  $(g-2)^4$  (voir la dernière phrase de la section 8 de mon rapport ; avec ce modèle, l'anisotropie est proportionnelle au carré de la constante  $D$  de l'équation (29).

*Réponse de M. Meyer.* — Il m'est difficile d'émettre une opinion sur les résultats et les mesures de Barnett qui s'étendent sur un espace de temps très long et qui sont certainement très précis. Je voudrais cependant insister sur le fait que j'ai effectué mes mesures des facteurs de Landé des alliages isoélectroniques afin de trouver une relation entre le moment à saturation et le moment orbital déduit des mesures de Barnett. Après mes premières expériences qui fournirent  $g = 2,00$ , j'ai en vain cherché quelle erreur systématique pouvait affecter mes mesures. Au cas où mes résultats seraient malgré tout erronés, en valeur absolue, ce qui est très peu probable, ils ne le seraient certainement pas en valeur relative et toutes les substances étudiées posséderaient alors à peu de chose près le même facteur de Landé.

## BIBLIOGRAPHIE.

[1] Pour une revue d'ensemble du sujet, voir : BATES C. F. — *Modern Magnetism*, 1947, p. 202. — BECKER-DOPING. — *Ferromagnetismus*, 1939, p. 72.

[2] COETERIER F. — *Helv. Phys. Acta*, 1935, **8**, 522.

[3] FORRER R. — *J. Phys. Rad.*, 1940, **1**, 74.