

# Matériaux en Electrotechnique

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

Ces matériaux sont utilisés pour la réalisation d'aimants permanents. Ils possèdent une induction rémanente importante et un champ coercitif élevé.

Ils sont en général massifs et à base de fer ou de terres rares (Sm : samarium - Nd : Néodyme).

Ils sont souvent associés à du fer doux qui canalisent les lignes d'induction et sont aimantés lors du procédé de fabrication.

On distingue essentiellement, aujourd'hui :

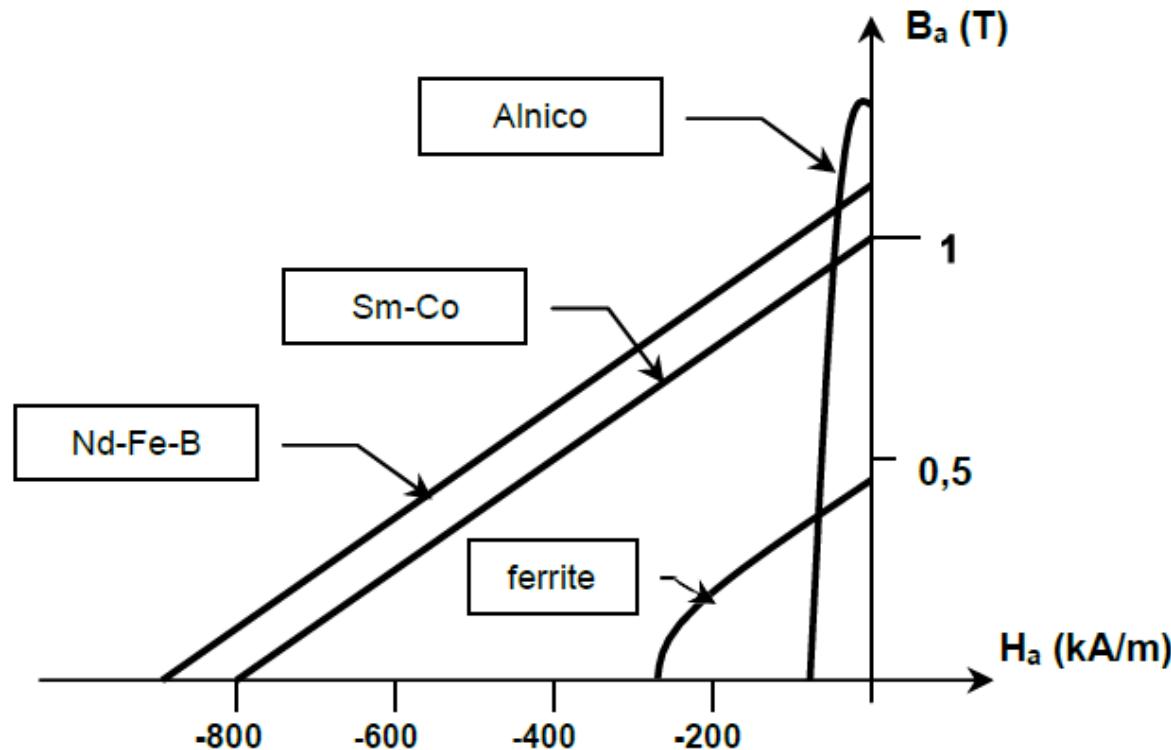
- les **ferrites dures** --> moins cher et le plus utilisé
- les **alliages à base de terres rares** --> très performants et en expansion
- les « **alnico** » (alliages fer + Al Ni Co).



# Matériaux en Electrotechnique

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

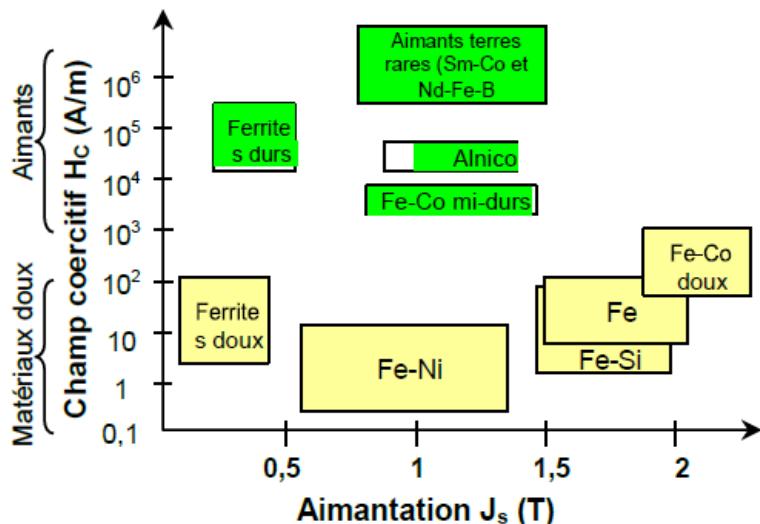


*Courbes de désaimantation pour les grandes familles de matériaux magnétiques durs (aimants permanents)*

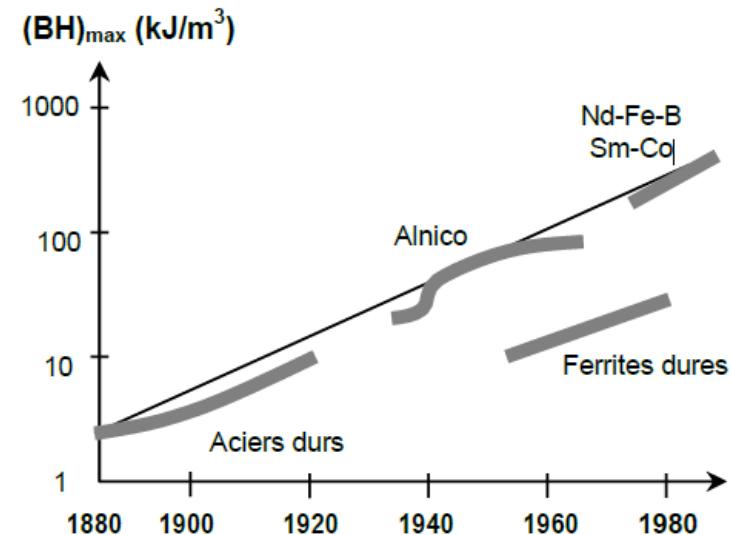
# Matériaux en Electrotechnique

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs



Comparaison matériaux doux /durs



Evolution historique des aimants

 **TENGYE**  
Magnetic Technologies



Samarium-Cobalt



Neodymium Iron Boron

# Matériaux en Electrotechnique

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

#### Alnico:

Les Alnico ont été les premiers aimants fabriqués artificiellement.

Ce sont des alliages de fer, d'aluminium, de nickel et de cobalt (les meilleures performances sont obtenues pour des alliages riches en cobalt).

Ils sont obtenus par moulage à haute température, suivi de divers traitements thermiques et magnétiques, ou alors par frittage suivi d'une rectification et d'une découpe.

Ils ont une très bonne tenue en température (maintien des performances magnétiques), ainsi qu'une bonne solidité mécanique. Leur induction rémanente est assez élevée (1,2T), mais leur aimantation chute très rapidement de manière irréversible en présence d'un champ H démagnétisant (augmentation brutale de l'entrefer).

Ils sont surtout utilisés en métrologie ou dans des applications où les aimants sont exposés à des sollicitations mécaniques.

# Matériaux en Electrotechnique

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

#### Ferrites dures:

Ce sont des céramiques à base d'oxydes ferriques ( $Fe_2O_3$ ) associées à du Baryum (Ba) ou du Strontium (Sr).

Elles sont obtenues après plusieurs étapes :

broyage fin des différents constituants puis mélange à 1200°C pour former la ferrite. broyage de la ferrite en présence d'eau pour obtenir une poudre très fine ( $0,5\mu$ ).

compression avec un liant dans des moules de forme adaptées, en présence d'un champ magnétique. frittage haute température (1200°C), suivi d'un refroidissement contrôlé.

Elles présentent le meilleur rapport qualité/prix . Par contre, leur induction rémanente est assez modeste (< 0,5 T), et leur aimantation chute aussi rapidement de manière irréversible en présence d'un champ H démagnétisant (idem alnico). De plus, les céramiques obtenues sont très dures et cassantes ce qui interdit l'usinage des produits finis.

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

#### Aimants à base de terres rares:

Assez récemment, des alliages à base de terres rares sont apparus. Ils possèdent d'excellentes propriétés magnétiques :

densité d'énergie spécifique de  $350 \text{ kJ/m}^3$  ( $50 \text{ kJ/m}^3$  pour les alnico), ce qui permet une diminution importante du poids et du volume à induction et entrefer donnés.

champ coercitif très élevé avec une aimantation quasi constante ce qui rend très difficile une désaimantation de l'aimant.

On trouve 2 alliages : Samarium-cobalt ou Néodyme-fer-bore. Comme pour les ferrites, ils sont obtenus par frittage de poudres.

Ces produits sont relativement chers et n'ont pas une bonne tenue en température. Ils sont réservés à des applications spécifiques où l'encombrement est le paramètre majeur.

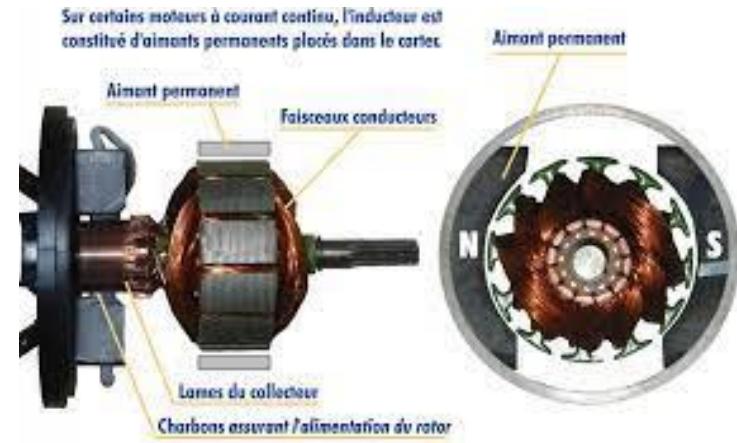
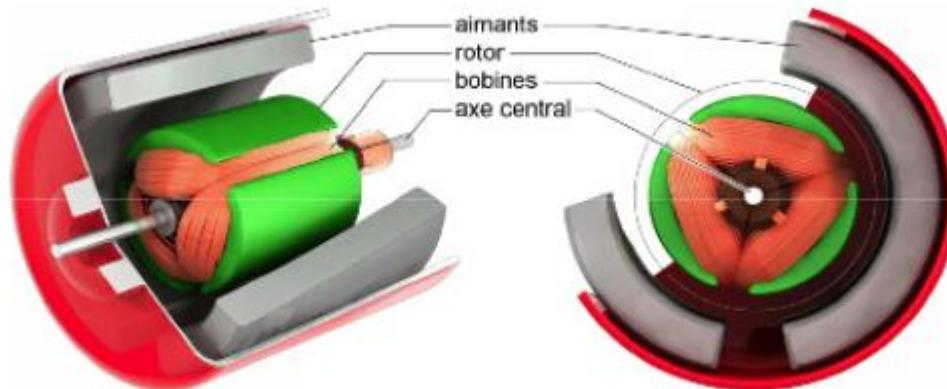
# Matériaux en Electrotechnique

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

#### Domaines d'applications des aimants permanents:

- Inducteur de machines tournantes de faible puissance (< 10 kW) (machine à courant continu, synchrone, à aimants permanents).



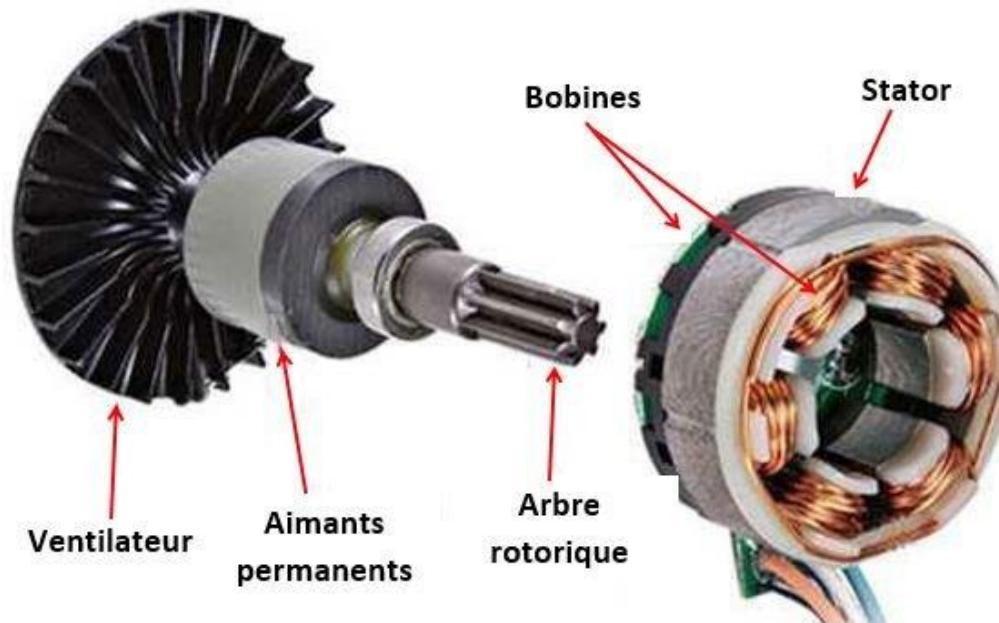
# Matériaux en Electrotechnique

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

#### Domaines d'applications des aimants permanents:

- Inducteur de machines tournantes de faible puissance (< 10 kW) (machine à courant continu, synchrone, à aimants permanents).



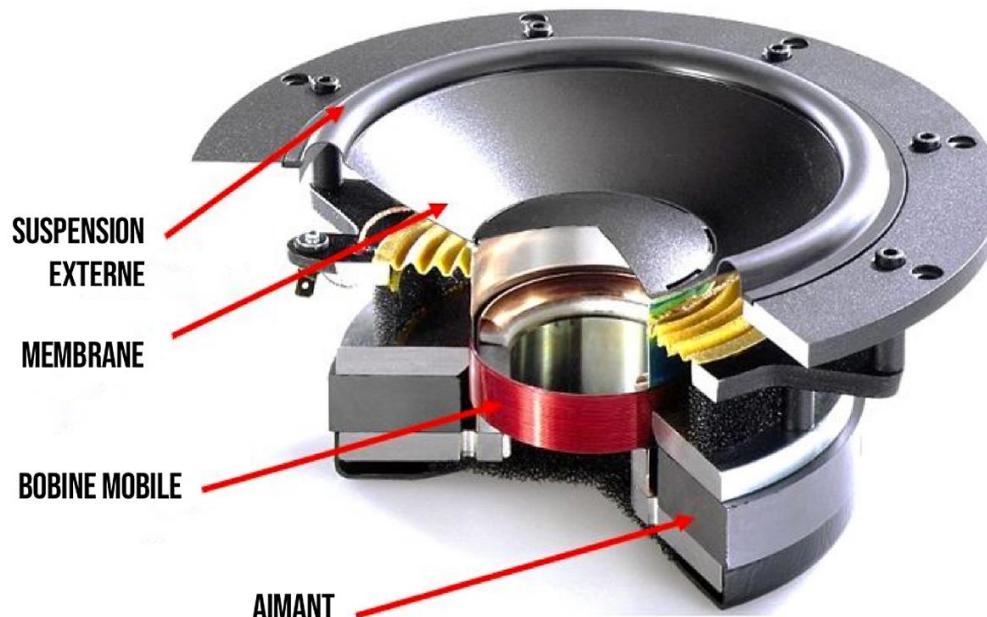
# Matériaux en Electrotechnique

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

#### Domaines d'applications des aimants permanents:

- Haut-parleur et microphone



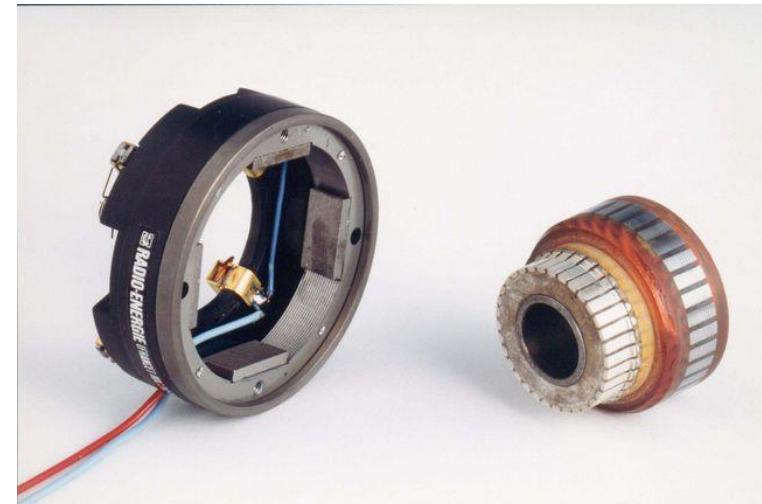
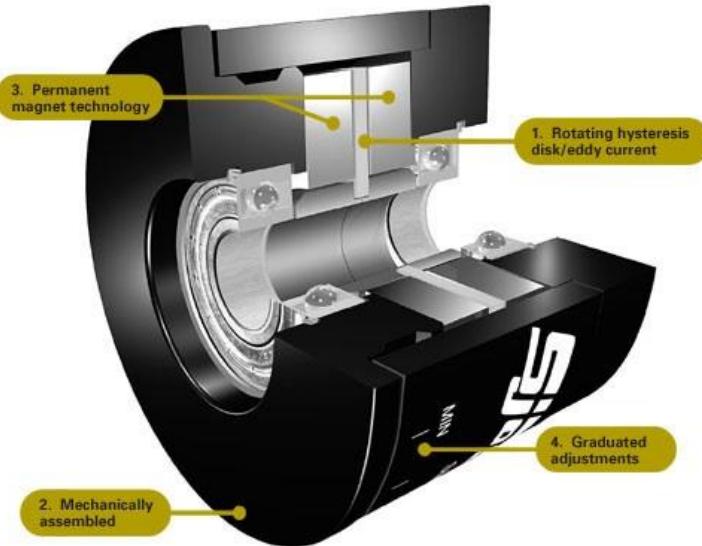
# Matériaux en Electrotechnique

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

Domaines d'applications des aimants permanents:

- Freins magnétiques – Tachymètre

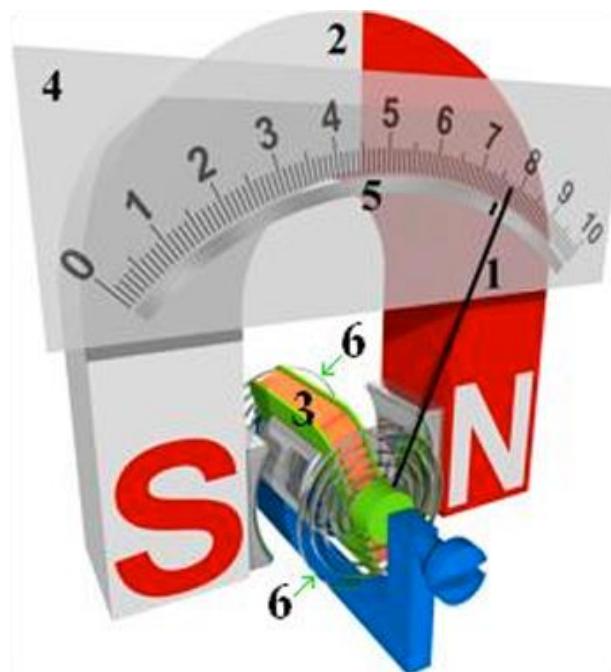


## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

### 3) Matériaux magnétiques durs

Domaines d'applications des aimants permanents:

- Appareils de mesures électriques



- 1 aiguille
- 2 aimant permanent
- 3 bobine (ou cadre)
- 4 écran gradué
- 5 miroir
- 6 ressort de rappel