DÉTECTION DE DÉFAUTS DE SECTION DANS LES CÂBLES PAR AUSCULTATION MAGNÉTIQUE

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE	
OBJECTIF	Détecter et quantifier les défauts de sections internes et externes de fils dans les câbles.
PRINCIPE	Le contrôle consiste à déplacer sur le câble un appareil qui l'entoure, souvent appelé bobine. L'appareil se constitue d'un système magnétisant et d'un capteur de champ magnétique. Le système magnétisant génère un champ magnétique au sein du câble, la présence de défauts de section dans les couches internes ou externes du câble génère une perturbation locale du champ qui est détectée par le capteur. Il existe de multiples appareils décrits en partie par la norme destinée aux remontées mécaniques NF EN 12927-8. Ces appareils possèdent des systèmes magnétisants et des capteurs pouvant être différents : électro-aimant ou aimants permanents, bobines inductrices parallèles ou croisées, sondes à effet hall, etc. Ils sont applicables aux câbles d'ouvrage d'art sous réserve d'avoir été validés préalablement sur ceux-ci. Les appareils les plus répandus actuellement utilisent un système magnétisant constitué d'aimants permanents et des capteurs constitués de bobines inductrices.
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Non destructif.
MATURITÉ	Méthode mise au point et éprouvée dans le domaine des remontées mécaniques. Les matériels à aimants permanents sont utilisés depuis quelques années dans le domaine des ouvrages d'art.
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	Système magnétisant : – aimant permanent circulaire ou en forme de U ; – électro-aimant ; – etc. Capteur : – capteur à bobines inductrice ; – sonde à effet hall ; – etc. Cordes, poulies et treuil pour le déplacement de l'appareil Roue codeuse éventuelle pour le positionnement du défaut Système d'acquisition et enregistrement des mesures  Dispositif d'auscultation magnétique avec roue codeuse (Cerema)

Mai 2020

MODALITÉS D'APPLICATIONS

DOMAINE D'APPLICATION	La méthode est utilisée sur les câbles et suspentes de ponts suspendus et les haubans (câbles monotorons, câbles clos élémentaires et câbles Multi-torons Parallèles de faible diamètre mais aussi sur des câbles de précontraintes extérieures, haubans de type Multi Torons Parallèles).  Dispositif en position sur un câble de pont haubané (Cerema)
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	Les bobines sont déplacées le long des câbles à l'aide de montage de cordes, de poulies. La présence de suspentes, de colliers ou de tout autre obstacle nécessite de démonter la bobine pour la réinstaller de l'autre côté. L'espacement entre câbles doit permettre la mise en place de la bobine.
LIMITES D'UTILISATION	Il est impossible d'ausculter les parties de câbles sous les colliers, sur les selles et dans les ancrages. La mesure n'est pas valide aux extrémités de l'appareil de mesure. La qualité de la mesure pour certains types de bobines dépend de la vitesse de déplacement de la bobine sur le câble. L'auscultation ne sera donc réalisable que sur des parties de câble suffisamment longues pour atteindre cette vitesse minimale. À l'heure actuelle, il n'est pas possible d'ausculter les câbles toronnés assemblés en faisceau ou situés à l'intérieur d'un conduit métallique. La méthode n'est pas applicable en l'état aux câbles amagnétiques et la mesure sera non exploitable en présence de zones comprenant des feuillards, gaines ou manchons métalliques. Une attention particulière doit être apportée au possible endommagement de la protection anti- corrosion lors du déplacement de la bobine sur le câble, en particulier sur les câbles de grand diamètre où la force magnétique peut être très intense. La présente méthode ne peut être appliquée en premier si on envisage une auscultation électromagnétique pour évaluer le taux d'oxydation des câbles, en raison de la magnétisation résiduelle qui en résulte.
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	Sur un câble non corrodé, les essais en laboratoire font état d'une précision variable selon les appareils. Il a été montré la possibilité de détecter une unique rupture de fil de Ø 4,7 mm pour un mono toron de Ø 60 mm comportant plus de 120 fils. En présence de corrosion l'augmentation du bruit de fond dégrade la qualité de la mesure.
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Chargé d'investigations spécialisé. Quels que soient les cas, une grande expérience des câbles et des ouvrages d'art est nécessaire pour interpréter les résultats.

CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES

ACCÈS À 1 OU 2 FACES	Accès à l'ensemble du câble. Des mesures sur des demi-sections sont réalisables selon les appareils.
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	La méthode nécessitant l'accès aux câbles l'usage de nacelles élévatrices est souvent indispensable, le positionnement de la nacelle sur la chaussée requiert alors la fermeture à la circulation ou la mise en place d'alternats. Pour les ouvrages de grandes dimensions le positionnement du matériel d'enregistrement dans un fourgon positionné sur l'ouvrage peut être nécessaire.

RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Les appareils courants sont lourds et exercent une force magnétique intense sur le câble ce qui nécessite des manœuvres nombreuses et longues pour la mise en place de la bobine sur le câble. Pour les câbles de faible diamètre (<45mm) les appareils sont souvent plus légers et la force magnétique génère moins de problèmes de manutention. Le temps d'investigation sur un ouvrage est alors fonction de l'accès aux câbles, du nombre de câbles et du nombre de montages/démontages au passage des obstacles. En section libre, la bobine est déplacée à raison de plusieurs mètres par minute. Compte tenu des difficultés et du temps nécessaire à la mise en œuvre de l'appareil, des contrôles ciblés sur l'ouvrage peuvent être réalisés, mais cela ne peut donner une vision globale de l'ouvrage en matière de défauts de section.
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Enregistrement en temps réel sur site ; le temps d'interprétation est long.
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Aucune.
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Présence de ligne THT à proximité, ligne électrique positionnée sur le câble et pluie importante ou neige (perte de sensibilité et court circuit possible sur les bobines). En cas d'intempéries, le matériel d'enregistrement doit être positionné à l'abri (véhicule).
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Contraintes du travail en hauteur sur les ponts à câbles et contrainte de travail au voisinage de la circulation dans le cadre d'un alternat. L'aimantation de la bobine est très élevée ce qui peut présenter un risque pour les personnes équipées de pace-maker et nécessite des précautions pour tout matériel sensible au champ magnétique (badge, cartes bancaires, etc.).
ENCOMBREMENT – POIDS	Matériel lourd et de manipulation complexe (montage de cordes, poulies et treuil, force magnétique intense).
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Seule méthode permettant d'ausculter de façon non destructive des câbles pour la détection de défauts de section internes et externes.
INCONVÉNIENTS	Interprétation délicate des informations qui fait appel à un spécialiste de la méthode et des ouvrages d'art (qualification et expérience nécessaires). La méthode ne peut quantifier la perte de section.
DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Rare.
COÛT	Élevé en raison des besoins de manutention. Directement dépendant du nombre de mesures (montage/démontage) à réaliser.
RÉFÉRENCES	
NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES	Gourmelon J.P., Robert J.L. – Méthodologie d'auscultation et de surveillance des câbles de pont suspendus. - Bull. liaison LPC 139, Sep-Oct 1985, pp 85-92. Les ponts suspendus en France – Annexe 4 : Notices techniques sur les moyens de contrôle et de surveillance des câbles – Guide LCPC-SETRA, décembre 1989. Vaurigaud B.,Cherrier J.-F., Pernot S., Insertion/détection de défauts par méthode magnétique dans un câble monotoron multi-couches, Journée ouvrages d'art 2014, Marne-la-Vallée. NF EN 12927-8, Prescriptions de sécurité pour les installations à câbles transportant des personnes, partie 8 : Contrôles non-destructifs par contrôle électromagnétique.