

AIMANTATION DU FER ET DE L'ACIER

Expérience

Figure 1-1 - Alimentons la bobine de l'exemple précédent en courant continu : elle présente une aimantation insuffisante pour soulever les clous.

Figure 1-2. - Introduisons dans cette bobine un noyau de fer doux, les clous sont alors énergiquement attirés

Coupons le courant d'alimentation, les clous retombent : l'aimantation prise par le fer doux est une aimantation temporaire.

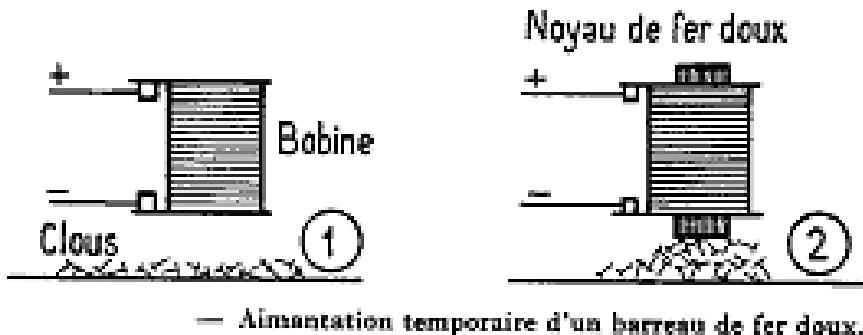


Fig 1

Interprétation du phénomène : perméabilité magnétique.

Le fer canalise les lignes d'induction. On dit qu'il est plus "**PERMÉABLE**" que l'air.

Le champ magnétique de la bobine crée, dans tout milieu, un champ d'induction magnétique dont l'intensité est représentée, dans l'air par B_0 , dans le fer par B .

Nous constatons par l'expérience que B est plus grand que B_0 .

Posons : $B / B_0 = \mu_r$ (μ : lettre grecque mu)

Le coefficient μ_r mesure la **perméabilité relative** (c'est-à-dire par rapport à l'air) du noyau de fer utilisé.

En effet, nous avons établi une relation générale entre l'excitation magnétique (H) et le champ produit dans l'air (B_0) : $B_0 = \mu_0 \cdot H$. A partir de la relation précédente, nous pouvons écrire.

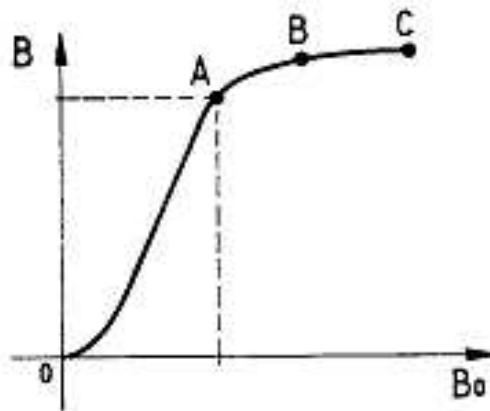
$$\begin{aligned} B &= \mu_r \cdot B_0 \\ B &= \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H \\ B &= \mu \cdot H \end{aligned}$$

ou : $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$ est la perméabilité absolue du milieu.

Courbe d'aimantation. Cycle d'hystéresis.

Grâce à un dispositif expérimental que nous ne décrirons pas ici, il est possible, pour un matériau ferromagnétique donné, d'étudier les variations de B en fonction de B_0 .

Si le matériau n'a jamais subi l'aimantation, l'allure de la courbe obtenue est celle de la figure 2 (courbe de première aimantation)



— Courbe de première aimantation :
 B_0 : induction magnétisante donnée par la bobine (calculée avec $B_0 = \frac{4\pi}{10^3} nI$).
 B : induction magnétique dans le matériau (mesurée au fluxmètre).

Fig 2

Nous pouvons faire les remarques suivantes; puisque $\mathbf{B} = \mu_r \cdot \mathbf{B}_0$:

- Pour la partie OA, μ_r est grand,
 - Pour la partie AB, μ_r diminue rapidement,
 - Pour la partie BC, μ_r est presque constant.

On dit qu'il y a saturation magnétique du matériau.

Il apparaît alors que la perméabilité relative d'un matériau ferromagnétique n'est pas une constante : elle diminue à partir d'une certaine valeur (point A) du champ magnétisant.

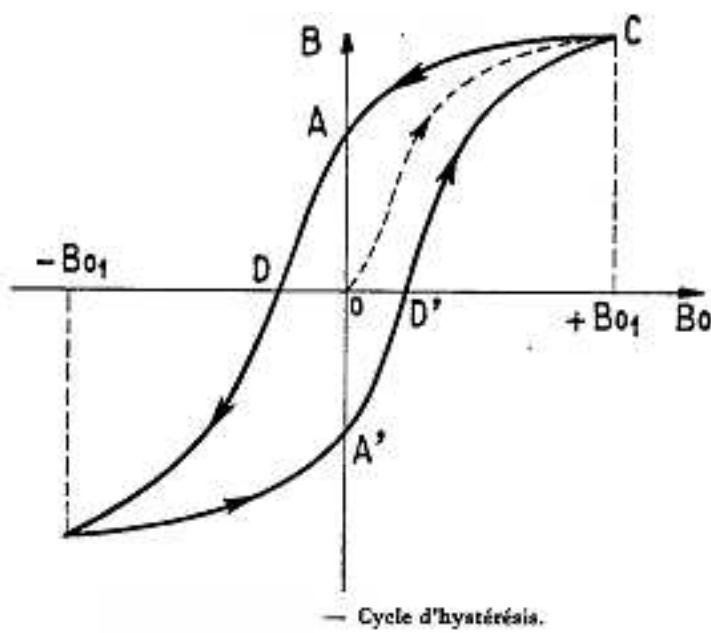
Avec un noyau magnétique de composition différente, la courbe d'aimantation a toujours la même allure générale mais la saturation est atteinte plus ou moins vite : la perméabilité

Continuons l'exploration en faisant décroître B_0 (fig 3). On constate que la courbe obtenue ne se superpose pas avec la courbe précédente (courbe CA) : il y a retard à la désaimantation; c'est ce phénomène que l'on appelle **HYSTERESIS**.

Quand B_0 est nul, il reste encore une certaine aimantation dans le matériau : l'aimantation rémanente dont l'induction est représentée par OA (fig 15).

Changeons le sens de B_0 (par inversion de l'intensité magnétisante dans la bobine), pour une certaine valeur du champ magnétisant, l'aimantation disparaît. Ce champ est appelé champs coercitif ; il correspond à une induction magnétisante représentée par OD (fig 3)

En continuant les variations de B_0 jusqu'à $-B_{01}$ puis en revenant à $+B_{01}$ on obtient une courbe fermée appelée cycle d'hystéresis.



La connaissance du cycle d'hystérésis d'un matériau est intéressante quant à son emploi dans la construction d'appareils ou de machines électriques:

- si le champ coercitif est faible, la désaimantation sera facile, le matériau sera inutilisable pour faire des aimants permanents (cas du fer ou de l'acier doux);

- si le cycle a une grande surface (on démontre que le matériau s'échauffe d'autant plus que cette surface est grande quand il est placé dans un champ magnétisant variable, cas du courant alternatif), il y aura une grande perte de puissance dans les machines où le matériau sera utilisé.

Remarque.

Si nous reprenons l'expérience de la figure 13-2 en remplaçant le barreau de fer doux par un barreau d'acier, nous constatons que ce barreau conserve une grande partie de son aimantation après la disparition du champ magnétisant. Cette aimantation permanente permet d'en faire un aimant artificiel.