

**LES MÉTHODES  
D'ESSAIS NON  
DESTRUCTIFS**

**MAGNÉTOSCOPIE**



↘ La magnétoscopie (*Magnetic particle testing* en anglais) est, comme le ressuage, une des méthodes incontournables d'END et aussi une des plus anciennes. Elle est utilisée pour détecter des discontinuités de surface, débouchant en surface ou sous-jacentes (dans certaines conditions, jusqu'à quelques millimètres de profondeur), exclusivement sur matériaux ferromagnétiques.



Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

# DÉCELER LES DISCONTINUITÉS DE SURFACE DE LA PIÈCE CONTRÔLÉE

## Principe de fonctionnement

La magnétoscopie consiste à aimanter la pièce à contrôler à l'aide d'un champ magnétique suffisamment élevé. En présence d'une discontinuité, les lignes du champ magnétique subissent une distorsion qui génère un « champ de fuite magnétique », appelé également « fuite de flux magnétique ».

Un produit indicateur est appliqué sur la surface à examiner pendant l'aimantation (technique simultanée) ou après aimantation (technique résiduelle). Le produit indicateur noir, coloré et/ou fluorescent est attiré au droit de la discontinuité par les forces magnétiques pour former des indications.

Ces indications sont observées, dans des conditions appropriées, soit en lumière blanche (lumière artificielle ou du jour), soit sous rayonnement ultraviolet (UV-A), soit sous lumière bleue actinique.

Les indications sont d'autant mieux détectées qu'elles se situent perpendiculairement aux lignes du champ magnétique. Pour détecter toutes les discontinuités à la surface d'une pièce, il faut effectuer deux aimantations orthogonales l'une par rapport à l'autre. L'aimantation longitudinale met en évidence les discontinuités transversales ( $\pm 45^\circ$ ), et l'aimantation transversale met en évidence les discontinuités longitudinales ( $\pm 45^\circ$ ).

Après contrôle, en fonction des conditions d'utilisation de la pièce, celle-ci peut nécessiter une désaimantation.

## Mode d'examen

La magnétoscopie peut être effectuée de diverses manières :

- Technique simultanée ou technique d'aimantation rémanente.
- Aimantation par passage soit de champ, soit de courant.
- Aimantation longitudinale, transversale ou multidirectionnelle.
- Courant continu ou courant alternatif sinusoïdal redressé (une ou deux alternances) ou non redressé, courant alternatif trihexaphasé (triphase redressé deux alternances), etc.
- Soit technique de la poudre sèche, soit technique de contrôle par voie humide.

Les équipements utilisés pour l'aimantation sont : les aimants permanents, les électroaimants portatifs, les générateurs de courant mobile, les bancs de contrôle par magnétoscopie et les systèmes spécialisés de contrôle.

La désaimantation des pièces, lorsqu'elle est requise, est effectuée à l'aide d'un démagnétiseur ou de tout autre dispositif ou technique appropriés.

La magnétoscopie a fait l'objet de nombreux perfectionnements très importants :

- En 1985 : banc de contrôle par magnétoscopie avec commande à réglage continu par thyristors et affichage et minuteries numériques.
- Vers le milieu des années 1990 : procédé par champ tournant généré par des têtes magnétiques alternatives sur banc de contrôle par magnétoscopie.
- En 1993 : technique d'aimantation sans contact par champ tournant en chambre 2D ou 3D.
- En 1995 : apparition des premières têtes magnétiques alternatives en France et utilisation croissante de la technique d'aimantation par champ tournant sur banc de contrôle par magnétoscopie.
- En 1997 : premier banc de contrôle par magnétoscopie proposant un système de régulation qui a permis la fiabilisation du process.





## Domaines d'application

- En 1999 : banc de contrôle par magnétoscopie avec interface par pupitre opérateur et création de « recettes » et régulation par automate.
- En 2002 : technique d'aimantation sans contact par passage de courant induit.
- En 2004 : informatisation du poste de pilotage. Écran tactile convivial et adaptable. Création et mémorisation de « recettes ». Régulation adaptative.

Sans entrer dans les détails, précisons les points suivants :

### **Technique d'aimantation par champ tournant :**

c'est une technique qui permet d'obtenir sur la pièce un vecteur résultant tournant très rapidement. Cela est généralement obtenu en utilisant des courants d'alimentation déphasés : une phase génère une aimantation dans une direction tandis que la seconde phase génère une aimantation dans une autre direction sensiblement perpendiculaire. En raison de la différence de phases, le vecteur d'aimantation balaie toutes les directions (360°). Ce procédé peut être mis en œuvre sur un banc de contrôle par magnétoscopie ou dans une chambre d'aimantation sans contact.

### **Technique d'aimantation sans contact par passage de courant induit :**

Cette technique consiste à générer un courant dans une pièce généralement « fermée » formant un circuit électrique sur elle-même (pièce annulaire ou tubulaire par exemple), et en assimilant ce circuit au secondaire d'un transformateur. Le primaire du transformateur est généralement le circuit magnétique ou l'électro-aimant du banc de contrôle par magnétoscopie.

Aujourd'hui, si le champ tournant sur banc de contrôle par magnétoscopie demeure le plus utilisé (essentiellement pour des raisons de coût), le champ tournant en chambre est privilégié dans certaines applications. Quant au courant induit, il reste encore coûteux et donc relativement peu utilisé, mais il est fort probable que la situation évolue encore dans les années à venir.

La magnétoscopie est ainsi une méthode largement utilisée dans le domaine des END et plus particulièrement dans des secteurs tels que : transport (aéronautique, automobile, ferroviaire, marine, remontées mécaniques), énergie (pétrole, thermique, hydraulique, nucléaire), chaudronnerie, métallurgie (fonderie, forge), mécanique, agro-alimentaire (sucreries, etc.), cimenteries, complexes chimiques, Défense, manèges à sensations, etc., tant en fabrication qu'en maintenance.

Elle permet de contrôler des pièces en fer, en fonte, des aciers forgés, des soudures, des tôles, des tubes... bref, toutes sortes de pièces de géométrie simple ou complexe, pourvu que le matériau qui les constitue soit de nature ferromagnétique.

La méthode est complémentaire de celle des ultrasons ou des courants de Foucault. Là où les ultrasons détectent les discontinuités jusqu'à une certaine profondeur, la magnétoscopie met en évidence toutes les discontinuités débouchant en surface (ayant jusqu'à quelques micromètres de largeur), et certaines discontinuités sous-jacentes peu profondes. Contrairement aux courants de Foucault, elle est peu sensible aux effets géométriques et elle ne se limite pas à un contrôle local.

La magnétoscopie fait en effet partie des méthodes dites « globales », qui autorisent l'inspection de l'ensemble d'une pièce en une seule opération. Les contrôles, relativement rapides, s'effectuent aussi bien sur des vis de dix millimètres de long que sur des vilebrequins de locomotive Diesel électrique ou encore sur des trains d'atterrissage d'avions.

---

## INTÉRÊTS DE LA MÉTHODE

### Principaux avantages

- Méthode globale.
- Détection de toutes les discontinuités débouchant en surface.
- Contrôle de pièces de l'ordre du centimètre à plusieurs mètres de long.
- Inspections relativement rapides et peu coûteuses.
- Résolution importante.
- Matériel robuste, pouvant être utilisé dans des environnements difficiles.

### Principales limitations

- Contrôle limité aux pièces ferromagnétiques.
- Méthode non entièrement automatisable.
- Détection de discontinuités sous-jacentes internes parfois difficile (suivant leur taille, leur profondeur, etc.).
- Nécessite l'emploi de produits chimiques à support aqueux ou pétrolier.

## NORMES

### AFNOR ASSOCIÉES

---

#### NF EN 1330-7:2005

Essais non destructifs -  
Terminologie - Partie 7 :  
Termes utilisés en magnétoscopie

#### NF EN ISO 3059:2013 END

Essais non destructifs -  
Essai par ressuage et essai  
par magnétoscopie - Conditions  
d'observation

#### NF EN ISO 9934-1:2001

Essais non destructifs -  
Magnétoscopie - Partie 1 :  
Principes généraux du contrôle

#### NF EN ISO 9934-2:2002

Essais non destructifs -  
Magnétoscopie - Partie 2 :  
Produits magnétoscopiques

#### NF EN ISO 9934-3:2002

Essais non destructifs -  
Magnétoscopie - Partie 3 :  
Équipement

Texte élaboré par la COFREND en collaboration avec Patrick Dubosc et Pierre Chemin.  
Crédit photos : Srem Technologies / Groupe Institut de Soudure / CETIM.



GOUVERNANCE  
DIRECTION



ORGANISATION  
PROFESSIONNELLE



CERTIFICATION ET  
QUALIFICATION



SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE



ÉVÉNEMENTIEL  
ET COMMUNICATION



Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

#### Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

Maison des END - 64 rue Ampère - 75017 Paris - France  
[cofrend@cofrend.com](mailto:cofrend@cofrend.com) - Tél. : +33(0)1 44 19 76 18 - Fax : +33(0)1 30 16 24 54

[www.cofrend.com](http://www.cofrend.com)