

INTÉRÊTS DE LA MÉTHODE

Principaux avantages

- Méthode globale.
- Détection principalement des discontinuités superficielles débouchantes.
- 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

Normes actuellement en vigueur.

NF EN ISO 12707

Essais non destructifs -
Magnétoscopie - Vocabulaire

NF EN ISO 3059

Essais non destructifs -
Contrôle par ressuage et contrôle
par magnétoscopie - Conditions
d'observation

NF EN ISO 9934-1

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

NF EN ISO 9934-2

Essais non destructifs -
Magnétoscopie - Partie 2 :
Produits indicateurs

NF EN ISO 9934-3

Essais non destructifs -
Magnétoscopie - Partie 3 :
Équipement

BIBLIOGRAPHIE

FASCICULES DE DOCUMENTATION

FD CEN/TR 16638 - Essais non destructifs - Essais par ressuage et essais par magnétoscopie à la lumière bleue
FD CEN/TR 17108 - Essais non destructifs – Bonnes pratiques d'éclairage en ressuage et magnétoscopie

CAHIER TECHNIQUE

Guide des bonnes pratiques d'éclairage en ressuage et magnétoscopie.
Le magnétisme avec ses applications à la magnétoscopie.

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



Edition COFREND - Juillet 2016



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. La magnétoscopie est utilisée pour détecter des discontinuités, débouchant en surface ou sous-jacentes (dans certaines conditions, jusqu'à quelques millimètres de profondeur), exclusivement sur matériaux ferromagnétiques.

LOCALISER LES DISCONTINUITÉS SUPERFICIELLES DÉBOUCHANTES ET SOUS-JACENTES DU MATERIAU EXAMINÉ

Principe de la méthode

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). Les particules magnétiques du produit indicateur noir, coloré et/ou fluorescent sont attirées 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 artificielle ou lumière du jour, soit sous rayonnement ultraviolet (UV-A), soit sous lumière bleue actinique, selon le type de produit indicateur utilisé.

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, deux aimantations orthogonales l'une par rapport à l'autre, doivent être effectuées. 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, sa désaimantation peut être requise.

Techniques opératoires

La magnétoscopie peut être effectuée de diverses manières :

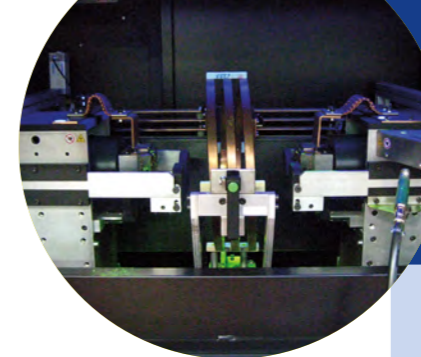
- Technique d'aimantation simultanée ou technique d'aimantation rémanente ;
- Technique d'aimantation par passage soit de flux magnétique, soit de courant ;
- Aimantation longitudinale, transversale ou multidirectionnelle ;
- Courant continu ou courant alternatif sinusoïdal redressé (une ou deux alternances) ou non redressé, courant alternatif trihexphasé (triphase redressé deux alternances), etc. ;
- Soit technique à 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, les bancs de magnétoscopie et les systèmes spécialisés de contrôle.

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

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

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



Domaines d'application

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 (sucrieries, etc.), cimenteries, complexes chimiques, Défense, manèges à sensations, etc., tant en fabrication qu'en maintenance.

La magnétoscopie 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.

- 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 multidirectionnelle : Cette technique 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'électroaimant du banc de contrôle par magnétoscopie.

Aujourd'hui, si la technique d'aimantation multidirectionnelle sur banc de contrôle par magnétoscopie demeure la plus utilisée (essentiellement pour des raisons de coût), la technique d'aimantation multidirectionnelle en chambre est privilégiée 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.

