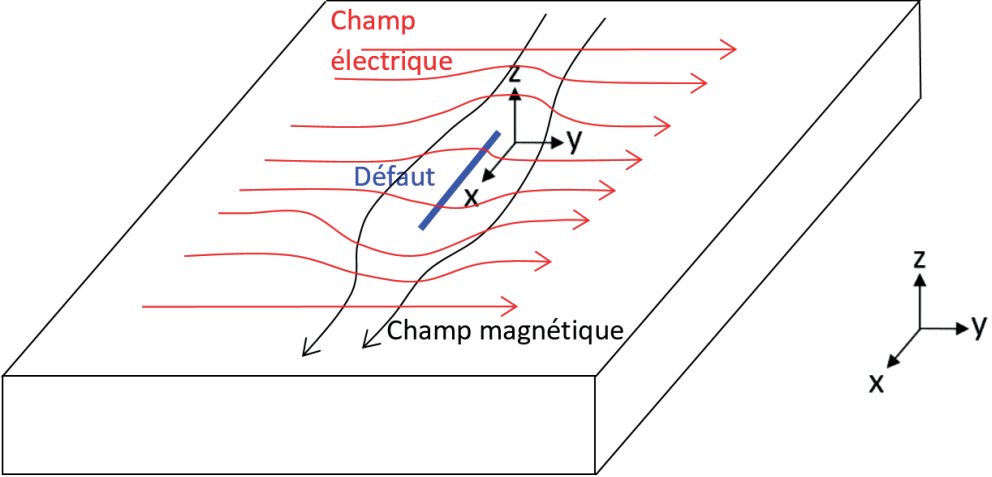
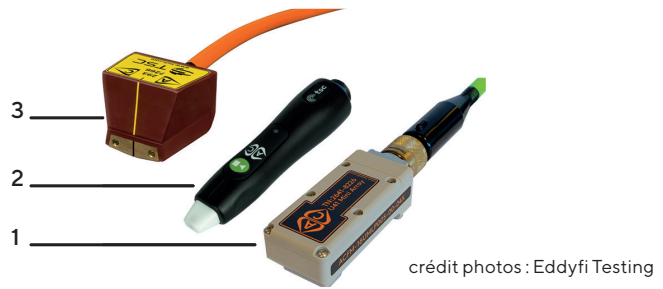


ACFM (Alternating Current Field Measurement / Contrôle non destructif par mesure de champ de courant alternatif)

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF	Détection et évaluation de la longueur des discontinuités de type rupture ou fissure de fatigue débouchantes dans les composés métalliques, les soudures et la zone affectée thermiquement (ZAT).
PRINCIPE	<p>Le principe physique employé lors du contrôle non destructif par ACFM est de générer un champ magnétique par l'intermédiaire d'un courant induit au moyen d'une sonde constituée d'un émetteur et de deux récepteurs, et d'en mesurer la perturbation lors du passage de la sonde au voisinage d'un défaut débouchant. Cette technique de contrôle est utilisable sans contact, ni couplage.</p> <p>Le courant induit dans la peau du matériau à examiner est un courant électrique alternatif uniforme. En présence d'une discontinuité, le champ magnétique résultant sera perturbé et circulera autour des extrémités de cette dernière.</p> <p>La détection sera optimale si le défaut recherché est orienté parallèlement au sens de déplacement de la sonde (champ de courant perpendiculaire à l'orientation des défauts recherchés). Selon le schéma ci-après, la sonde est déplacée suivant l'axe x :</p>  <p>Les variations dans le champ magnétique sont détectées par les capteurs puis retransmises sur l'écran de l'appareillage. Elles peuvent être interprétées par l'opérateur sur place ou <i>a posteriori</i>.</p>
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Non destructif. Les protections anticorrosion et/ou revêtement ne nécessitent pas d'être retirés/décapés.
MATURITÉ	Les contrôles par ACFM sont récents dans le domaine des CND (apparition dans les années 1990). La méthode ACFM n'est pas encore certifiée par la Cofrend mais elle est commercialisée et fortement utilisée dans certains domaines.

Le contrôle non destructif par mesure du champ de courant alternatif peut être effectué au moyen de différents types de sondes selon la tâche d'auscultation à réaliser.



1. Une sonde standard pour un usage général ;
2. Une sonde de type capteur crayon pour les zones à géométrie complexe ;
3. Une sonde de type capteur à bloc biseauté pour le contrôle des filetages.

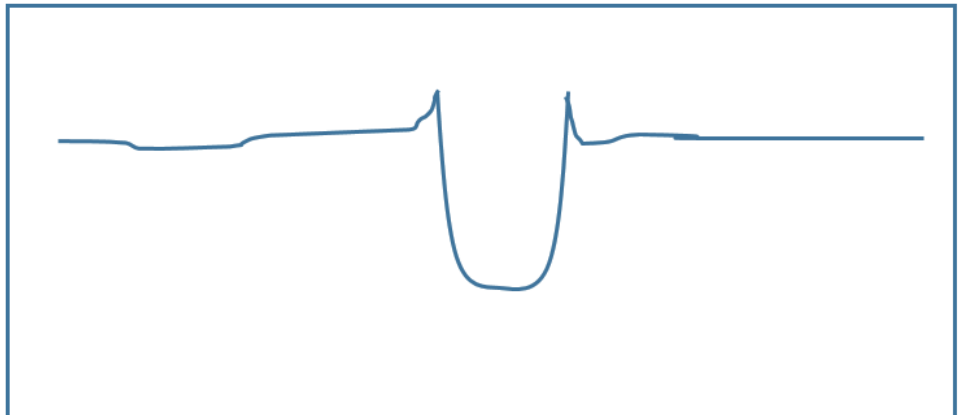
Ces sondes fonctionnent toutes sur le même principe :

- le courant est envoyé dans la pièce via l'émetteur et les variations du champ induit sont réceptionnées par deux récepteurs ;
- ces données sont ensuite interprétées par le moniteur qui affiche alors trois courbes à l'écran :
 - * la courbe Bx (variation du champ de courant en fonction du temps),
 - * la courbe Bz (rotation des champs de courant induisant un champ magnétique, en fonction du temps),
 - * et le tracé papillon, qui représente la courbe Bx en fonction de Bz ; ce tracé n'est ainsi pas affecté par la base de temps.

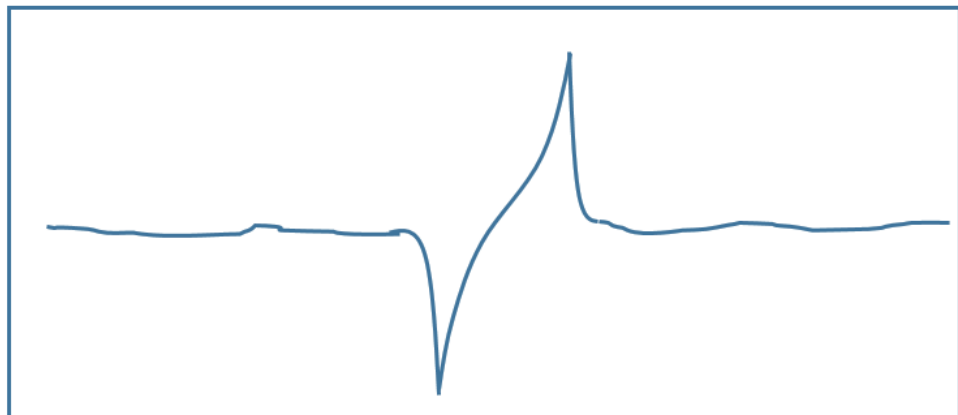
La forme du tracé papillon permet d'identifier la présence potentielle d'un défaut. Si la zone est dépourvue de fissure, le tracé sera très petit, assimilable à un point. En présence d'une fissure, le tracé sera en forme de « pomme aplatie » et ressemble schématiquement à un papillon.

Aspects des courbes en présence d'une fissure :

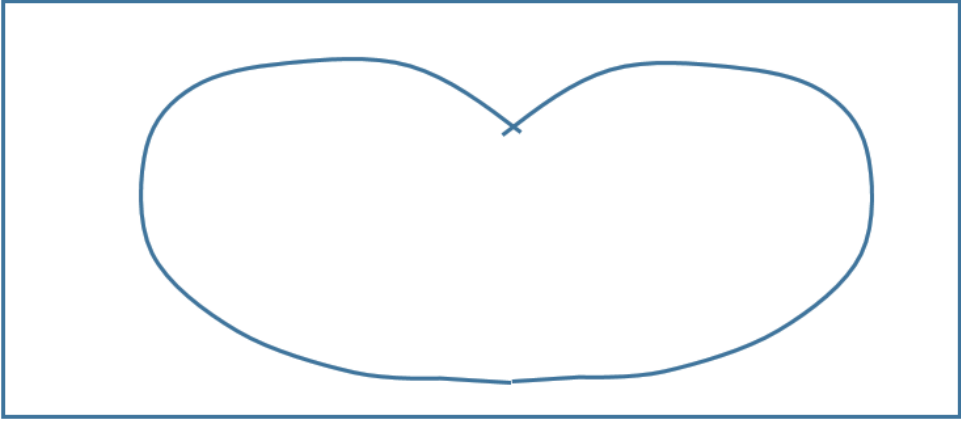
- Bx



- Bz



MATÉRIEL SPÉCIFIQUE
EMPLOYÉ

	<p>- tracé papillon (Bx en fonction de Bz)</p>  <p>La courbe Bx sert à déterminer la profondeur de l'indication. La courbe Bz permet d'estimer sa longueur.</p>
--	---

MODALITÉS D'APPLICATIONS

DOMAINE D'APPLICATION	Recherche de discontinuités débouchantes dans les soudures, ZAT et métaux de base à travers des revêtements.
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	<p>Afin d'obtenir des données interprétables, il est important de garder une inclinaison et une orientation régulière de la sonde lors du contrôle. Plusieurs passages peuvent être réalisés en faisant varier ces deux paramètres en cas de doute.</p> <p>Si une magnétoscopie doit être réalisée, cela doit être fait après l'auscultation en ACFM. Le champ induit en magnétoscopie perturberait l'acquisition des données en ACFM.</p>
LIMITES D'UTILISATION	<p>Contrôle limité aux zones proches de la surface et aux discontinuités débouchantes.</p> <p>Sensibilité au magnétisme résiduel.</p> <p>Contrôles possibles à travers les revêtements non conducteurs jusqu'à 5 mm d'épaisseur.</p>
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	<p>La plus petite indication décelable fait 10 mm de long et 1 mm de profondeur.</p> <p>Un nombre élevé de discontinuités peut altérer la capacité de l'appareil à estimer leur importance.</p> <p>Il existe une incertitude au niveau des données : l'ACFM est une technique comparative, les caractéristiques sont données à titre indicatif.</p> <p>La sensibilité varie selon le type de capteur, le type de revêtement, la direction de balayage et le matériau contrôlé.</p>
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Le personnel qui réalise le contrôle par ACFM doit être expérimenté. Il doit avoir suivi une formation spécifique à la méthode et doit de préférence disposer d'une certification COFREND aux courants de Foucault.

CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES

ACCÈS À 1 OU 2 FACES	<p>Accès à une face.</p> <p>Il n'est pas nécessaire d'avoir un accès direct à la surface du métal à contrôler.</p>
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Aucune
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	<p>Contrôle ponctuel, généralement effectué par sondage, ou ciblé sur une pathologie préalablement diagnostiquée ou soupçonnée.</p> <p>Plusieurs dizaines de mètres linéaires par heure.</p> <p>Échantillonnage : selon observations visuelles des défauts apparents, sinon contrôle aléatoire en fonction de l'importance et du risque de défaillance de l'élément de structure ou de l'assemblage examiné.</p>

DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Immédiat (mais possibilité d'interpréter <i>a posteriori</i> les mesures obtenues grâce à la sauvegarde des données).
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Aucun
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Matériel portable et peu encombrant
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Utilisation de réactifs d'attaque chimique pour révéler la microstructure
ENCOMBREMENT - POIDS	Matériel portatif sur site

AVANTAGES - INCONVÉNIENTS

AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> - Localisation et dimensionnement des défauts débouchants et de faible profondeur (dépendante de la nature du matériau) ; permet de connaître la taille approximative des défauts même à travers différentes épaisseurs de revêtements isolants (jusqu'à 5 mm d'épaisseur) et malgré la différence de conductivité du substrat. - Sauvegarde des données (traçabilité). - Grande vitesse de contrôle et sensibilité, indépendante de la vitesse de déplacement de la sonde ; sonde pas obligatoirement au contact de la pièce et non nécessité de produit couplant. - Contrôle possible sous l'eau et à hautes et basses températures. - Étalonnage facultatif avant un contrôle (un témoin avec défaut artificiel, et réalisé sur un matériau similaire, permet de s'assurer du bon fonctionnement du système). - Diversité des matériaux contrôlables (métaux ferreux et non ferreux). - Utilisation possible d'équipements multivoies (utilisation de plusieurs sondes simultanément pour augmenter la vitesse et la précision de contrôle) : <ul style="list-style-type: none"> • accroissement de la zone inspectée ; • localisation des défauts dans les deux dimensions du plan inspecté.
INCONVÉNIENTS	<ul style="list-style-type: none"> - Matériel coûteux. - Sensibilité aux perturbations magnétiques telle que le champ rémanent d'un contrôle magnétoscopique antérieur ou les fluctuations magnétiques à proximité de réseaux électriques (caténaïres, lignes haute tension...). - Effet de bord des pièces produisant des signaux parasites. - Ne permet pas de déterminer précisément la direction du défaut dans le métal. - Plusieurs balayages nécessaires sur les soudures complexes. - Importance du positionnement de la sonde. - Le revêtement doit être non magnétique et électriquement isolant. - Faible résolution. - Pas de visualisation de la géométrie du défaut à l'écran. - Fissures ramifiées difficilement identifiables : adapté aux fissures de fatigue naissantes de préférence. - Impossible de détecter les défauts non débouchants : la distorsion du champ magnétique est trop faible pour être interprétable lorsque la discontinuité n'est pas débouchante.

DISPONIBILITÉ - COÛT

DISPONIBILITÉ	Rare. L'ACFM est une technique de CND peu utilisée, mais en voie de développement.
COÛT	Coût moyen (de l'ordre de 1 200 € HT pour une intervention d'une journée sur site).

RÉFÉRENCES

NORMES - MODES
OPÉRATOIRES - ARTICLES

ASTM-E2261M (Soudures)
ASTM-E2928M (Drillstring threads - Filets de forage)
ASTM V, article 15
NF EN 17643-Contrôle non destructif des assemblages soudés-Contrôle par courants de Foucault
« Recommandation pour le contrôle des soudures par la mesure du champ d'un courant alternatif - technique A.C.F.M. » publiée par la COFREND (15/10/2012)