

---

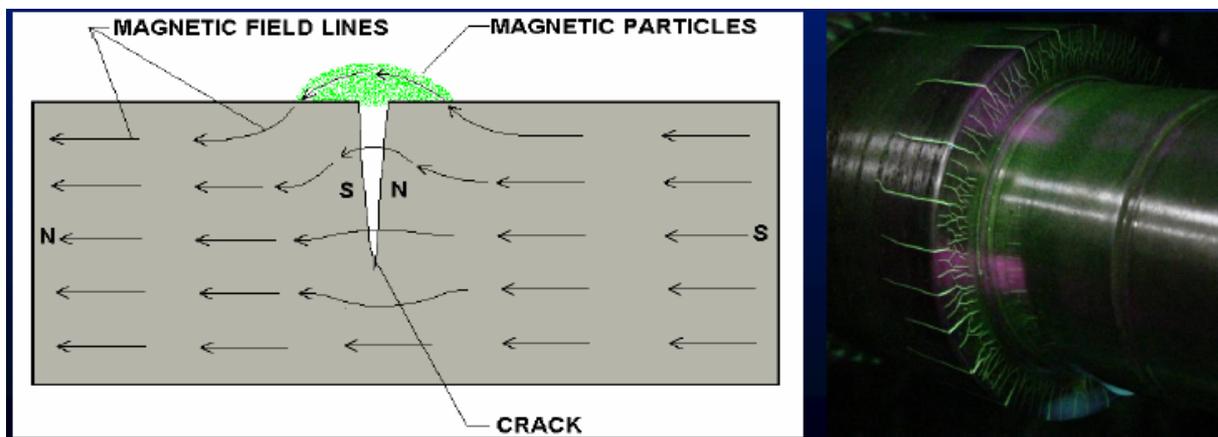
# ***Technique N°3 : Magnétoscopie***

## Objectifs spécifiques:

- Connaître le principe, les bases théoriques du Magnétoscopie et son instrumentation
- Utiliser les méthodes de traitement du signal (filtrage, localisation, caractérisation des mécanismes d'endommagement...)
- Connaître les applications industrielles et de laboratoire de la technologie (contrôle des appareils à pression, détection de corrosion, détection de fuites, examen de structures composites...)

## Principe

La théorie des circuits magnétiques indique que la présence d'un entrefer correspond à un fort accroissement local de la réluctance du circuit et donc de la différence de potentiel magnétique (d.p.m.), constituant ainsi un obstacle au flux magnétique dont les lignes de force doivent alors s'épanouir latéralement selon un flux de fuite comme l'indique la figure ci - contre. Cet effet de dispersion des lignes de flux s'exerce de même pour un entrefer minime, dans la mesure où le rapport des réluctances entre l'entrefer et le circuit est inversement proportionnel à la perméabilité relative de celui - ci, soit un rapport de 600 à 1000 pour un circuit ferromagnétique en acier excité en deçà de la saturation. Cet effet de dispersion d'un flux magnétique hors d'une pièce ferromagnétique, au droit d'une fissure débouchant ou sous - cutanée (ou toute autre hétérogénéité non ferromagnétique se comportant comme un entrefer), est à la base d'une gamme de procédés magnétiques de détection des défauts de surface dans les aciers dont le plus connu et le plus employé est la magnétoscopie. Ces procédés magnétiques diffèrent entre eux principalement par le mode de mise en évidence du flux de fuite magnétique correspondant à la dispersion de flux décrite ci - dessus.



---

En magnétoscopie, on observe visuellement une accumulation de poudre de fer ou de magnétite colorée provoquée par le flux de fuite. En Magnétographie, on recueille la trace magnétique du flux de fuite sur un film, une bande ou une pâte d'empreinte magnétisable; les autres procédés sont regroupés sous le vocable détecteur à flux de fuite (magnetic leakage flux testing); il s'agit généralement d'appareils de contrôle automatique de barres et de tubes d'acier mettant en oeuvre des détecteurs ponctuels de flux électromagnétiques.

La première chose à noter est que **le champ magnétique** à considérer est celui qui s'exerce à proximité et en surface de la pièce; il devra être perpendiculaire à la direction présumée des fissures recherchées, sinon l'effet d'entrefer sera minimisé, et même annulé s'il s'agit de directions parallèles. Le contrôle de l'orientation du flux magnétique et de son intensité s'effectue par la mesure du champ magnétique tangentiel, à l'aide d'un appareil à sonde de Hall que l'on déplace sur la surface de la pièce.

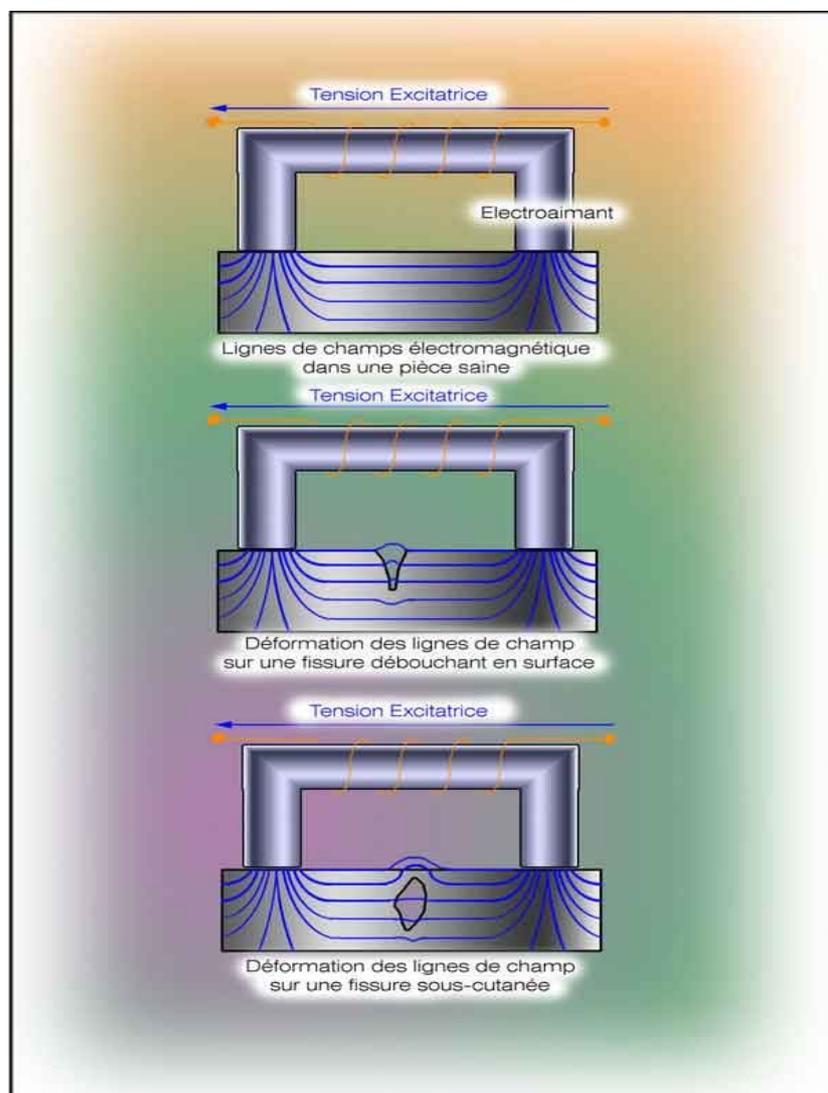
Pour les pièces de forme complexe, on doit vérifier qu'en tout point le champ magnétique atteint la fourchette de valeurs que l'on s'est fixée pour l'essai. Pour le contrôle magnétoscopique, les valeurs de champ tangentiel recommandées par les nombreuses normes et spécifications sont en fait très étalées, variant de moins de 800 à 12000 A/m ( 10 à 150 oersteds ) en fonction de la nature de la pièce et de la finesse des défauts recherchés. A titre d'exemple de choix, on peut indiquer qu'un champ d'au moins 1000 à 1500 A/m sera suffisant pour un contrôle de défauts notables sur des barres en acier au carbone, alors qu'un champ d'au moins 10000 A/m sera requis pour le contrôle de pièces de sécurité forgées pour l'aéronautique.

La détection visuelle des champs de fuite magnétique au droit des défauts peut s'effectuer en observant des accumulations de limaille de fer dues aux concentrations de flux sur la surface de la pièce à contrôler. En pratique, on utilise des révélateurs magnétiques spécialement adaptés, constitués d'une poudre ferromagnétique de granulométrie bien définie, et associés souvent à des traceurs colorants et généralement fluorescents sous lumière noire.

Les produits, qui doivent être répartis uniformément sur la surface de la pièce pendant la magnétisation, se présentent soit sous forme de poudre sèche, soit beaucoup plus fréquemment sous forme d'une encre magnétique. Le support liquide le plus utilisé est le pétrole; cependant, son emploi implique certains risques (incendie, allergie, odeur, stockage) et son rejet à l'égout est interdit, c'est pourquoi on utilise parfois des encres à l'eau dont le pouvoir mouillant est accru par l'ajout d'agents tensioactifs adéquats ; certains types

d'encres à l'eau comportent en outre des agents anti-moussants et des inhibiteurs de corrosion.

La sensibilité de détection est liée en partie à la granulométrie des particules de fer ou d'oxyde, qui doivent être de toute façon très homogènes. Pour une recherche de très fins défauts, on choisira des poudres de moins de 1 mm, alors qu'on minimisera le bruit de fond lors du contrôle d'une pièce brute en choisissant une poudre de 50 à 100 mm. Les liqueurs magnétiques évoluent dans le temps, s'épuisent et se polluent lors de l'utilisation, aussi est-il nécessaire de les contrôler régulièrement; la concentration des particules est le paramètre le plus important à contrôler; elle se situe selon les types de révélateurs entre 0,5 et 10 g/l et s'évalue soit par décantation d'un volume donné pendant un temps suffisant (plusieurs dizaines de minutes), soit, plus rapidement, par comparaison avec un révélateur de référence sur une balance magnétique.



Principe de la magnétoscopie

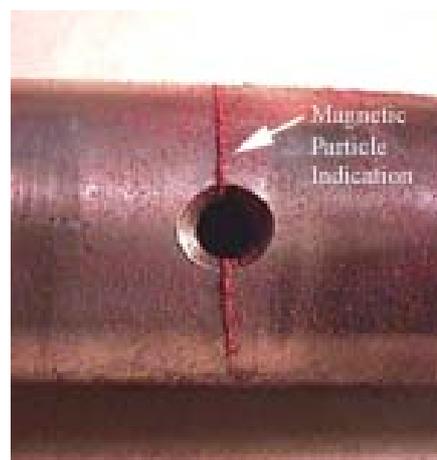
## Mise en oeuvre

L'examen d'une pièce se déroule pratiquement en un seul temps, correspondant simultanément à la magnétisation, à l'apport du révélateur et à la lecture visuelle.



L'opération doit être répétée éventuellement en modifiant l'orientation du champ magnétisant, afin d'être sûr de détecter tous les défauts quelle que soit leur orientation. L'opération de contrôle doit être précédée d'une préparation de la pièce destinée à la mettre dans les conditions optimales d'examen : nettoyage, dégraissage, éventuellement démagnétisation préalable. Le contrôle sera lui - même suivi d'opérations de marquage, de repérage, éventuellement d'une démagnétisation effectuée dans les conditions décrites plus

□□□□□□



---

## Application et limites

Bien conduit, l'examen magnétoscopique se révèle d'une sensibilité sans égale pour la détection des défauts de surface les plus ténus sur les pièces en acier et autres alliages ferromagnétiques. Le procédé, grâce à ses nombreux moyens de mise en œuvre et de réglage, s'adapte bien au contrôle de nombreux types de pièces manufacturées. La recherche par magnétoscopie des défauts sous-cutanés est possible mais nettement plus délicate, ce qui fait qu'on aura tendance à préférer ici le contrôle par ultrasons, bien qu'il soit possible de mettre en évidence par magnétoscopie des hétérogénéités non visibles par tout autre procédé ; c'est le cas par exemple de la recherche d'amas inclusionnaires dans des tôles minces, ce contrôle ne pouvant malheureusement être effectué que sur des échantillons de faibles dimensions.

Une des faiblesses de la magnétoscopie est en effet sa relativement faible productivité liée à la durée des manutentions et de l'examen visuel des surfaces : une automatisation partielle ou totale est réalisable mais, en définitive, ce sont les procédés à mesure de flux de fuite qui ont permis d'envisager un contrôle à grand débit des produits sidérurgiques longs de type barres, tubes ou fils. Ces procédés sont très performants, puisqu'ils permettent de détecter des criques et lignes de profondeur supérieure à 0,3 mm sur des barres brutes et de l'ordre de 0,1 mm ou parfois moins sur des produits tréfilés ou calibrés. C'est ainsi que ces appareils à flux de fuite figurent au catalogue des principaux constructeurs d'appareillages à courant de Foucault avec lesquels ils se partagent le marché du contrôle des produits longs.