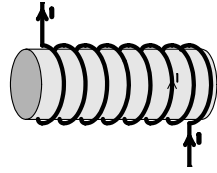
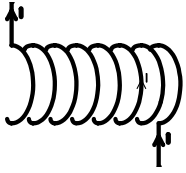


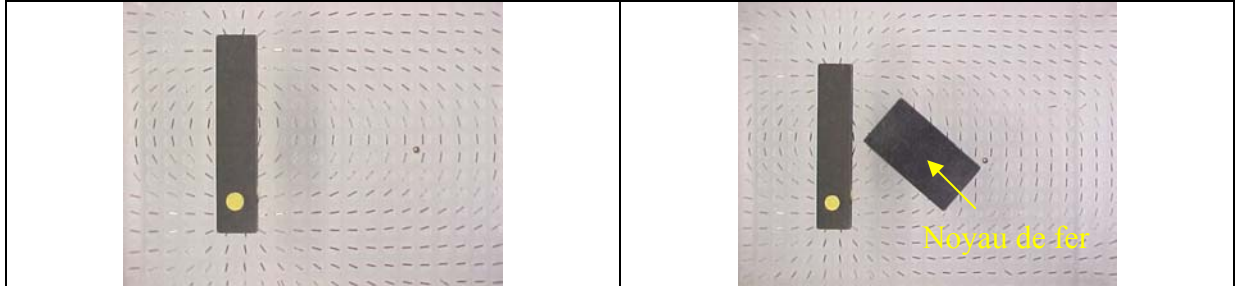
## 1°) Ferromagnétisme

### 1.1°) Mise en évidence expérimentale

#### a) Expérience n°1

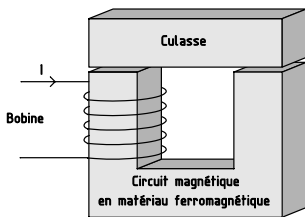


On mesure le champ magnétique à l'intérieur d'un solénoïde traversé par un courant continu  $I$ .  
 $B_0 = \mu_0 \cdot N \cdot I / l$  (dans l'air ou le vide).  
 Si on introduit un noyau de fer ou d'acier, l'intensité du champ magnétique augmente ( $B > B_0$ )

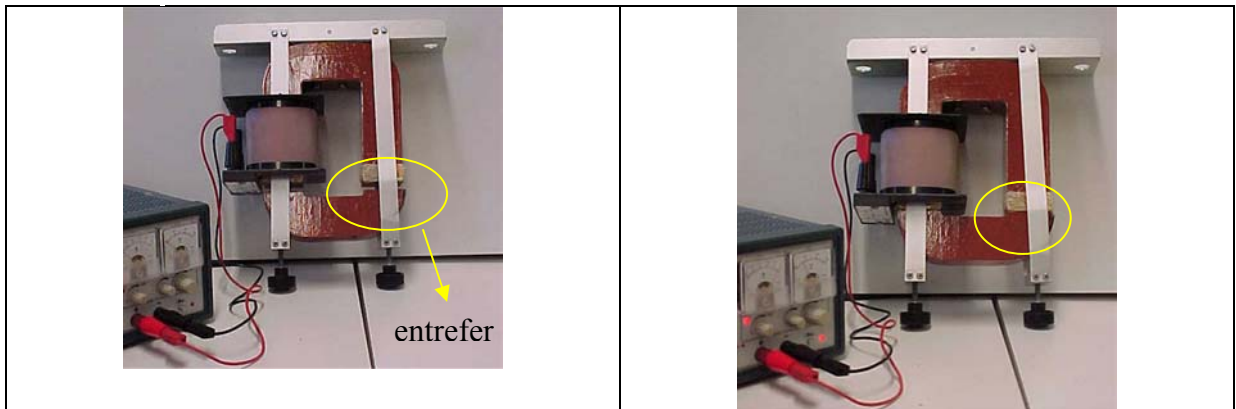


**Les matériaux ferromagnétiques modifient les propriétés du champ magnétique.**

#### b) Expérience n°2

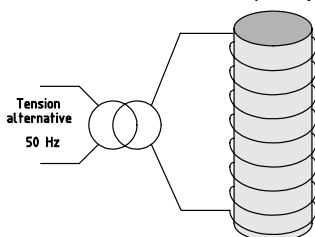


Une bobine enroulée sur un circuit magnétique est traversée par un courant continu  $I$ .  
 Le circuit magnétique devient alors aimanté (impossibilité de retirer la culasse).  
 Si on coupe le courant, le circuit reste légèrement aimanté.



**Soumis à un champ magnétique, les matériaux ferromagnétiques deviennent aimantés.**

#### c) Expérience n°3



L'acier s'échauffe plus fortement que le fer doux.  
**Soumis à un champ magnétique variable (bobine alimentée en alternatif), les matériaux ferromagnétiques entraînent des pertes plus ou moins importantes selon leur nature.**

## 2°) Vecteur excitation magnétique

### 2.1°) Définition

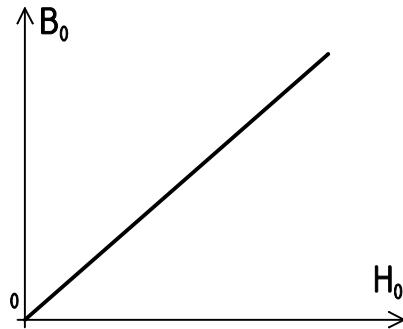
Pour créer dans un matériau un champ magnétique  $\vec{B}$ , il faut lui fournir une excitation magnétique notée  $\vec{H}$ .

Champ magnétique et excitation magnétique sont liés par la relation :

$$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$$

avec  $\mu$  : perméabilité magnétique du milieu

$$\mathbf{B} = \mu \cdot \mathbf{H} \quad \text{B en Tesla (T) et H en A.m}^{-1}$$



### 2.2°) Remarques

\* Dans l'air ou dans le vide, la relation s'écrit  $B_0 = \mu_0 \cdot H_0$  avec  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  (U.S.I.) =  $c^{ste}$   
 Dans l'air ou dans le vide, le champ magnétique est proportionnel à l'excitation magnétique.

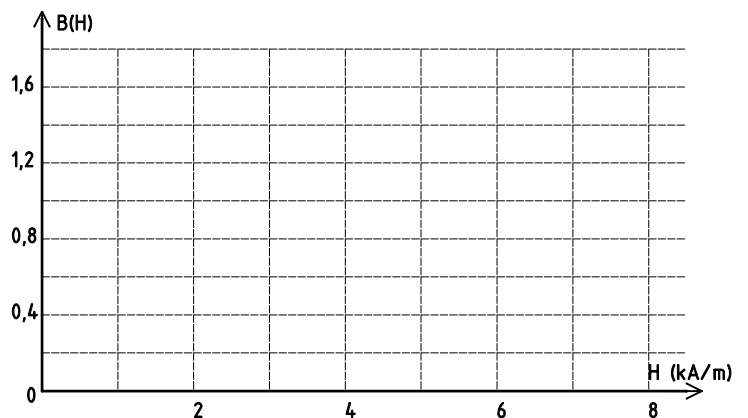
\* Dans le cas d'un solénoïde plongé dans l'air, on peut écrire :  $B_0 = \mu_0 \cdot N \cdot I / l$  et  $B_0 = \mu_0 \cdot H_0$

D'où :  $H_0 = N \cdot I / l$

## 3°) Aimantation des matériaux ferromagnétiques

On trace l'évolution de l'intensité B du champ magnétique dans un matériau ferromagnétique (initialement désaimanté) en fonction de l'intensité H de l'excitation magnétique fournie.

	Fonte de fer	Acier coulé
H (A/m)	B <sub>1</sub> (H)	B <sub>2</sub> (H)
0	0	0
500	0,16	0,84
1000	0,3	1,1
2000	0,52	1,35
3000	0,65	1,5
4000	0,72	1,58
5000	0,8	1,64
6000	0,85	1,66
7000	0,89	1,70
8000	0,92	1,72



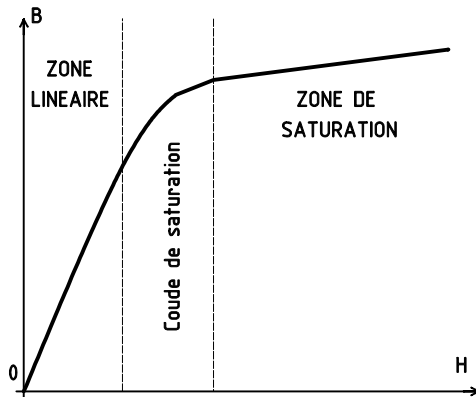
\* La courbe représentant B(H) est appelée **courbe de première aimantation**.

\* B et H ne sont plus proportionnels. La perméabilité des matériaux ferromagnétiques n'est donc plus constante.

Chapitre A.2.8 Milieux ferro ou ferri-magnétiques. Vecteur excitation magnétique  $\vec{H}$  Courbes d'aimantation Hystérésis Champ magnétique rémanent et excitation coercitive

\* Pour chaque matériau ferromagnétique, on obtiendra une nouvelle courbe de première aimantation.

### Description de la courbe de première aimantation



Toutes les courbes de première aimantation présente cette allure.

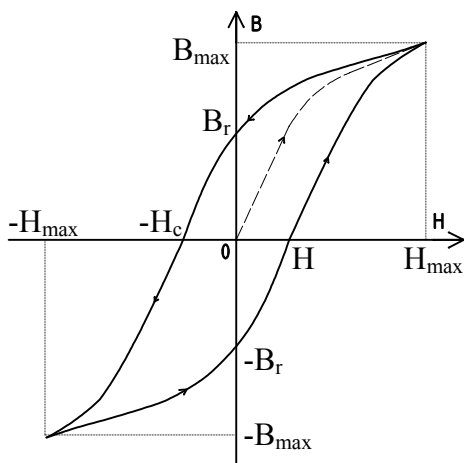
## 4°) Hystérésis

### 4.1°) Cycle d'hystérésis

On trace l'évolution du champ magnétique dans un matériau ferromagnétique en fonction d'une excitation magnétique alternative variant entre  $-H_{\max}$  et  $H_{\max}$

#### Vocabulaire :

- $B_r$  : **champ rémanent**, c'est à dire le champ restant dans le matériau lorsque  $H = 0 \text{ A.m}^{-1}$ .
- $H_c$  : **excitation coercitive**, c'est à dire l'excitation qu'il faut produire pour annuler le champ magnétique dans le matériau ferromagnétique.



On appelle **HYSTERESIS**, le dédoublement de la courbe d'aimantation  $B = f(H)$  mettant en évidence le retard à la désaimantation des matériaux ferromagnétiques.

Le phénomène d'hystérésis est responsable de l'échauffement des tôles des circuits magnétiques soumis à des champs variables.

#### 4.2°) Matériaux durs et matériaux doux

##### **Matériaux doux :**

- \* Cycle d'hystérésis étroit
- \* Champ rémanent  $B_r$  et excitation coercitive  $H_c$  faibles
- \* Pertes par hystérésis faibles
- \* Ils s'aimantent et se désaimantent très facilement

On les utilise pour réaliser des circuits magnétiques de machines (moteurs, génératrices, transformateurs, ...)

##### **Matériaux durs :**

- \* Cycle d'hystérésis large
- \* Champ rémanent  $B_r$  et excitation coercitive  $H_c$  importants
- \* Pertes par hystérésis importantes
- \* Ils s'aimantent et se désaimantent très difficilement

On les utilise pour réaliser des aimants permanents

