Relation entre l'induction et le champ d'excitation magnétiques

Dans le vide

- Relation entre champ et induction : $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$
- μ_0 : **perméabilité magnétique** du vide.

Dans un matériau

- Vecteur aimantation $\vec{J} = \chi \vec{H}$
- χ est la **susceptibilité magnétique**.
- Nouvelles relations entre champ et induction : $\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{J}$

$$\vec{B} = \mu_0 (1 + \chi) \vec{H} = \mu_0 \mu_r \vec{H} = \mu \vec{H}$$

- μ est la **perméabilité absolue** ; μ_r la **perméabilité relative** du matériau

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Classification des matériaux d'un point de vue magnétique

Matériaux paramagnétiques

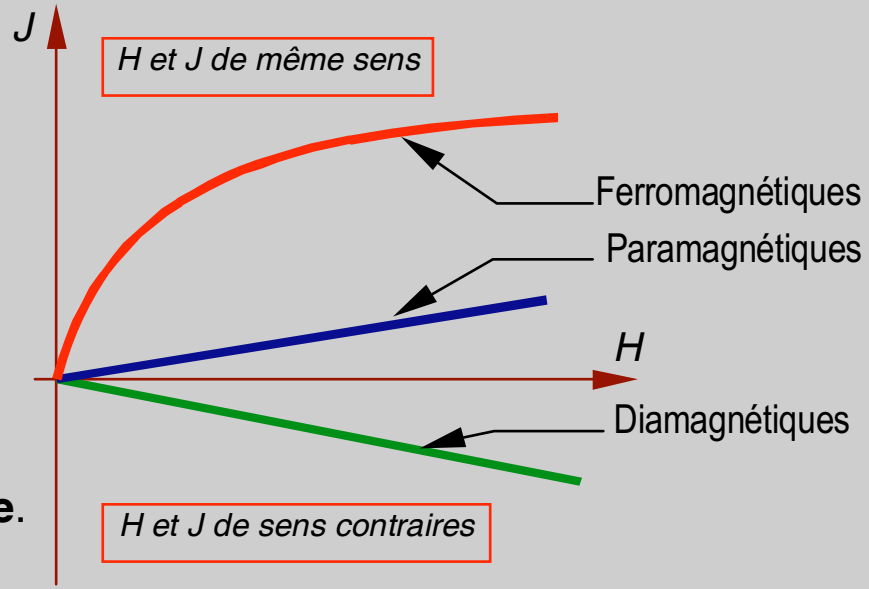
- **Champ et aimantation de même sens** et faiblement proportionnels (χ positive, faible).
- L'aimantation disparaît avec le champ.

Matériaux diamagnétiques

- **Champ et aimantation de sens contraires** et faiblement proportionnels (χ négative, faible).
- L'aimantation disparaît avec le champ.

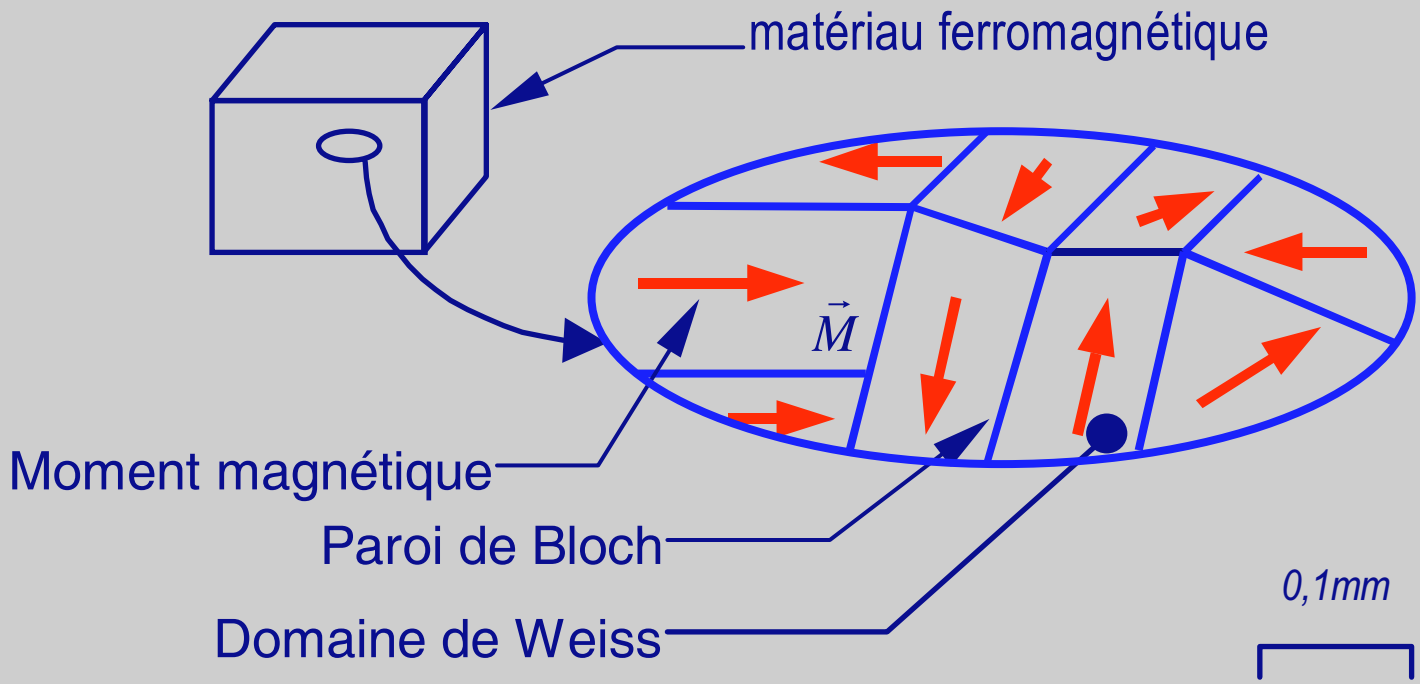
Matériaux ferromagnétiques

- **Champ et aimantation de même sens** et fortement proportionnels (χ élevée, positive mais variable avec l 'excitation *H*).
- L'aimantation demeure lorsque le champ disparaît.
- **Comportement** essentiellement **non linéaire**.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

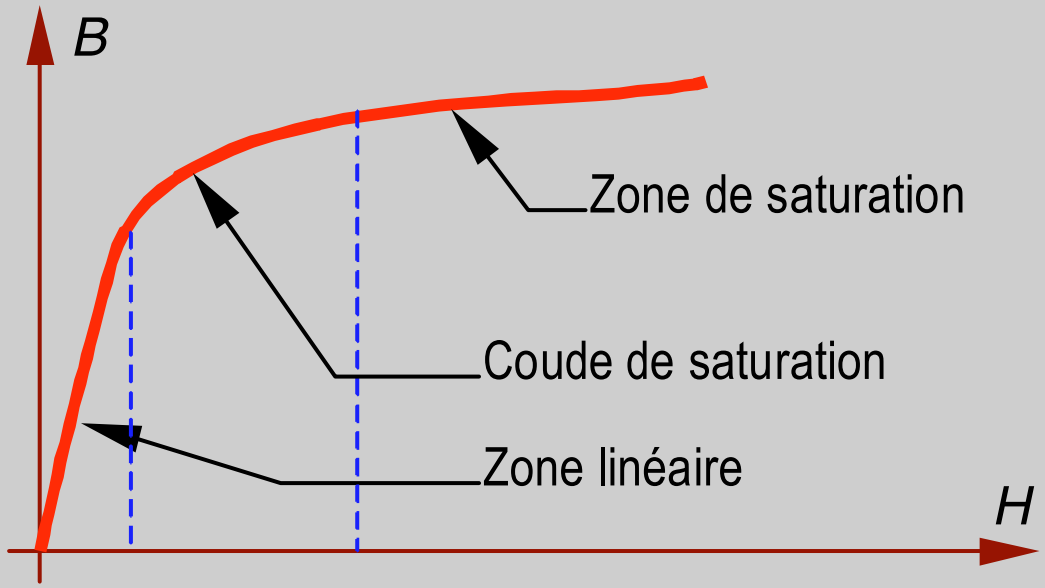
Domaines de Weiss et parois de Bloch



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

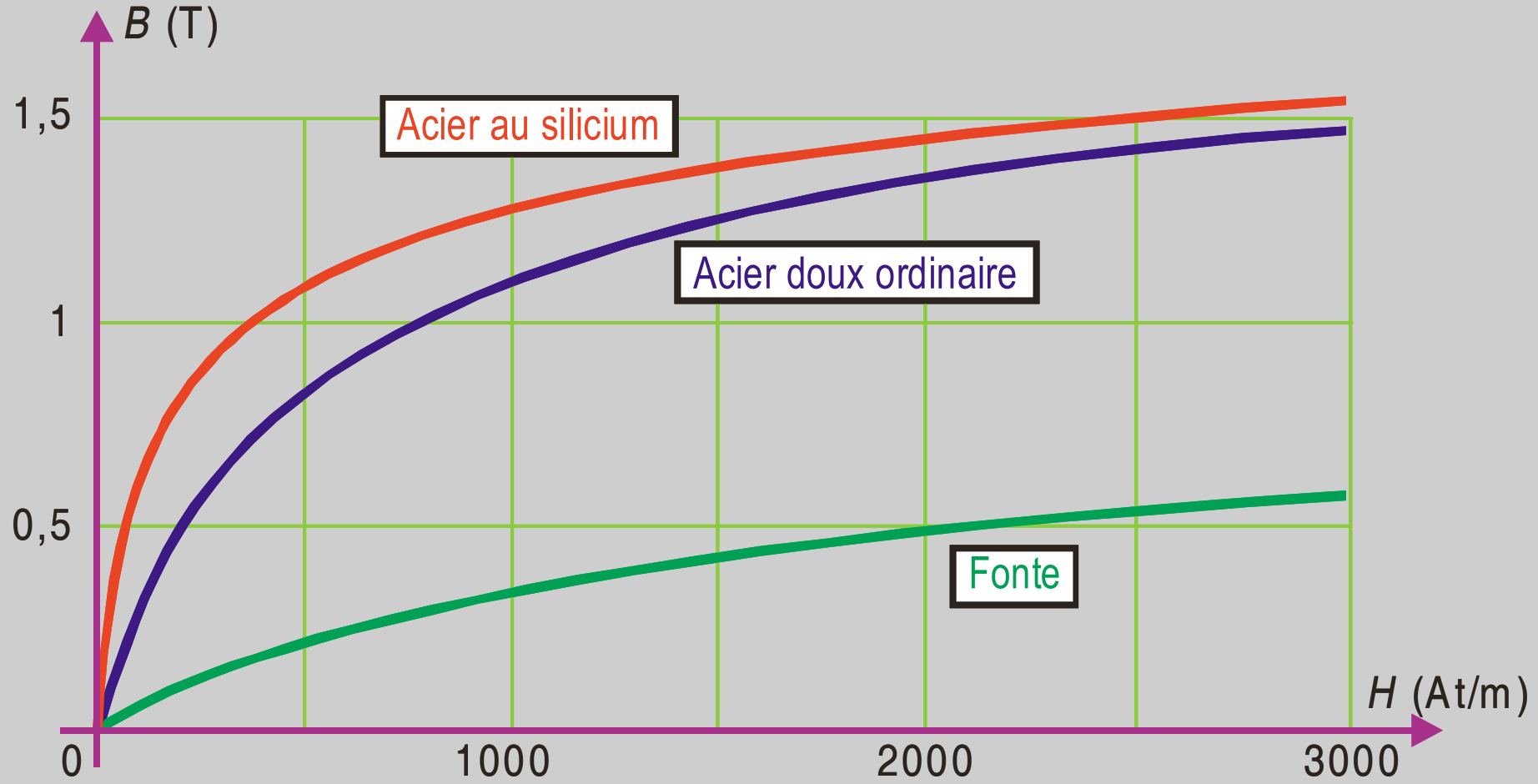
Matériaux ferromagnétiques : courbe de première aimantation (découpage)

- Matériau **initialement démagnétisé** (pas d'aimantation).
- On fait progressivement **croître le champ d'excitation**.
- On observe l'induction B qui en résulte.
- La représentation est comme les phénomènes : non linéaires.
- On y distingue trois zones : **linéaire**, **coude de saturation** et **zone de saturation**.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

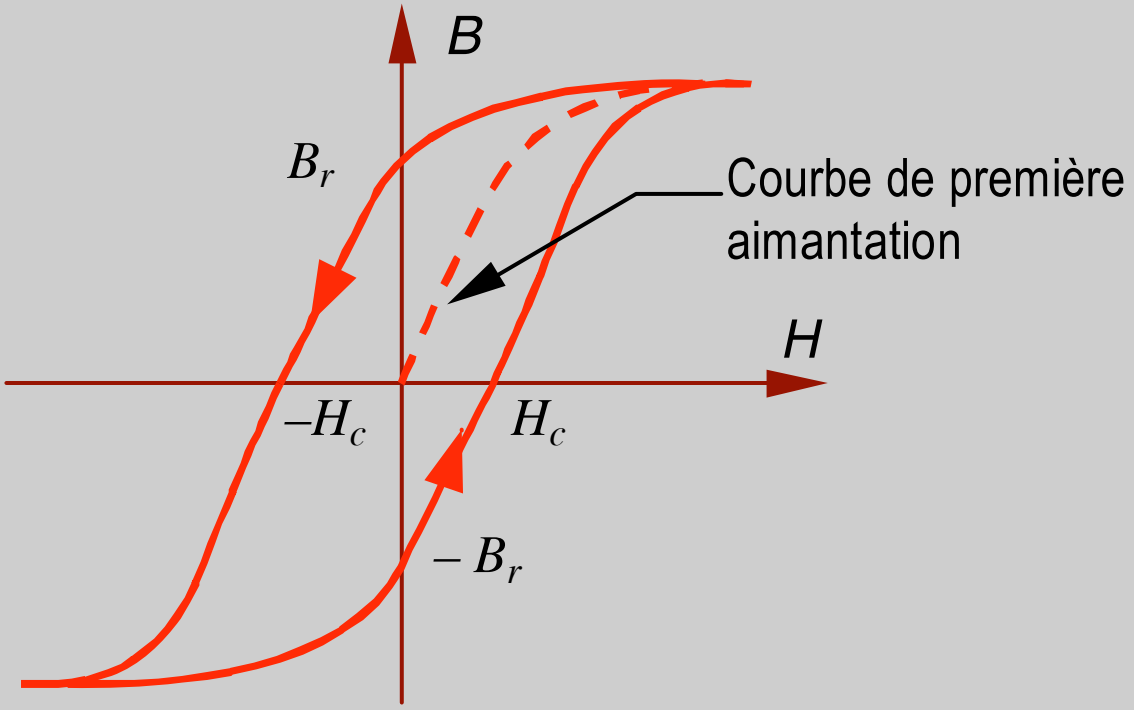
Matériaux ferromagnétiques : courbe de première aimantation (matériaux courants)



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Matériaux ferromagnétiques : cycle d'hystérésis

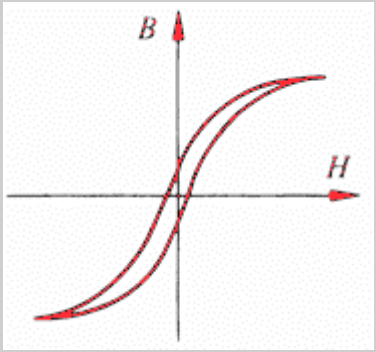
- On se place en **un point** de la **courbe de première aimantation**,
- **Diminution** du **champ** *H*, **l'induction *B* ne repasse pas** sur la même courbe,
- *B* nulle ne correspond pas à une valeur nulle de *H* : **induction rémanente** B_r ,
- Le champ d'excitation doit s'inverser pour annuler *B* : **champ coercitif** H_c,
- Induction maximale : **induction de saturation** B_{sat}.



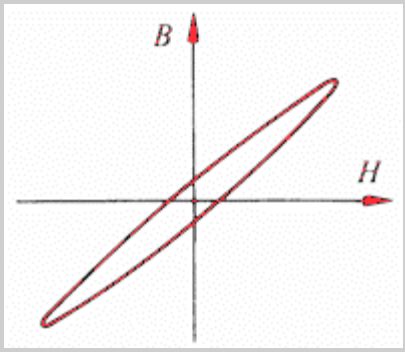
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Matériaux ferromagnétiques : cycles d'hystérésis de différents matériaux

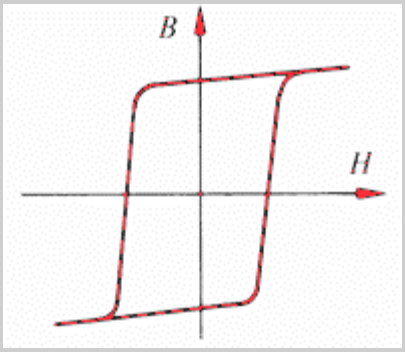
Différents matériaux



Permalloy (Fe-Ni)

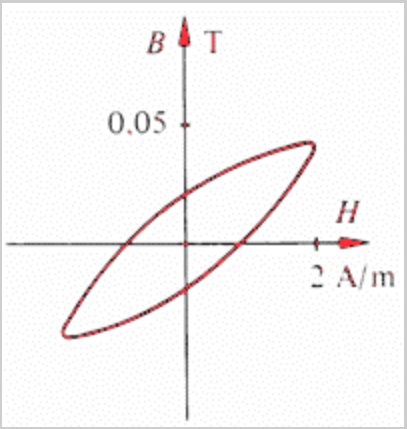


Isoperm (Fe-Ni)

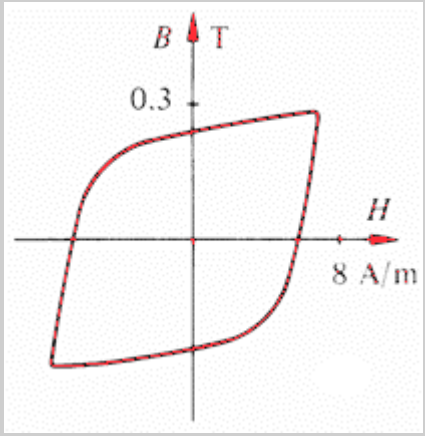


Alnico (Fe – Ni – Cu - Co)

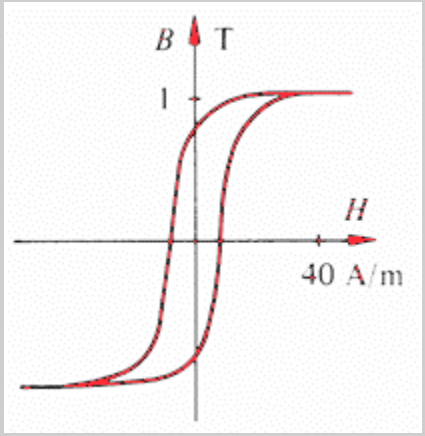
Différentes amplitudes de l'excitation appliquées au même matériau



Amplitude très faible



Amplitude moyenne



la saturation est atteinte.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Classification des matériaux ferromagnétiques

Matériaux ferromagnétiques doux

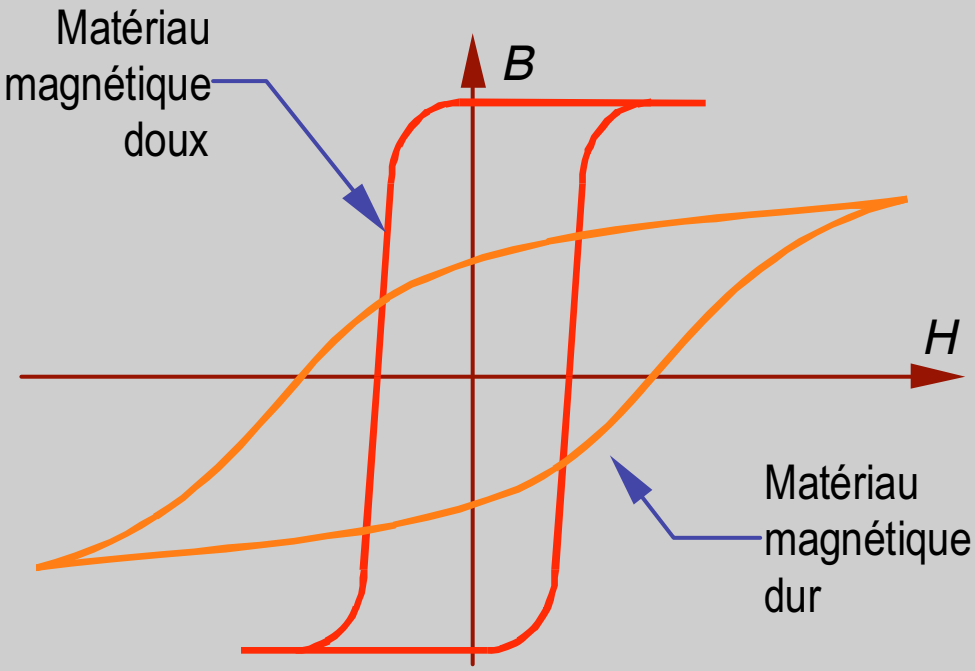
- B_r plutôt **élevée**,

→ application aux aimants permanents,

- H_c plutôt **faible**,

→ démagnétisation aisée,

- **Surface** du **cycle d'hystérésis faible**.



Matériaux ferromagnétiques durs

- B_r plutôt **faible**,
- H_c plutôt **élevé**,

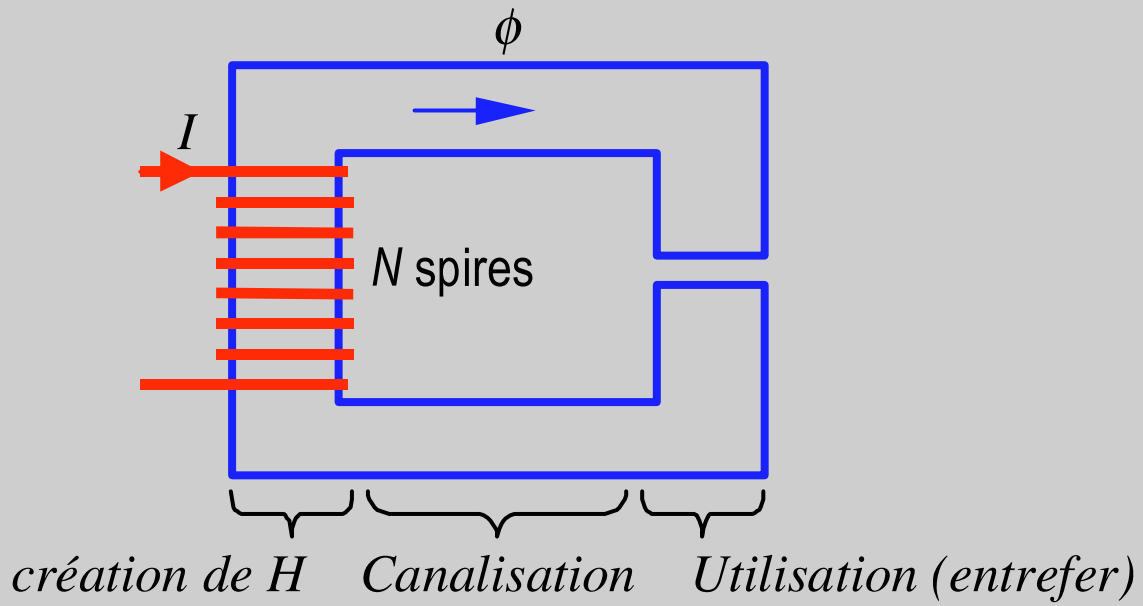
→ difficulté à démagnétiser,

- **Surface** du **cycle d'hystérésis élevée**.

→ Pertes magnétiques (proportionnelles à l 'aire du cycle) plutôt élevées.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Produire puis transporter le flux pour obtenir l'induction au lieu d'utilisation



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Applications technologiques

- Machines statiques :
  - **Inductance de lissage**,
  - Echange d'énergie entre deux enroulements électriques, le **transformateur**.

- Création d'une induction uniforme dans un entrefer
  - Force portante : **électroaimants** (contacteurs, relais, vibreurs, levage),
  - Sustentation : **paliers magnétiques**, **train à sustentation magnétique**,
  - Mouvement : **rotation** de la MCC ou les **appareils de mesure** à cadre mobile,
  - Champ tournant : **machine asynchrone** (MAS), la **machine synchrone** (MS) et le **moteur pas à pas** (MPP).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر