



Cristal, magnétisme et neutrons : de Néel à Fert

Néel a imaginé l'antiferromagnétisme. Les neutrons en ont prouvé l'existence. Fert et Grunberg ont découvert la « magnétorésistance géante » en réalisant des cristaux antiferromagnétiques artificiels. Il en a résulté des applications d'une grande importance dans la vie de tous les jours...



Cristal artificiel en « multicouches »
comme dans un millefeuille, tel qu'ils sont réalisés pour obtenir les propriétés de Magnéto-Résistance-Géante(GMR).
La «MagnétoRésistance Géante» est une propriété étonnante :
(1) si les couches d'atomes magnétiques sont aimantées dans le même sens, le courant électrique passe: la résistance est faible;
(2) si les couches sont aimantées dans des sens opposés, le courant passe mal, la résistance est très élevée. Nous pouvons modifier les propriétés électroniques de ces cristaux artificiels en jouant sur leurs empilements successifs. Plus de 600 millions de têtes de lecture GMR sont fabriquées par an dont peut être celle du lecteur MP3 qui est dans votre poche.
© INAC-CEA-Grenoble

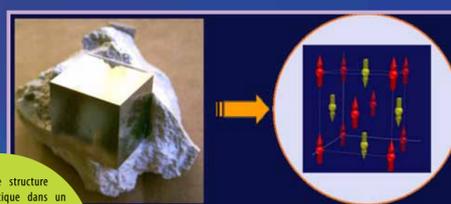
Dans un cristal magnétique l'ordre des moments magnétiques se superpose à l'ordre des atomes. Ces moments magnétiques des atomes peuvent s'illustrer par l'orientation des flèches de minuscules boussoles. Comme les Rayons X permettent de voir l'ordre des atomes, les neutrons permettent de voir l'ordre magnétique, car les neutrons sont eux-mêmes des minuscules boussoles : ils possèdent un moment magnétique.

1970 : Le prix Nobel de Néel

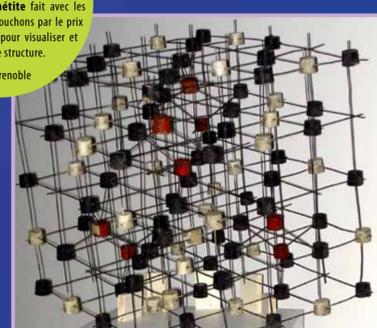
En 1932, Néel imagine un ordre particulier, une alternance des moments magnétiques dans un sens et dans l'autre : l'antiferromagnétisme. Cela permet d'expliquer le comportement de certains matériaux magnétiques, mais cette idée va à l'encontre des théories de l'époque. Dix-sept ans plus tard, l'observation d'un cristal d'oxyde de manganèse, grâce aux neutrons, confirme l'existence d'un tel ordre.

2007 : Les prix Nobel de Fert et Grunberg

En réalisant un empilement de couches très fines (quelques nanomètres ou millièmes de mm), et en alternant des couches magnétiques et des couches non magnétiques, ils imaginent et fabriquent un cristal magnétique artificiel qui permet de contrôler à souhait le courant. Ils découvrent la propriété de MagnétoRésistance Géante, qui permet une plus grande miniaturisation des têtes de lecture et l'existence des disques durs de grande capacité.



Exemple de structure antiferromagnétique dans un cristal de forme cubique, ou ordre plus complexe comme dans la Magnétite
Modèle de la **Magnétite** fait avec les fils de fer et des bouchons par le prix Nobel Louis Néel, pour visualiser et comprendre cette structure.
© L. Néel-Grenoble



Réseaux de boussoles
Les différents ordres des moments magnétiques d'un cristal peuvent se visualiser par les orientations respectives des flèches de petites boussoles qui représentent les atomes magnétiques. Plusieurs arrangements sont possibles:
- orientés n'importe comment, c'est le désordre ou le paramagnétisme
- tous parallèles, c'est le ferromagnétisme
- plus subtil, alternativement dans un sens et dans l'autre : c'est l'antiferromagnétisme
- et il en existe beaucoup d'autres ...
© L. Néel-Grenoble

