**Cours numéro 02 :**

Cours de M. Mihoub Med Larbi

Suite Partie Matériaux Magnétiques

**III.13. Magnétisme microscopique**

Existence des domaines élémentaires :

Un matériau Ferro ou ferromagnétique de volume suffisant se divise spontanément en un grand nombre de régions plus petites qu’on appelle les domaines élémentaires (Fig.11).

A l’intérieur d’un domaine, tous les moments magnétiques sont parallèles de telle sorte que l’aimantation d’un domaine est exactement l’aimantation à saturation JS et entre deux domaines c’est l’orientation de JS.

Une telle structure à une échelle intermédiaire entre l’échelle atomique d’une part et notre échelle d’autre part, à était introduite par P.WEISS en 1907. En même temps que les champs moléculaires, pour expliquer comment une substance ferromagnétique peut ne pas être toujours aimantée à saturation. Cette idée n’a reçue pendant très longtemps qu’un accueil très sceptique au moins jusqu’à ce que BITTER observe les premiers domaines vers 1932 – 1933, or cette subdivision en domaines n’est nullement qu’un caprice de la nature, c’est un phénomène logique : les domaines élémentaires prennent naissance spontanément car cela permet d’abaisser l’énergie du système en particulier son énergie magnétostatique.

La genèse des domaines :

La structure en domaines a une échelle intermédiaire qu’on appelle ici échelle macroscopique, n’est autre qu’un conflit permanant entre tendance opposées.

* D’une part, l’énergie d’échange (à échelle atomique) tend à maintenir tous les moments atomiques parallèles les uns aux autres, ce qui favorise en permanence l’établissement d’une aimantation uniforme qui s’oppose à une aimantation uniforme J = JS .
* D’autre part, l’énergie magnétostatique ( à notre échelle ), qui s’oppose à l’établissement d’une aimantation uniforme J = JS à cause de l’énèrgie magnétostatique ( WN ) correspondante.

La subdivision en domaines élémentaires, c’est le compromis trouvé par la nature entre deux tendances contradictoires. Comme dans tout compromis, aucune des deux tendances ne reçoit complète satisfation.

Par exemple, soit échonllon monocristalin de fer, en forme parallépipède rectangle, taillé parallèlement aux axes quartenaires du cristal.

* L’énérgie d’égange tend à réaliser la saturation et l’anisotropie magnétocrislline tend à orienter JS parallèlement à OZ ( Voir Fig.12) par exemple, mais alors il y a une énèrgie magnétocristalline importante.
* L’énergie magnétostatique la plus faible est obtenue quand tous les moments atomiques sont orientés aux hasards (dans toutes les directions).
* Le compromis consiste à subdiviser le monocristal en en régions plus petites aimantées chacune à saturation, mais dans des directions opposées (Fig.13). Cette figure un partage par des plans perpendiculaires à OY, d’aimantation restante parallèle à OZ. Si cette subdivision est assez poussée, elle permet d’abaisser notablement l’énergie magnétostatique. En effet le champ démagnétisant H’ ou par un moment magnétique quelconque devient très faible sauf près des deux surfaces chargées. Cette nouvelle situation a entrainé un accroissement de l’énergie d’échange pour tous les moments qui sont situés de part et d’autre d’une « paroi » de domaine.

On peut également imagier une subdivision encore plus favorable pour l’énergie magnétostatique.

**Paroi de BLOCK entre deux domaines (Fig.14) :**

On s’intéresse maintenant à la frontière entre deux domines adjacents, les moments magnétiques ne passent pas brutalement de l’orientation qui caractérise le domaine (1) à l’orientation du domaine (2). Une transition graduelle est effet favorable quand on considère l’interaction d’échange.

Imaginant une ligne d’atomes porteurs de moments appartenant à deux domaines à 180°.

-Dans la configuration (a), il y a une transition brutale.

- Dans la configuration (b), une transition progressive sur N moments.

Processus d’aimantation : Les modules des moments magnétiques étant fixés par la structure électronique, l’effet d’un champ extérieur ne peut être qu’un effet d’orientation. Plusieurs types de rotation sont à considérer.

**Orientation cohérente :** Les momentsinitialement orientés dans les directions de facile aimantation du cristal peuvent tourner en bloc sous l’effet du champ extérieur appliqué, il est d’autant plus facile que l’anisotropie est plus faible. Il modifie l’énergie magnétostatique et ne devient important que dans les champs importants (approche à la saturation).

**Les déplacements de paroi :** Sous l’effet du champ extérieur, il peut y avoir rotation de quelques-uns des moments appartenant seulement à la paroi et son voisinage, ce qui correspond à un déplacement de la paroi.

**Cas d’un modèle à une seule paroi:** tout déplacement de la paroi qui sépare les domaines JS1 et JS2 sous l’effet du champ interne Hi  entraîne une variation d’énergie par unité de surface.