RECONNAISSANCE DE LA GÉOMÉTRIE PAR ONDES ULTRASONORES

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF	Reconnaissance de la géométrie de structures en béton armé, épaisseur d'éléments de structure, vides cachés, etc.
PRINCIPE	Émission d'impulsions US qui se réfléchissent partiellement sur des interfaces ou sur des hétérogénéités présentant des contrastes mécaniques. Les échos sont enregistrés sous forme de traces temporelles.
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Non destructif
MATURITÉ	Principe existant depuis quelques dizaines d'années
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	Matériel composé d'un système d'acquisition portatif pouvant inclure un écran de visualisation, d'une source émettrice et d'un récepteur (constitué d'un ou plusieurs capteurs) relié au système électronique pour l'enregistrement des signaux temporels. Plusieurs systèmes commerciaux sont disponibles, à choisir selon les épaisseurs à mesurer et les précisions attendues.



Auscultation par UPE (Ultrasonic Pulse Echo ou écho d'impulsion ultrasonore) d'une paroi en béton armé et précontraint d'épaisseur e = 40 cm (IFSTTAR)

MODALITÉS D'APPLICATIONS

DOMAINE D'APPLICATION	Toute structure en béton, béton armé ou béton précontraint se présentant sous forme d'assemblage de parallélépipèdes plans ou à grands rayons de courbures. Plus la géométrie sera complexe, plus l'analyse sera difficile.
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	Le matériel est portatif et autonome en énergie. L'accès à la face à ausculter doit être dégagé pour plaquer l'appareil. Le parement de béton ne doit pas comporter de défauts de surface trop importants (granulats lessivés, bulles, dépôts de laitance, etc.). En présence d'une couche de poussière, il est préférable de nettoyer le parement par brossage. L'évaluation de l'épaisseur d'une pièce nécessite un étalonnage au préalable. Connaissant l'épaisseur d'un élément en béton en un point donné, il est alors possible d'étalonner la vitesse des ondes longitudinales et transversales, et le suivi de la variation de ces vitesses à la surface de l'élément permet de repérer les variations d'épaisseur de l'élément ainsi que le cas échéant des hétérogénéités ou des vides à l'intérieur du béton.

LIMITES D'UTILISATION	Les matériaux doivent être considérés comme homogènes pour la mesure de l'épaisseur des éléments de structure (objectif principal de la fiche). L'état de saturation ou de dégradation du béton peut limiter la profondeur d'investigation. Des mesures d'épaisseur ont été réalisées jusqu'à 1 m de béton ; au-delà, nous n'avons pas de connaissance sur la limite d'épaisseur auscultable. Cela dépend des systèmes de mesure. Des objets situés à faible distance de la face auscultée sont difficilement détectables voire impossibles à détecter (exemple du 1er lit d'armatures). Un ferraillage trop dense perturbe les mesures. L'« épaisseur » d'un vide n'est pas détectable et un vide peut masquer les objets situés derrière.
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	La précision sur l'épaisseur ou sur la localisation des défauts est de l'ordre de 2% de l'épaisseur totale de l'élément ausculté (soit une précision d'ordre centimétrique).
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Un chargé d'investigations et un chargé d'études ou bien un chargé d'études seul selon le système de mesure utilisé ou la configuration de la structure (verticale ou horizontale).
CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	1 face pour les mesures en réflexion ou 2 faces pour les mesures en transmission
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Non
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Dans de bonnes conditions d'accès, plusieurs centaines de mesures sont réalisables dans une journée. Pour faire autant de mesures, il vaut mieux être 2 opérateurs et se relayer.
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	En temps réel pour les images sous forme de coupes-temps. Lecture directe ou non (selon le dispositif utilisé) en temps réel pour les mesures d'épaisseur à condition d'avoir calibré en vitesse. Nécessité d'une exploitation et d'une présentation des résultats en différé pour la recherche de vides ou de gaines ou pour analyser des géométries plus complexes.
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Non
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Les mesures sont très dépendantes de la teneur en eau du béton. La norme NF EN 12 504-4 recommande une température extérieure comprise entre 10 et 30°C.
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Non
ENCOMBREMENT – POIDS	Faible encombrement
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Méthode non destructive, non contraignante pour l'environnement. Méthode ayant une bonne sensibilité en profondeur (elle est recommandée dans le cas où les méthodes électromagnétiques sont inopérantes (derrière un voile métallique bien collé) ou limitées (par exemple pour les structures épaisses).
INCONVÉNIENTS	Méthode ayant une faible sensibilité en surface Mesures ponctuelles
DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Moyenne
COÛT	Faible

RÉFÉRENCES

NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES	Norme NF EN 12504-4 : Essais pour béton dans les structures - Partie 4 : détermination de la vitesse de propagation du son. Breysse D. et Abraham O., Méthodologie d'évaluation non destructive de l'état d'altération des ouvrages en béton, Presses des Ponts et Chaussées, Paris, groupe de travail piloté par D. Breysse et O. Abraham, 2005, 555 p. Payan C., Abraham O., Garnier V., « Chapter 2: Ultrasonic methods » IN « Non-destructive Testing and Evaluation of Civil Engineering Structures » ed. by Balayssac JP. And Garnier V., ISTE Press Ltd & Elsevier Press Ltd. London, pp21-85. Villain G., Kerveillant J., Coffec O., Influence de la présence des armatures sur les mesures par impact écho et par écho d'impulsions ultrasonores. Opération de Recherche APOS / Auscultation Pour des Ouvrages Sûrs, Novembre 2016, Ifsttar, Cerema. https://www.ifsttar.fr/collections/ActesInteractifs/AII1/thematiques-AuscultationsNonDestructive.html