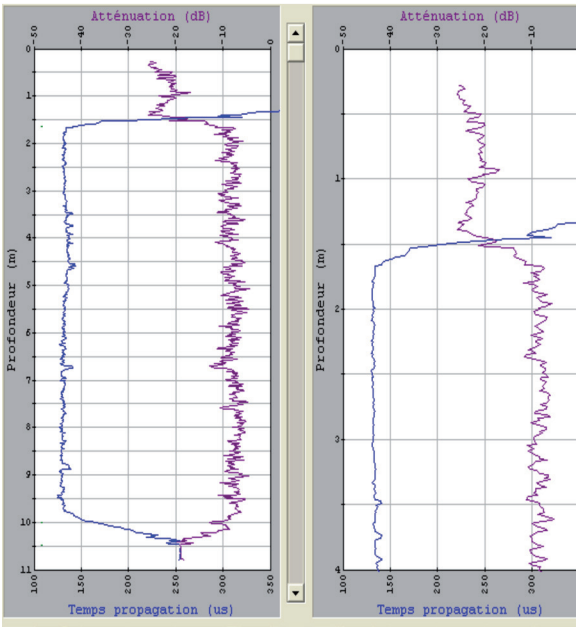
AUSCULTATION D'UN ÉLÉMENT DE FONDATION PAR TRANSPARENCE

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF	Cette méthode permet de suivre les variations de qualité du béton et de localiser précisément les défauts détectés sur toute la hauteur d'éléments de fondations profondes existantes, à condition d'avoir préalablement réalisé des forages parallèles dans la fondation à ausculter.
PRINCIPE	Cette méthode, qui est le plus souvent appliquée lors du contrôle de construction de fondations (à condition qu'elles aient été pré-équipées de tubes de réservation), consiste à mesurer le temps de propagation des ondes ultra sonores longitudinales entre deux (ou plusieurs) forages réalisés à l'intérieur de l'élément de fondation. Deux sondes sont disposées à un même niveau dans les forages qui doivent être remplis d'eau, l'une comme émettrice d'une onde ultra sonore, l'autre comme réceptrice. Il s'agit de mesurer de façon continue, au niveau du récepteur, le temps de propagation de l'onde dans le béton et la variation de l'amplitude du signal acoustique reçu. Une chaîne de mesure détermine ces valeurs sur toute la hauteur auscultée. Une variante de la mesure consiste à fixer une sonde à une profondeur donnée et à déplacer verticalement l'autre sonde de façon à obtenir des informations plus spatiales.
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Non destructif
MATURITÉ	Méthode éprouvée depuis longtemps
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	A titre d'exemple la chaîne de mesure AVSP 2000 fabriquée par le CECP (Cerema) contient les éléments suivants : – une sonde émettrice et une sonde réceptrice d'ondes ultra sonores ; – un système d'acquisition et un logiciel de visualisation des mesures ; – des moyens de manœuvre des câbles reliés aux sondes ; – des moyens de mesure de vitesse de remontée des sondes et de mesure de la profondeur des sondes ; – une alimentation électrique (groupe électrogène, secteur, etc.) ; – un ordinateur portable.   Dispositif AVSP 2000 mis en œuvre sur chantier (CEREMA)

MODALITÉS D'APPLICATIONS

DOMAINE D'APPLICATION	L'auscultation sonique s'applique à l'auscultation de tous les types d'éléments de fondation en béton à partir du moment où l'on peut réaliser les forages nécessaires à l'accueil des sondes d'auscultation (pieux en béton, puits et barrettes, parois moulées, ainsi que les massifs en béton). L'auscultation d'un élément de fondation par la méthode sonique permet, entre les points d'émission d'une impulsion et de réception d'un signal, de détecter des singularités localisées et d'apprécier l'homogénéité du béton.

SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	Accès nécessaire pour le matériel de forage et utilisation d'un matériel de mesure robuste, notamment au niveau des fils et connexions électriques.
LIMITES D'UTILISATION	Possibilité de forage dans les éléments de fondation. Difficulté de réaliser des forages bien parallèles sur une grande profondeur. Fissuration importante de la fondation qui ne permet pas de maintenir de l'eau dans les forages, sauf à alimenter en permanence.
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	La résolution du moyen de mesurage de la profondeur doit être inférieure ou égale à 1 cm. Le pouvoir de résolution du dispositif afficheur et de l'enregistreur, doit être pour le temps de 1µs et pour l'amplitude de 1% de l'étendue de l'amplitude maximale mesurée. L'incertitude sur la mesure de la profondeur du repère placé sur la sonde réceptrice doit être inférieure à la plus grande des deux valeurs suivantes : [1/500 de la distance entre les sondes et le sommet du forage ; 5 cm]. L'incertitude sur le mesurage de la durée du parcours du signal ultrasonore doit être inférieure à la plus grande des deux valeurs suivantes : [2% de la valeur lue ; 1 µs]. L'incertitude sur le mesurage de l'amplitude du signal doit être inférieure à 10% de l'amplitude maximale d'oscillation.
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Un chargé d'investigation ayant reçu une formation qualifiante sur l'auscultation des fondations profondes. Connaissances requises en fondations et en traitement de signal.
CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	Accès nécessaire à la face supérieure du pieu
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Non
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Dépend du nombre de forages (pour 4 forages, 6 mesures sont nécessaires pour visualiser tous les trajets entre chaque couple de forage).
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Immédiat sur l'écran de l'ordinateur portable  Exemple de diagramme de temps de propagation et d'atténuation avec la profondeur (le diagramme de droite est un zoom de la partie supérieure du diagramme de gauche) (CEREMA)
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Une machine en vibration sur le chantier peut perturber la qualité du signal suivant le type de terrain

PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	L'acier de la cage d'armature peut perturber les mesures.» et supprimer la phrase : «Lorsque les impédances de la fondation et du sol sont insuffisamment distinctes, l'écho reçu devient très difficile à interpréter. Lorsque les impédances de la fondation et du sol sont insuffisamment distinctes, l'écho reçu devient très difficile à interpréter.
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Néant
ENCOMBREMENT – POIDS	Matériel portable
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Rapidité de détection (en temps réel). Visualisation possible des défauts sous-jacents de la fondation auscultée (si les forages sont prolongés dans le sol) et sur toute sa hauteur de manière fiable et précise entre les forages. La méthode permet notamment de visualiser le contact en pointe sol/substratum. La présence des forages facilite les réparations par injection en pointe.
INCONVÉNIENTS	Mise en oeuvre assez lourde par la réalisation des forages préalables. On ne peut pas ausculter la totalité d'une section de l'élément de fondation bien que des défauts réels aient toujours une zone d'influence visible en dehors du trajet le plus direct de l'onde. Cependant il n'y a pas de « singularité » au sens de la norme dans ce cas.
DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Courante
COÛT	Élevé pour les forages et faible pour la mesure en elle-même
RÉFÉRENCES	
NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES	NF P 94-160-1 (2000) : Sols : Reconnaissance et essais – Auscultation d'un élément de fondation – Partie 1 : Méthode par transparence. « Contrôle de l'intégrité des éléments de fondations profondes de structures de génie civil et de bâtiments : méthodes d'auscultation. » – Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Guide technique, LCPC, janvier 2006, 50p. AVSP 2000 : Système d'auscultation des éléments de fondations profondes en béton. Matériel LPC, LCPC (http://media.lcpc.fr/ext/pdf/prod/mlpc/avsp.pdf).