AUSCULTATION SONIQUE DES BÉTONS
(Auscultation par ultrasons)

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE	
OBJECTIF	Recherche des hétérogénéités et des discontinuités dans les structures en béton, et mesure d'épaisseur de pièces en béton.
PRINCIPE	Le contrôle sonique par ultrasons consiste à générer à l'aide d'un émetteur piézoélectrique une onde mécanique de compression dans la structure à ausculter, à recevoir à l'aide d'un récepteur l'onde qui se propage dans tout l'élément et à analyser ses paramètres physiques en différents points de la structure (temps et amplitude). L'essai est réalisé selon l'une des méthodes décrites dans la norme NF EN 12504-4 : méthode directe dite « par transparence », méthode indirecte dite « de surface », ou méthode semi-directe dite « en semi-transparence ».
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Non destructif
MATURITÉ	Méthode éprouvée depuis longtemps
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	Il existe de nombreux matériels, et voici à titre d'exemple, ci-dessous, la chaîne d'auscultation AVSP 1500, (CECP de Rouen). Les transducteurs sont soit des transducteurs de contact à pointe, soit des transducteurs plans, droits ou inclinés couplés à la structure par du phénil-salycilate, du gel ou de la graisse. Les fréquences de travail usuelles se situent entre 35 et 100 kHz. Un oscilloscope et un micro ordinateur permettent de stocker les signaux et de faire une analyse en temps réel. D'autres appareils sont disponibles dans le commerce.



Oscilloscope (CEREMA)



Micro ordinateur (CEREMA)



Émetteur/récepteur d'ultrasons (CEREMA)



Boitier électronique (CEREMA)

MODALITÉS D'APPLICATIONS	
DOMAINE D'APPLICATION	Tous types de structures en béton dont au moins 1 face est accessible (à noter que cette méthode est également applicable sur de la pierre). Contrôle qualité (résistance à la compression selon la formulation et l'âge des bétons, après étalonnage conformément à la norme NF EN 13791/CN, module de déformation). Expertise (recherche de désordres dans les structures : hétérogénéités telles que discontinuités, vides, et micro-fissuration) en respect de la norme NF EN 12504-4. Détermination des plans et profondeurs de dégradation lors de chocs thermiques (incendies, gel) ou d'attaque chimique.
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	Accessibilité à l'élément à ausculter. Il est conseillé d'utiliser un oscilloscope pour visualiser le signal, juger de sa qualité et améliorer l'interprétation.
LIMITES D'UTILISATION	Limites dimensionnelles de l'élément à ausculter (minimum 50 mm d'épaisseur avec les transducteurs du CECP). En mesure directe (transparence), limite dimensionnelle maximale de l'ordre de 2 mètres, pouvant être étendue à une dizaine de mètres avec d'autres matériels. Il est déconseillé d'ausculter des éléments mouillés, poreux et gelés à cause de la présence de glace et d'eau dans le matériau qui en modifient les caractéristiques physiques initiales et peuvent compliquer l'exploitation.
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	Répétabilité et reproductibilité des mesures de temps de propagation : sur chantier, meilleures que 2,5%. En laboratoire : meilleures que 1%.
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Chargé d'investigation Personnel ayant suivi une formation ou maîtrisant bien l'acoustique physique (lois de propagation du son dans les matériaux), la mesure physique (utilisation de l'oscilloscope numérique) et l'outil informatique (analyse de signal).
CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	Accès à 1 face pour les mesures indirecte dite « de surface ». Accès à deux faces pour la méthode dite « par transparence » ou méthode semi-directe dite « en semi-transparence ».
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Pas de disposition particulière
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Un plan d'échantillonnage doit être établi en fonction du problème posé, de la taille de la structure et des dégradations supposées.
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Première analyse effectuée sur site mais nécessité d'une phase d'exploitation des mesures puis de présentation des résultats après l'intervention, en fonction des questions posées au départ.
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Non
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Impossibilité d'ausculter sur un site très perturbé (vibration, champs électromagnétiques) ou présentant un état de surface fortement altéré (fractures ou milieu pulvérulent).
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Sans danger particulier
ENCOMBREMENT – POIDS	Matériel portatif autonome et relativement léger
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Méthode de reconnaissance fiable, non destructive, permettant d'obtenir les caractéristiques physiques des matériaux, des profils de dégradation en profondeur, et d'établir une cartographie qualitative et quantitative du milieu ausculté. Méthode de surface permettant de détecter des fissures débouchantes.

INCONVÉNIENTS	Expérience de l'analyse et du traitement de signal pour l'interprétation des résultats. Méthode fonctionnant très mal dans des bétons fortement ferraillés. Méthode ne permettant pas de mesurer des profondeurs de fissures.
DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Courante
COÛT	Faible pour les interventions courantes de type contrôle qualité. Moyen pour les opérations de type expertise (selon niveau de risques) avec cartographie et corrélation avec les modules et la résistance à la compression.
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. Norme NF EN 13791/CN : Évaluation de la résistance à la compression sur site des structures et des éléments préfabriqués en béton – Complément national à la norme NF EN 13791. Rapport de recherche LCPC n°34 : Auscultation dynamique des superstructures par méthodes classiques (G. Cannard, J. Carracilli, J. Prost, Y. Vénec), Avril 1974. Méthodes d'essais des LPC n°62 : Présentation des techniques de diagnostic de l'état d'un béton soumis à un incendie – Méthode 62.6 : Caractérisation du béton par profil sonique.