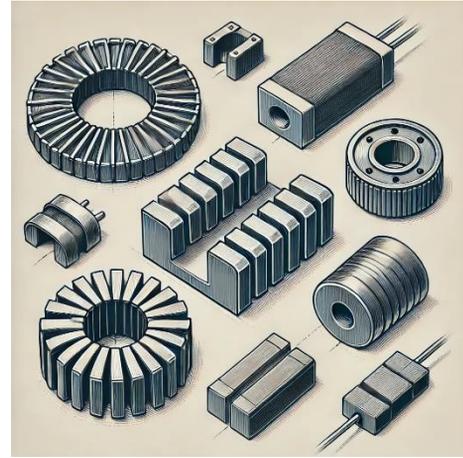


## Les ferrites



La **ferrite** est un matériau céramique à base d'oxyde de fer ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) combiné avec d'autres oxydes métalliques (comme le nickel, le zinc ou le manganèse). Les ferrites ont une structure cristalline spécifique, généralement de type **spinelle**, où les ions fer occupent des positions spécifiques dans un réseau cubique composé d'oxygène. Cela leur confère des propriétés magnétiques intéressantes.

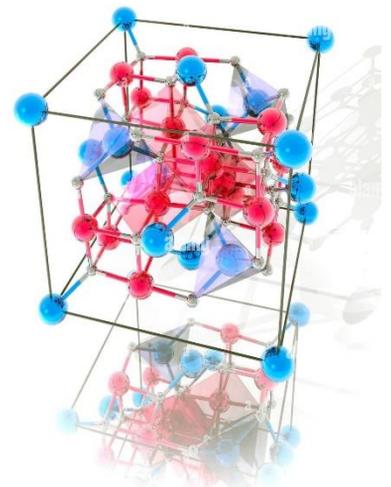
### Configuration cristalline



La structure **spinelle** des ferrites est caractérisée par deux types de positions pour les ions métalliques :

- **Positions tétraédriques (A)** : où les ions fer occupent une structure plus espacée, liée à 4 ions oxygène.
- **Positions octaédriques (B)** : où les ions fer sont entourés de 6 ions oxygène.

Les cations (ions métalliques) peuvent alterner entre ces deux types de positions, ce qui influence les propriétés magnétiques du matériau.



## Les ferrites

### Propriétés physiques et chimiques



**1. Propriétés magnétiques** : Les ferrites sont **ferrimagnétiques**, ce qui signifie qu'elles présentent un magnétisme fort à l'échelle macroscopique, mais leurs moments magnétiques internes sont partiellement compensés. Les ions de fer dans les positions A et B ont des moments magnétiques opposés, mais ceux dans les positions B sont dominants.

**2. Résistance électrique** : Les ferrites ont une **très faible conductivité électrique**, ce qui les rend utiles comme isolants électriques, tout en restant magnétiques.

**3. Résistance à la corrosion** : Étant à base d'oxydes, les ferrites sont très stables chimiquement et résistants à la corrosion, même dans des conditions environnementales difficiles.

## Les ferrites

### Utilisation et applications



Grâce à leur combinaison unique de propriétés magnétiques et d'isolation électrique, les ferrites sont largement utilisées dans les domaines suivants :

- 1. Transformateurs et inductances** : Les ferrites sont utilisées dans les **noyaux de transformateurs** pour minimiser les pertes d'énergie dues aux courants de Foucault (grâce à leur faible conductivité).
- 2. Composants électroniques** : Elles sont présentes dans les **circuits haute fréquence** (comme les filtres) pour bloquer les interférences électromagnétiques (EMI) tout en maintenant une bonne isolation électrique.
- 3. Antennes et télécommunications** : Les ferrites sont également utilisées dans certaines antennes, notamment pour les ondes radio basse fréquence, en raison de leurs bonnes propriétés magnétiques.
- 4. Dispositifs de stockage magnétique** : Dans le passé, les ferrites ont été utilisées pour fabriquer des mémoires magnétiques dans les premiers ordinateurs (les mémoires à noyaux magnétiques).

## Les ferrites

### Mesures et caractérisation



Nous proposons tout un panel de mesure et de caractérisation des propriétés physiques des ferrites :

#### 1. Propriétés électriques :

- Mesure de la résistivité électrique
- Mesure de la permittivité et des pertes diélectriques
- Mesure de la tension de claquage

#### 2. Propriétés magnétiques :

- Tracé du cycle d'hystérésis magnétique B-H en champ continu ( $f < 0.1$  Hz)  
→ *Mesure de  $B_r$ ,  $H_c$ ,  $\mu_r$*
- Tracé du cycle d'hystérésis en fréquence ( $0.5 < f < 1000$  Hz)  
→ *Mesure de  $B_r$ ,  $H_c$ ,  $\mu_a$*   
→ *Mesure des pertes*
- Mesure de la perméabilité magnétique complexe ( $1000 < f < 5$  MHz)  
→ *Mesure de  $\mu'$ ,  $\mu''$*   
→ *Évaluation des pertes à haute fréquence*

#### 2. Propriétés chimiques / structurelle :

- Analyse de la composition chimique par fluorescence X  
→ *Analyse du pourcentage d'éléments chimiques en présence*