

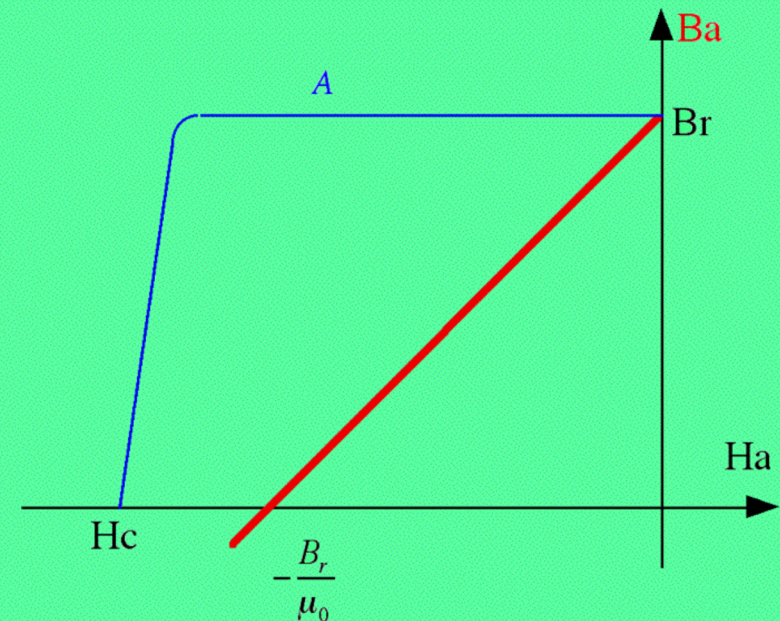
## Définition et obtention

On utilise le principe de l'**hystérésis** dans un matériau magnétique présentant des propriétés particulières : **Induction rémanente  $B_r$**  et **champ coercitif  $H_c$**  très élevés, aimantation quasi constante sur une large plage de champ.

Tout matériau magnétique, soumis à un champ  $H$ , génère une induction :  $\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \vec{A}$  avec  $\vec{A} = \mu_0 \vec{M}$  où  $M$  est le vecteur aimantation. Le procédé d'**aimantation intégrale** consiste à soumettre le matériau, en une seule fois, à un champ de très forte valeur (qqs milliers de kA/m).

Une fois aimanté, le matériau se comporte comme de l'air ( $\mu = \mu_0$ ). L'induction dans l'aimant est une droite de la forme :  $B_a = \mu_0 H + B_r$  (voir ci-contre)

Il faudra veiller à ce que le champ  $H_a$  utilisé ne s'approche pas de  $H_c$  :  $|H_a| < |H_c|$  afin de ne pas risquer la disparition de l'aimantation



## Matériaux usuels pour aimants

	AlNiCo (1)	Ferrites (2)	Samarium-Cobalt (3)	Fer-Néodyme-Bore (4)
Composition	aluminium, cobalt, nickel, cuivre, fer	oxyde de fer et de baryum ou strontium	Samarium, cobalt, fer cuivre	néodyme, fer, bore
Date	1932	1950	1966	1986
Br (T)	1 ---> 1,3	0,3 ---> 0,4	0,8 ---> 1	1 ---> 1,2
Hc (kA/m)	50 ---> 100	200 ---> 300	500 ---> 1500	1000 ---> 2000
BH <sub>max</sub> (kJ/m <sup>3</sup> )	50	30	200	250
Temp Maxi d'utilisation (°C)	500	300	300	175
Influence de la Temp sur Br	pas d'influence	décroît	peu d'influence	décroît
Influence de la Temp sur Hc	pas d'influence	croît	peu d'influence	décroît
Commentaires	Peu utilisé. Très faible tenue au champ démagnétisant	Bon marché, le plus utilisé	Onéreux (coût du Cobalt)	Onéreux (brevets)

## Matériaux usuels pour aimants

### Courbes caractéristiques

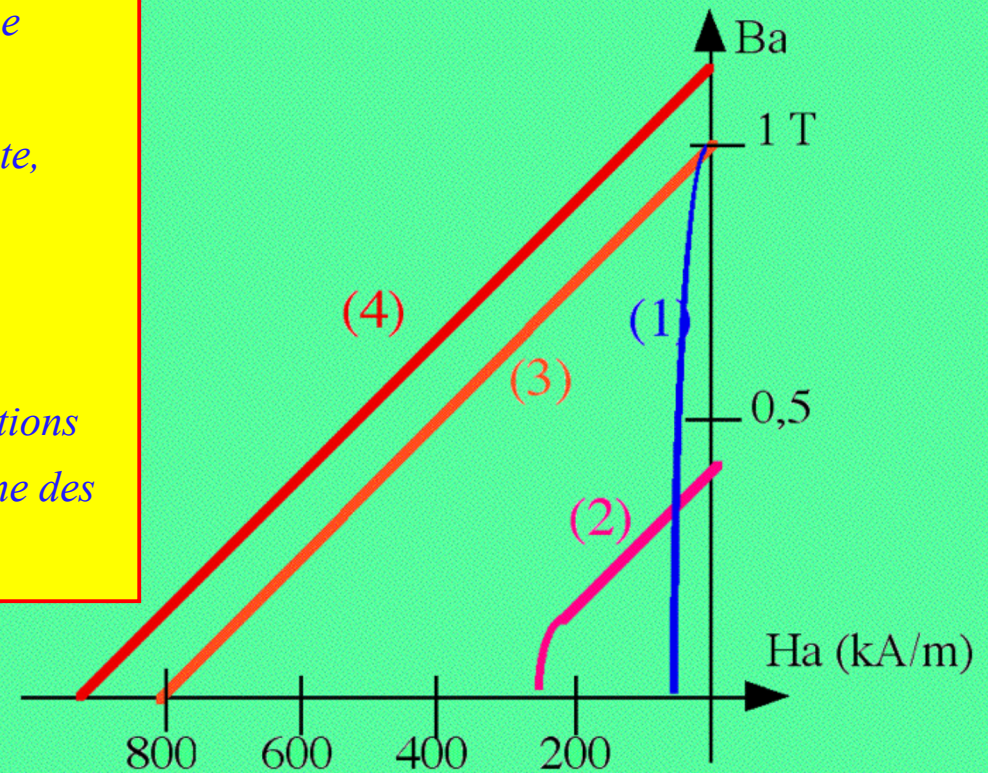
Les familles (3) et (4) sont les plus performantes. Le champ  $H_c$  est repoussé très loin dans une zone inaccessible.

La famille (2) est économiquement intéressante, mais moins performante avec un risque de

déaîmantation puisque  $|H_c| < \frac{B_r}{\mu_0}$

La famille (1) des Alnico est très atypique;

l'aimantation n'est pas constante et les conditions d'utilisation peuvent être délicates, phénomène des «droites de recul».



## Principe de calcul

### La droite de charge

Le théorème d'Ampère, appliqué au circuit ci-contre,

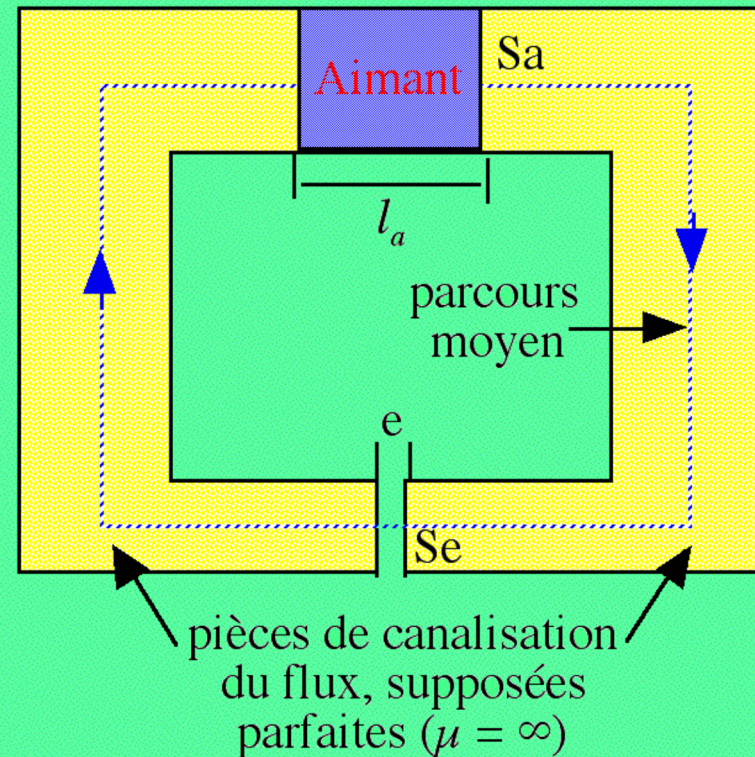
$$\text{donne : } H_a l_a + H_e e = 0 \Rightarrow H_a = -\frac{H_e e}{l_a} = -\frac{e}{\mu_0 l_a} B_e$$

Si on néglige les fuites, la conservation du flux s'écrit :

$$B_a S_a = B_e S_e$$

Il vient l'expression de la «**droite de charge**», liée au circuit et indépendante du matériau de l'aimant :

$$B_a = -\mu_0 \frac{S_e l_a}{S_a e} H_a$$

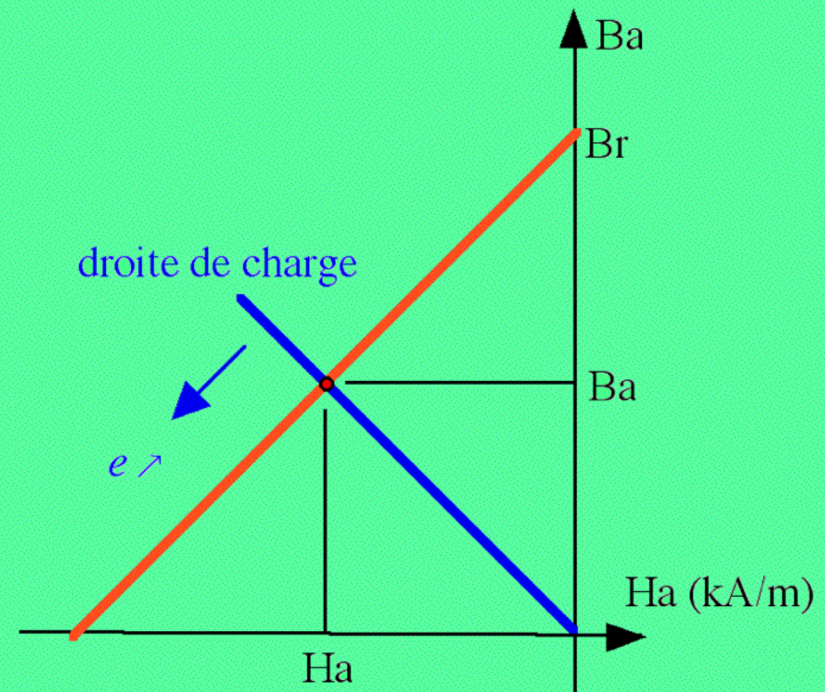


## Principe de calcul

### *Point de fonctionnement*

*Il se détermine par l'intersection de la droite de charge avec la caractéristique du matériau de l'aimant dans le plan  $(H_a; B_a)$ .*

*Pour un entrefer donné ( $S_e$  et  $e$ ), on règle sa position en jouant sur les dimensions de l'aimant  $S_a$  et  $l_a$ .*



## Principe de calcul

### Critère d'Evershed

Pour un entrefer donné ( $S_e$  et  $e$ ), le  $B_e$  fixe l'énergie magnétique :  $W_e = \frac{1}{2} \frac{B_e^2}{\mu_0} S_e e$   
donc le terme :  $B_a H_a S_a l_a$

Pour diminuer le coût de l'aimant, il convient de minimiser son volume  $S_a l_a$  d'où l'importance du « produit énergétique »  $(B.H)_{max}$  du matériau.

Si la caractéristique est linéaire, l'optimum est

$$\text{atteint pour } \begin{cases} B_a = \frac{B_r}{2} \\ H_a = -\frac{B_r}{2\mu_0} \end{cases}$$

La pente de la droite de charge est alors  $-\mu_0$

d'où :  $S_e l_a = S_a e$

