

Les différents moyens de création d'un champ magnétique

La magnétoscopie est basée sur un principe physique simple qui repose sur le comportement des matériaux ferromagnétiques soumis à un champ magnétique externe. Toutefois, une grande partie de la technicité du contrôle va reposer sur l'adéquation entre la pièce à contrôler, les caractéristiques des discontinuités recherchées et les moyens mis en œuvre pour créer ce champ magnétique. De très nombreuses possibilités s'offrent aux concepteurs du moyen de contrôle et les paragraphes suivant en dressent une liste représentative des plus courantes mais non exhaustives.

Aimants permanents

Un aimant permanent possède deux pôles : un pôle nord et un pôle sud. Le flux magnétique circule d'un pôle à l'autre en produisant un champ magnétique longitudinal de faible puissance. Cette technique simple est très rarement utilisée car elle n'est pas recommandée par les normes. Elle peut certaines fois convenir pour le contrôle de pièces ferromagnétiques à haute perméabilité magnétique sur des sites où il n'existe aucune source d'énergie électrique disponible.



Aimant permanent à bras articulés pour le contrôle sur chantier.

Électroaimant d'un banc de contrôle par magnétoscopie ou électroaimant portatif

La pièce peut être placée en contact entre les épanouissements polaires des électroaimants d'un banc de contrôle par magnétoscopie ou les pôles d'un électroaimant portatif. Un circuit magnétique permet en général de canaliser le flux magnétique d'une extrémité de la pièce à l'autre extrémité, les lignes du champ magnétique trouvant à l'intérieur du circuit magnétique un chemin plus perméable que l'air.

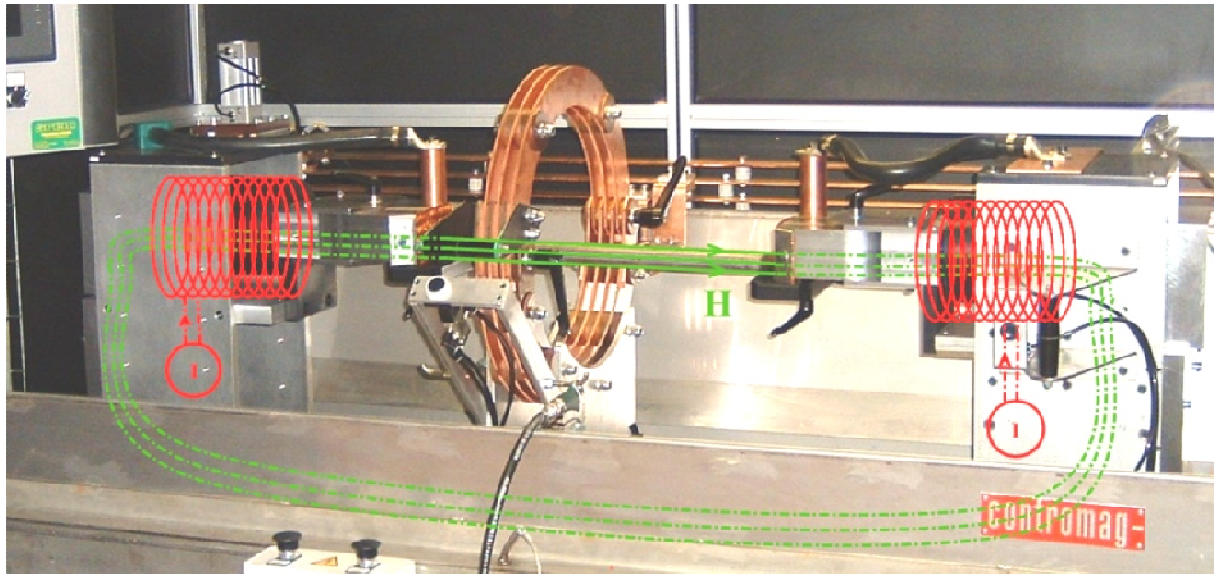


Schéma de principe d'une aimantation par circulation d'un flux magnétique entre les électroaimants d'un banc de contrôle par magnétoscopie.



Mise en situation d'un électroaimant à bras articulés - version miniaturisée et portable des épanouissements polaires d'un banc de contrôle.

Bobine souple ou bobine rigide

Une bobine souple peut être réalisée à l'aide d'un câble enroulé directement sur la pièce où celle-ci peut être placée à l'intérieur d'une bobine rigide. On emploie également couramment à tort le terme de solénoïde qui n'est pas normalisé.

Dans ce cas, le flux magnétique va plutôt se reboucler dans l'air. Ce moyen peut paraître plus pratique que l'aimantation entre les épanouissements polaires d'un électroaimant mais la pièce à contrôler est ici soumise au phénomène de champ démagnétisant qui peut limiter grandement l'efficacité de l'aimantation. Pour cette raison ce moyen est plutôt adapté au contrôle de pièces très longues en procédant à plusieurs aimantations par tronçon.

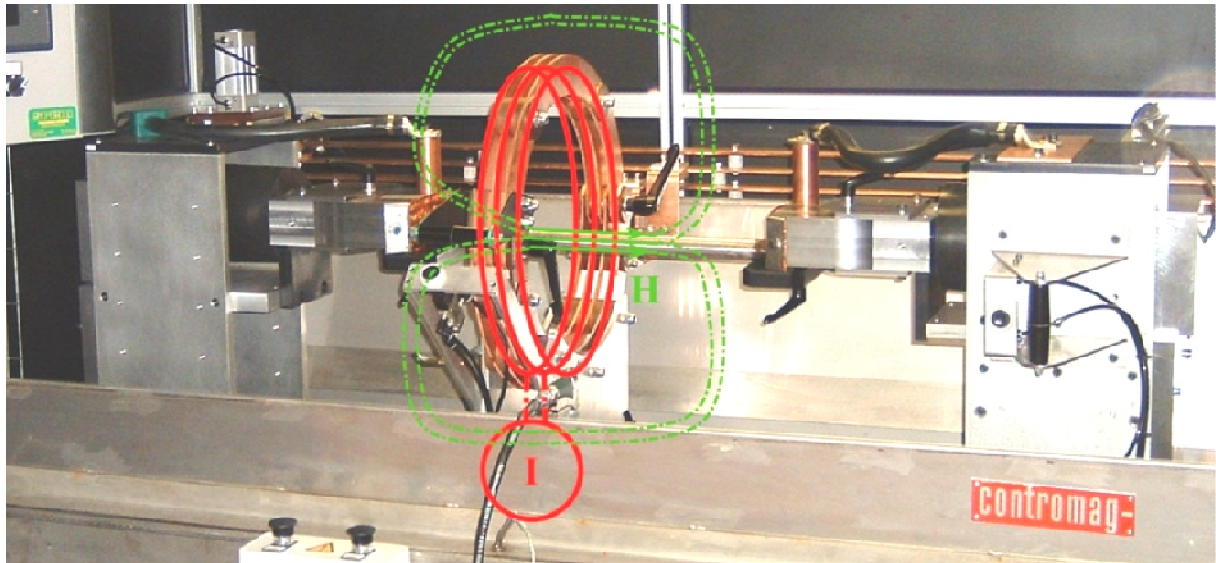
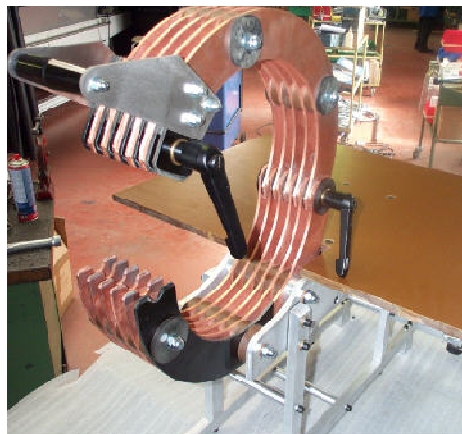


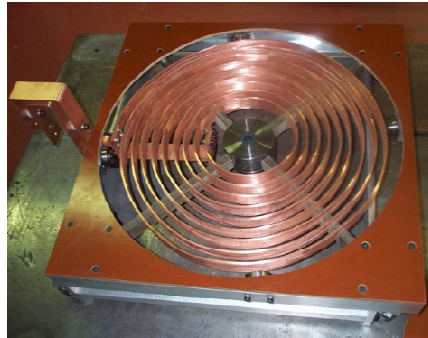
Schéma de principe d'une aimantation par circulation d'un flux magnétique dans une pièce placé à l'intérieur d'une bobine rigide sur un banc de contrôle par magnétoscopie.

La variante de la bobine ouvrante consiste à utiliser un enroulement constitué de plusieurs spires rigides articulées de manière à obtenir l'ouverture de la bobine afin d'y introduire la pièce à contrôler. Ce moyen peut être pratique pour introduire plus facilement des pièces très longues et gagner ainsi en encombrement globale. Ce moyen est également utilisé pour réaliser une aimantation circumférentielle sur des pièces en forme de disque possédant un alésage en imbriquant l'un dans l'autre l'anneau formé par la bobine et l'anneau formé par la pièce.



Bobine ouvrante

La variante de la bobine à plat consiste à utiliser un enroulement constitué de spires hélicoïdales. Les lignes de champ magnétique au-dessus de la bobine sont alors sensiblement parallèles au rayon de la spirale. Cette bobine est principalement utilisée pour aimanter radialement une pièce en forme de disque disposée au-dessus de la bobine et ainsi permettre la mise en évidence des discontinuités circumférentielles.



Bobine à plat

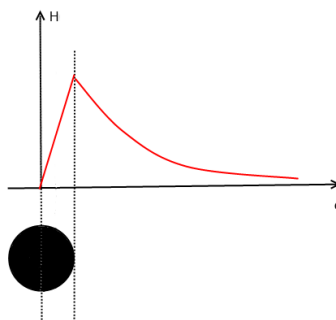
Passage de courant dans la pièce ou à l'aide d'un conducteur central

La pièce peut être contrôlée par un passage de courant dans celle-ci et création d'un champ magnétique perpendiculaire à la direction du courant.

En partant du théorème d'Ampère et en supposant une répartition du courant uniforme dans la section de la pièce (pas d'effet de peau), il est possible de calculer la répartition du champ magnétique en fonction de la distance au centre de la pièce.

$$\oint_a \vec{H} \cdot d\vec{l} = I$$

- \vec{H} : vecteur champ magnétique sur la surface fermée de l'intégrale située à une distance d du centre
- $d\vec{l}$: déplacement infinitésimal le long du contour fermé de l'intégrale située à une distance d du centre
- I : Courant interne au contour fermé de l'intégrale située à une distance d du centre



répartition du champ magnétique H à une distance d du centre d'une pièce cylindrique pleine parcourue par un courant I .

On peut alors en déduire par le calcul une valeur estimative du champ magnétique tangentiel sur la surface de la pièce à l'aide de la formule

$$H_t = \frac{I}{\pi \cdot D}$$

- H_t : champ magnétique tangentiel à la surface de la pièce [A/m]
- I : courant traversant la pièce [A]
- D : diamètre approximatif de la pièce [m]

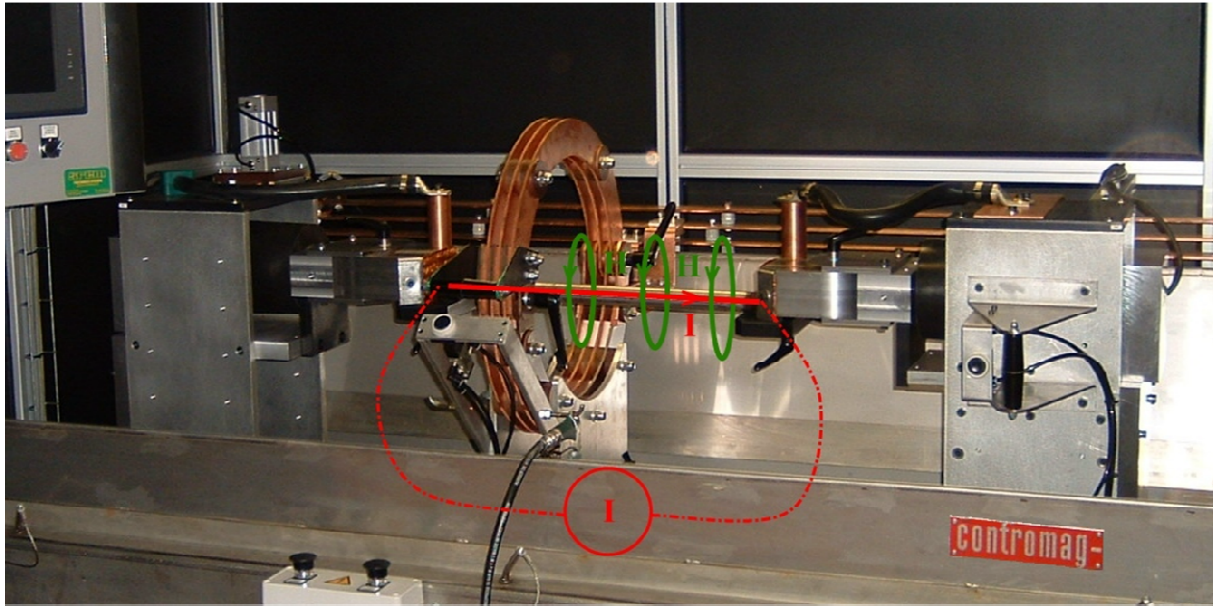
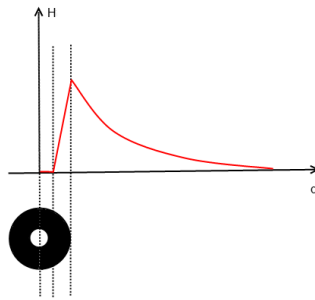


Schéma de principe d'une aimantation par passage de courant dans la pièce sur un banc de contrôle par magnétoscopie.



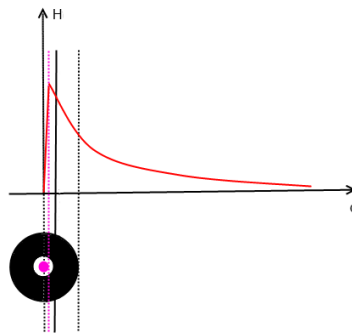
Mise en situation d'une aimantation par passage de courant dans une pièce.

Il est important de remarquer en repartant de la définition du théorème d'Ampère que le champ magnétique entoure les courants qui lui donnent naissance. De ce fait, il ne sera pas possible de contrôler l'intérieur d'un alésage en utilisant l'aimantation par passage de courant dans la pièce car la valeur du champ magnétique est nulle dans l'alésage.



Répartition du champ magnétique H à une distance d du centre d'une pièce cylindrique creuse parcourue par un courant I .

La variante consistant à procéder à une aimantation par conducteur traversant permettra de résoudre cette limitation. Elle consiste à utiliser un conducteur de préférence centré (barre de cuivre) passant au travers de l'alésage. Le champ magnétique entourant les courants qui lui ont donné naissance, cela va permettre de mettre en évidence les défauts à l'intérieur de l'alésage et à l'extérieur de la pièce simultanément.



Répartition du champ magnétique à une distance d du centre d'une pièce cylindrique creuse traversée par un conducteur central parcouru par un courant I .

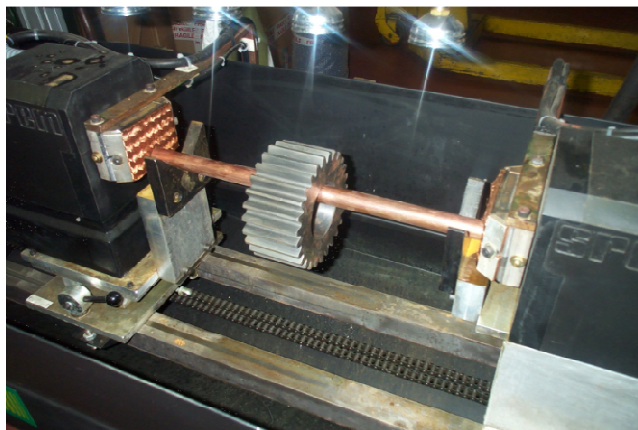
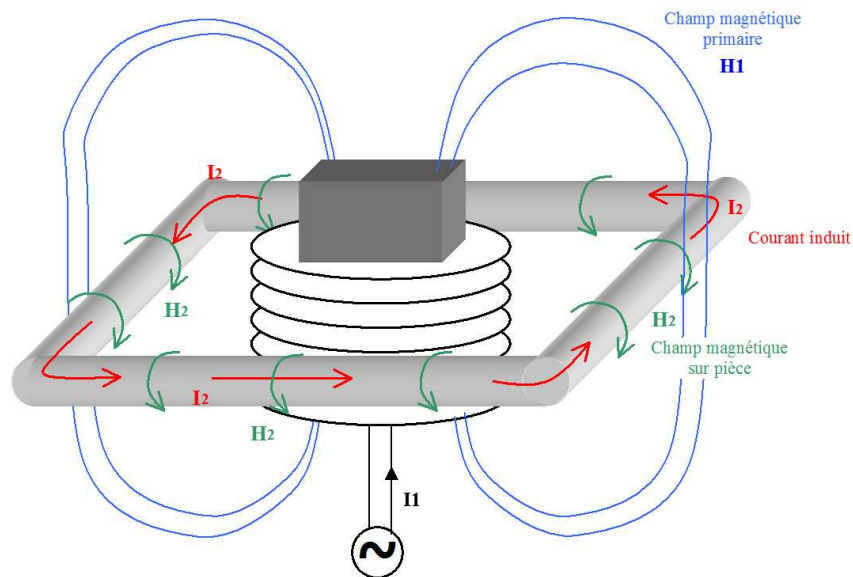


Figure 37 – Mise en situation d'une aimantation par conducteur traversant une couronne dentée. (Crédit photo : SREM Technologies)

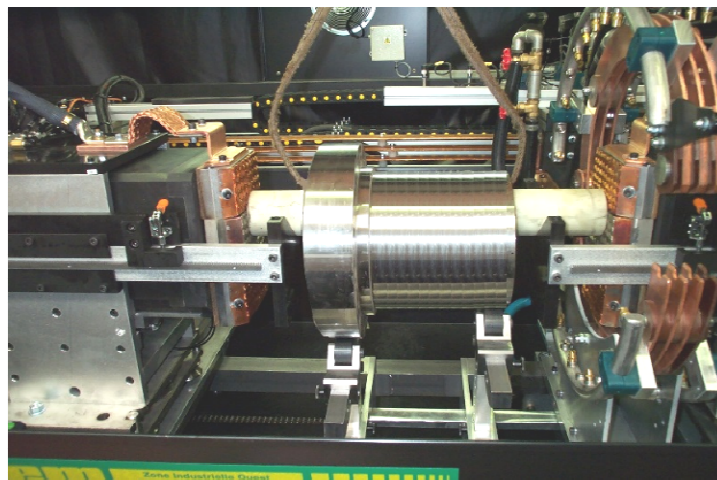
L'avantage de ce procédé est de pouvoir aimanter plusieurs pièces identiques simultanément et d'éviter le risque de brûlure de la pièce induite par les touches de contact en passage de courant dans la pièce.

Passage de courant induit dans la pièce

Seules les pièces formant un circuit électrique sur elles-mêmes peuvent être contrôlées par cette technique. Le système d'aimantation primaire composé d'un électroaimant parcourue par un courant alternatif (I_1) crée un champ magnétique (H_1). Ce champ va induire dans la pièce à contrôler, qui se comporte comme une spire en court-circuit, un courant alternatif (I_2). Ce courant crée à son tour un champ magnétique secondaire (H_2) circulaire autour la pièce permettant la détection des discontinuités longitudinales ou circonférentielles dans le cas d'une pièce annulaire.



Principe de l'aimantation par passage de courant induit dans une pièce.



Mise en situation d'une aimantation par passage de courant induit dans une bague à l'aide d'une broche en acier feuilletée positionnée entre les électroaimants d'un banc de contrôle par magnétoscopie.



S.GRAVELEAU (10-2014)

Il est très important de noter que ce moyen de création d'un champ magnétique basé sur le principe physique de l'induction ne fonctionne que si les électroaimants sont alimentés en courant alternatif.

Il est possible de combiner cette technique d'aimantation à une aimantation par conducteur traversant pour contrôler efficacement et sans contact certains types de pièces annulaires.