# B1-6

# AUSCULTATION PAR ONDES DE SURFACE

## PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

| | |
|---|---|
| OBJECTIF | Caractérisation de propriétés mécaniques intrinsèques du béton en fonction de la profondeur à partir de la surface, ou mise en évidence de défauts éventuels très peu profonds tels que fissures ou cavités. |
| PRINCIPE | Cette méthode mesure la vitesse de propagation des ondes de cisaillement VS qui peut être reliée au module de cisaillement dynamique G par la relation VS= racine G/r) où r est la masse volumique.<br>La profondeur d'investigation des ondes de surface est d'autant plus élevée que leurs longueurs d'onde sont grandes de sorte que leurs vitesses varient en fonction de la fréquence si le milieu de propagation n'est pas homogène en profondeur. Cette caractéristique peut être utilisée pour remonter à un profil des vitesses des ondes de cisaillement en fonction de la profondeur par résolution d'un problème inverse. |
| CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE | Non destructif. |
| MATURITÉ | Méthode encore peu employée. |
| MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ | L'équipement se compose : d'une source (un impact ou une source piézo-électrique), de plusieurs récepteurs (au moins deux) alignés avec la source, d'un système d'acquisition multi voies synchrones, d'un logiciel de traitement du signal pour calculer les courbes de dispersion en vitesse de phase des ondes de surface et d'un logiciel d'inversion pour remonter au profil des ondes de cisaillement avec la profondeur.<br>Des systèmes commerciaux à deux récepteurs existent, d'autres, multi-récepteurs, sont disponibles dans les laboratoires de recherche.<br><br>Mesure en cours sur un mur (IFSTTAR) |

## MODALITÉS D'APPLICATIONS

| | |
|---|---|
| DOMAINE D'APPLICATION | Structure en béton (armé et précontraint).<br>Cartographie, évaluation des variations de propriétés mécaniques du béton :<br>– d'enrobage pour les systèmes avec les plus hautes fréquences (~ 10 kHz → 300 kHz)<br>– d'épaisseur élevée pour les systèmes basses fréquences (~< 10 kHz) |
| SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION | Nécessite une source d'énergie (batterie ou secteur).<br>Il convient de ne pas déployer le dispositif de mesure à proximité et parallèlement aux armatures.<br>Il est conseillé de procéder à un repérage préalable des armatures. |

| | |
|---|---|
| LIMITES D'UTILISATION | La source et les récepteurs (au contact en général) doivent être adaptés à l'état de surface du matériau. L'état de surface doit être relativement plan et dépourvu d'aspérités importantes (> 5 mm).<br>Pour le béton d'enrobage, il est nécessaire de réaliser un moyennage spatial pour remonter à des propriétés robustes (ie quand l'hétérogénéité du matériau ne peut être négligée).<br>La présence de fissures débouchant en surface peut rendre la méthode inopérante.<br>Dans la majorité des problèmes inverses, le milieu est supposé 1D (multi-couches). |
| PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ | Résolution pluri-centimétrique en surface et centimétrique en profondeur pour les premiers centimètres.<br>La résolution se détériore à mesure que la profondeur d'investigation augmente. |
| PERSONNEL ET COMPÉTENCES | Opérateur pour l'enregistrement des signaux.<br>Chargé d'étude pour l'interprétation des mesures.<br>Pas de certification disponible. |
| **CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES** | |
| ACCÈS À 1 OU 2 FACES | Accès à une seule face. |
| COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES | Oui si la surface à ausculter se fait à partir d'une voie circulée. |
| RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE | Méthode ponctuelle à faible rendement (1 mesure toutes les 5 minutes environ en cas de moyennage spatial local sur une dizaine de mesures). |
| DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS | En temps réel pour les mesures brutes (courbe de dispersion des vitesses de phase des ondes de surface).<br>En temps différé pour une information en fonction de la profondeur. |
| PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES | Possible si les fréquences du bruit routier sont dans la gamme d'étude (ce n'est pas le cas pour des profondeurs d'investigation de quelques dizaines de centimètres dans le béton). |
| PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES | Perturbations électromagnétiques possibles mais très rares. |
| RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC | Non |
| ENCOMBREMENT – POIDS | Matériels commerciaux légers<br>Matériels de laboratoire lourds |
| **AVANTAGES – INCONVÉNIENTS** | |
| AVANTAGES | Méthode qui permet de remonter à des gradients de propriétés en fonction de la profondeur à partir de mesure de surface.<br>Méthode appropriée pour l'étude du module de cisaillement dynamique. |
| INCONVÉNIENTS | Remonter à une propriété intrinsèque par résolution d'un problème inverse peut s'avérer complexe (problème mal posé). |
| **DISPONIBILITÉ – COÛT** | |
| DISPONIBILITÉ | Rare |
| COÛT | Élevé |
| **RÉFÉRENCES** | |
| NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES | Popovics J.S., Abraham O., Surface wave techniques for evaluation of concrete structures, in Non-destructive evaluation of reinforced concrete structures, Vol.2, Woodhead Publishing Limited, CRC Press N10267, ISBN 978-1-84569-950-4, 2010, pp441-465 |