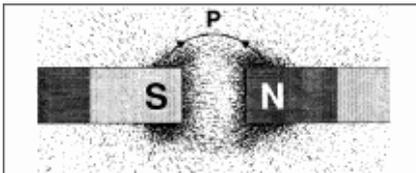


## HISTORIQUE

L'histoire des aimants commence dans l'Antiquité.

Vers 500 avant Jésus Christ, les hommes en Chine et puis en Grèce découvrent une pierre noire qui a l'étrange pouvoir d'attirer le fer.

Le terme de «magnétisme» vient de Magnésie, nom d'une région de Grèce où l'on trouve de la magnétite, minéral noir contenant de l'oxyde de fer ( $Fe_3O_4$ ) qui est la forme d'aimant naturel.

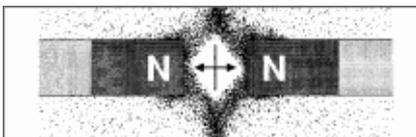


Les pôles magnétiques sont nommés «nord» et «sud» en fonction des pôles géographiques terrestres vers lesquels ils sont attirés.

Le principe du **magnétisme** est simple : les pôles sont les zones où est concentré ce magnétisme.

- les pôles identiques (sud-sud ou nord-nord) se repoussent,
- les pôles opposés (sud-nord) s'attirent.

Le pôle nord possède une charge négative, le sud une charge positive.



On ne peut séparer ces deux pôles : couper un aimant en deux revient à créer deux aimants plus petits avec leurs deux pôles.

La Terre peut être considérée comme un gigantesque aimant dont les pôles magnétiques sont relativement proches des pôles terrestres. Le champ magnétique terrestre est très faible. Connu depuis des millénaires, le magnétisme est considéré comme une science à part entière depuis le début des années 1900.

- Les matériaux industriels modernes n'ont connu le jour que dans les années 1930, avec les alliages de fer, nickel et aluminium.
- Les années 1960 ont vu le développement industriel des aimants du type ferrite, qui de par leur faible prix «matière» seront largement utilisés.
- Les alliages de «terres rares» ont été développés dans les années 1970 (Samarium Cobalt) et 1980 (Néodyme Fer Bore). Ces aimants «terres rares» sont produits pratiquement en exclusivité en Chine et connaissent aujourd'hui un essor considérable de par leurs caractéristiques idéales pour de nombreuses applications modernes. Ils sont en effet près de 130 fois plus puissants que les aimants que l'on utilisait en 1900 et leur résistance à la désaimantation est près de 250 fois plus importante.

Un aimant **garde** son aimantation de façon permanente.

Cependant on a découvert que les aimants modernes en terres rares perdaient leur aimantation excessivement lentement. Difficile à déterminer étant donné le peu de «vécu» mais on estime qu'un aimant en Samarium Cobalt perd 1 % de sa force tous les 10 ans.

Mais attention un aimant permanent peut perdre son effet par une augmentation trop forte de la température. Si cette température n'excède pas la température de Curie, on pourra le remagnétiser plus tard à sa force originale.

Le monde d'aujourd'hui est pratiquement impensable sans aimants. Les aimants n'ont pas seulement leur place dans l'équipement ménager et dans le domaine industriel, ils le sont aussi dans les processus de fabrication

## PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES MATÉRIAUX

### - Matériaux non magnétiques.

Cette famille comporte pratiquement tous les matériaux :

gaz, liquides, matières organiques ou minérales, presque tous les métaux.

L'effet d'un champ magnétique sur ces matériaux est négligeable et considéré comme nul.

Ces corps peuvent donc être utilisés pour l'assemblage ou le capotage de composants magnétiques.

### - Matériaux magnétiques doux.

Cette famille comprend essentiellement le fer et quelques métaux :

Nickel, Cobalt, INOX 18-8.

Ces corps plongés dans un champ magnétique faible prennent une forte aimantation propre, mais ne la conservent pas si cette excitation extérieure est supprimée.

Ces métaux sont utilisés pour conduire et concentrer le champ magnétique dans la direction que l'on désire. De même, ils servent aussi de blindage ou de contre-pièce mais non d'isolant.

### - Matériaux magnétiques durs ou aimants permanents.

Ce sont des matériaux qui émettent un champ magnétique sans aide d'une source de puissance extérieure. Ces aimants, soumis à une excitation magnétique restent donc fortement magnétiques et résistent suffisamment à la démagnétisation.

Aujourd'hui 4 matières sont utilisées :

- Alliages du type Al Ni Co (Aluminium, Nickel Cobalt)
- Ferrites.
- Terres rares Sm Co (Samarium-Cobalt).
- Terres rares Nd Fe B (Neodymium-Fer-Bore).

### **FERRITE "HF"**

- Facile à trouver, c'est aussi la famille la plus économique, ce qui explique son emploi très répandu dans tous les domaines.
- Insensible à l'oxydation et aux influences atmosphériques et à la plupart des agents chimiques.
- Matériau de la famille des céramiques (ferrite dure, strontium, baryum) ; ils en présentent la grande dureté et la fragilité aux chocs.
- La poudre d'oxyde de fer est mélangée avec des carbonates.  
Ce mélange est ensuite broyé, orienté, mis en forme dans une presse et fritté.

### **ALUMINIUM – NICKEL – COBALT (Al Ni Co) "AN"**

- Grande stabilité thermique permettant une utilisation jusqu'à 500°C.
- Nettement moins fragiles aux chocs que les ferrites.
- Cet alliage de métaux (principalement aluminium, nickel et cobalt) est chauffé jusqu'à fusion et coulé dans des moules. Aimantation habituellement selon une direction privilégiée, celle de la plus grande longueur.

### **TERRES RARES**

- Alliages avec une forte rémanence et une coercivité incomparable.  
Ces propriétés autorisent la conception d'aimants très plats orientés magnétiquement dans le sens de l'épaisseur.
- La poudre d'alliage est broyée, compressée dans un champ magnétique puis frittée à chaud.
- Avec leur découverte, ces matériaux ont permis des applications nouvelles, inaccessibles auparavant.
- Il y a lieu de faire attention lors de leur montage et d'éviter des accidents de par leur très forte attraction à distance.

## PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES MATÉRIAUX

### SAMARIUM COBALT (Sm Co) "SC"

- Mécaniquement durs et fragiles.
- Beaucoup moins sensible à la corrosion et à la température que les aimants en Neodymium.
- Généralement magnétisés axialement ou dans le sens de l'épaisseur.

### NEODYMIUM FER BORE (Nd Fe B) "ND"

- L'aimant le plus fort actuellement ; il est généralement aimanté dans le sens de l'épaisseur.
- Très sensible à la corrosion et donc placé dans une enveloppe métallique pour le protéger, aussi très sensible à la température.

### COMPOSITES SOUPLES

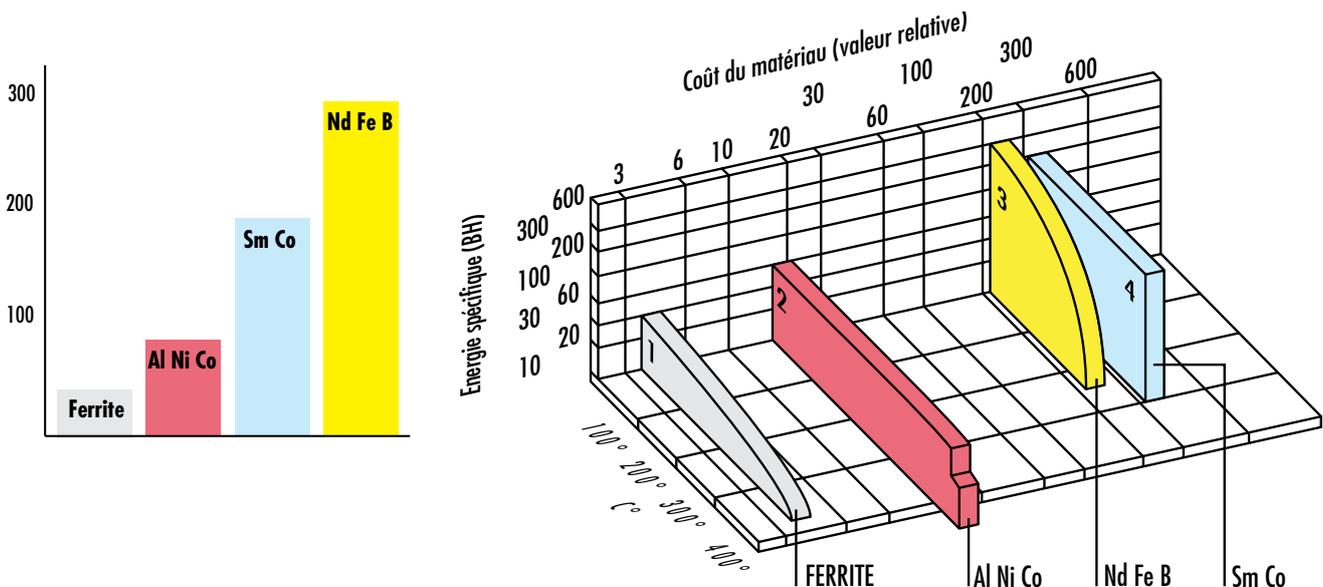
- Formés d'un élastomère synthétique chargé de poudre de ferrite.
- Présenté en feuilles ou rouleaux.
- Peuvent être plaqués contre une tôle d'acier pour mieux répartir les efforts mécaniques.

### COMPOSITES INJECTES OU COMPRESSES

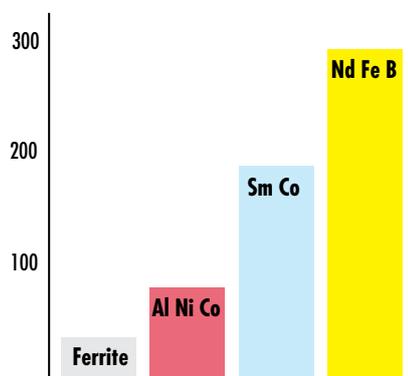
- Composites réalisés avec un moule en thermoplastique ou thermodurcissable habituellement en ferrite, parfois en Néodymium.
- L'injection permet des formes complexes et précises, la compression réalise des formes simples (cylindres, blocs, tubes).

- Ferrite	"HF"
- Al Ni Co	"AN"
- Samarium Cobalt	"SM"
- Néodymium	"ND"

Pour la facilité de lecture nous avons attribué une couleur pour ces différentes matières dans nos tableaux



## PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES MATÉRIAUX



MAGNET	FERRITE "HF"	Al Ni Co "AN"	Sm Co "SC"	Nd Fe B "ND"
Energie spécifique B.H. (kJ/m³)	FAIBLE 8 - 28	MOYENNE 36 - 43	IMPORTANTE 140 - 224	TRES IMPORTANTE 190 - 410
Remanence Br (Gauss)	2.000 - 3.800	6.800 - 12.500	8.500 - 11.000	10.500 - 12.600
Coercivité (kA/m)	175 - 200	47,8	690 - 820	790 - 880
Résistance à la démagnétisation	MOYENNE	TRES FAIBLE	TRES FORTE	FORTE
Résistance à la température	BONNE 200 - 250°C	TRES BONNE 400 - 500°C	BONNE 200 - 300°C	FAIBLE 80 - 100°C (180°C)
Température de Curie	450°C	700 - 890°C	700 - 800°C	310°C
Résistance à la corrosion	TRES BONNE	TRES BONNE	BONNE	TRES FAIBLE
Résistance mécanique	NORMALE	BONNE	FAIBLE	NORMALE
Poids spécifique (g/cm³)	4,6 - 5,1	6,9 - 7,4	7,4 - 8,5	7,3 - 7,5
Prix €	BON MARCHÉ	MOYEN	ELEVE	ELEVE

	Tesla	mT	A/m	A/cm	Gauss
Tesla	/	1000	800.000	8000	10.000
mT	0,001	/	8000	8	10
A/m	0,00000125	0,00125	/	0,01	0,0125
A/cm	0,000125	0,125	100	/	1,25
Gauss	0,0001	0,1	80	0,8	/

### Valeurs typiques de rémanence

Les pièces collent l'une à l'autre	> 1,2 mT	> 10 A / cm
Les copeaux collent l'un à l'autre	> 1,0 mT	> 8 A / cm
Les particules collent (*)	> 0,5 mT	> 4 A / cm
Les poussières collent	> 0,3 mT	> 2 A / cm
Champ terrestre	40...70 uT	> 0,4 A / cm

(\*) : Max. autorisé par l'industrie automobile.