## Un AIMANT PERMANENT

c'est un objet

de dimensions macroscopiques 4 mg → 40 kg

réalisé en un matériau magnétiquement dur

capable ( après aimantation )

- de maintenir un flux d'induction magnétique
- tout en résistant à certaines conditions qui tendent à le désaimanter

( lui-même , courants , autres aimants , environnement , conditions thermiques , etc .... )

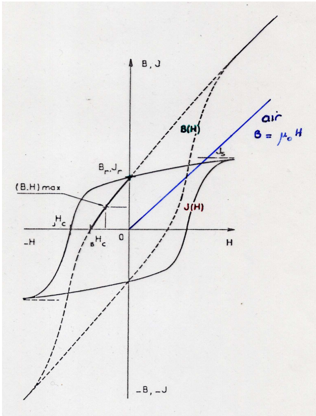



Fig. 5 Cycles d'Hystérésis B(H) et J(H)

## Points caractéristiques du cycle d'hystérésis J(H)

**Polarisation à saturation** $J_s$ –

( aimantation à saturation $M_s$ )

$J_s$ est fonction de :

- la nature des porteurs de moment magnétique
- la densité volumique de ces porteurs
- le type d'arrangement ( ferro. ou ferri. )
- la température

**Polarisation rémanente** $J_r$ –

$\frac{J_r}{J_s}$ dépend du matériau et de la technologie de fabrication

**Polarisation rémanente** $J_r$ –

$\frac{J_r}{J_s}$ dépend du matériau et de la technologie de fabrication

**Champ coercitif** $H_{cJ}$ –

$H_{cJ}$ est fonction - du matériau

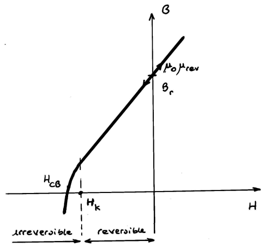
- de la qualité des grains élémentaires ( métallurgie des poudres )

## Points caractéristiques du cycle B (H)

**Perméabilité réversible** $\mu_{rev}$ –

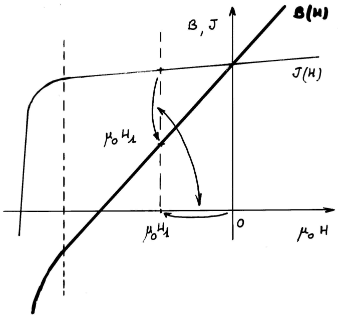
Dans le deuxième quadrant , entre $B_r$ et le début du coude ( désaimantation irreversible )

$$B = \mu_0 \mu_{rev} H + B_r$$

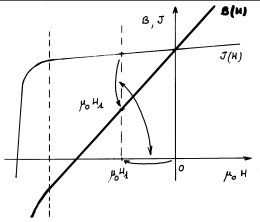



## Correspondance entre les cycles B(H) et J(H)

**Passage de l'un à l'autre**




$$B_1 = \mu_0 H_1 + J(H_1)$$




**Susceptibilité magnétique** $\chi_r$

Relation générale entre les grandeurs : $B(H) = \mu_0 H + J(H)$

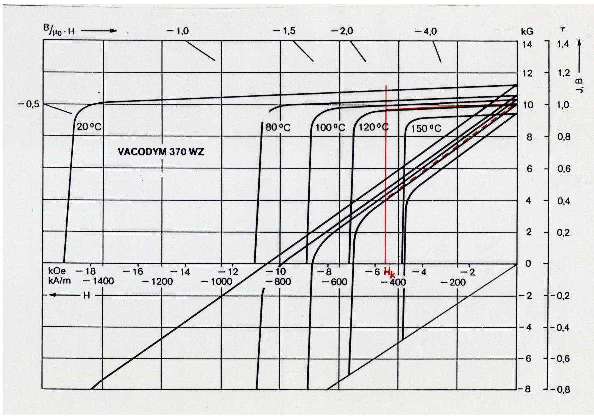
Equation de la partie linéaire de $B(H)$ : $B(H) = \mu_0 \mu_{rev} H + J_r$

$\Rightarrow$ equation de la partie linéaire de $J(H)$

$J(H) = \mu_0 (\mu_{rev} - 1) H + J_r$

$\chi_r = \mu_{rev} - 1$ susceptibilité magnétique

pente de la partie linéaire de $J(H)$



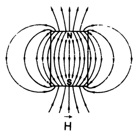

**Aimantation, champ et induction**


$\vec{M}$ : aimantation

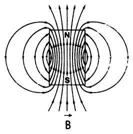
$\vec{J}$ : polarisation

$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \vec{J}$

$\vec{B} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{M})$




$\vec{H}$ champ d'excitation magnétique
" champ magnétique "




$\vec{B}$ champ d'induction magnétique
" induction "

**Les unités** $\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \vec{J}$

Système MKSA $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m

Induction $\vec{B}$
Polarisation $\vec{J}$ } Tesla (T)

Champ magnétique $\vec{H}$ Ampère/metre (A/m)

Energie volumique $(B.H)$ $J/m^3$

Système CGS

$\vec{B}$ en G $1\ G = 10^{-4}\ T$

$\vec{H}$ en Oe $1\ Oe = 80\ A/m \left(\frac{1000}{4\pi}\right)$

$(B.H)$ en G.Oe $1\ MGOe = 8\ kJ/m^3$

$\mu_0 = 1$ $\vec{B} = \vec{H} + \vec{J}$ $\vec{B} = \vec{H}$ dans l'air

Système CGS

$\vec{B}$ en G $1\ G = 10^{-4}\ T$

$\vec{H}$ en Oe $1\ Oe = 80\ A/m \left(\frac{1000}{4\pi}\right)$

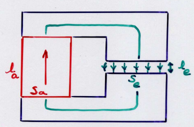
$(B.H)$ en G.Oe $1\ MGOe = 8\ kJ/m^3$

$\mu_0 = 1$ $\vec{B} = \vec{H} + \vec{J}$ $\vec{B} = \vec{H}$ dans l'air

Système $B(\mu_0 H)$

B et $(\mu_0 H)$ en Tesla $\vec{B} = (\mu_0 \vec{H})$ dans l'air

**Notion d'énergie volumique**




Conservation du flux

$B_a S_a = B_e S_e$

Theorème d'Ampère $\oint H\, dl = 0$

$H_a l_a + H_e l_e = 0$

Dans l'entrefer $B_e = \mu_0 H_e$

Conservation du flux

$$B_a S_a = B_e S_e$$

Theorème d'Ampère $\oint H\,dl = 0$

$$H_a l_a + H_e l_e = 0$$

Dans l'entrefer $B_e = \mu_0 H_e$

energie magnétostatique $E_e = \frac{1}{2}\iiint_v B.H\,dv$

$$E_e \# \frac{1}{2} B_e H_e S_e l_e$$

$$= -\frac{1}{2}\underbrace{B_a H_a}_{\text{energie volumique (en } J/m^3)}\underbrace{S_a l_a}_{\text{volume de l'aimant}}$$

Caracérisation de l'aimant par le $(B.H)_{max}$