

## Introduction

L'essai sonique est l'un des principaux essais utilisés pour évaluer l'état des matériaux de construction tel que le béton, la maçonnerie, le bois, l'acier ou les roches. Selon les archives [Réf. 1], c'est le scientifique russe Sergei Y. Sokolov de l'institut d'électrotechnique de Leningrad qui proposa le premier, en 1928, l'utilisation de l'essai sonique pour la détection des défauts dans les matériaux solides. En 1946, la Commission hydroélectrique de l'Ontario (Canada) a effectué des études expérimentales qui ont abouti au développement d'un des premiers instruments permettant la réalisation de l'essai sonique; soit le Soniscope [Réf. 2]. Cet instrument s'est révélé être d'une aide très précieuse pour évaluer la qualité du béton des ouvrages. Ceci a favorisé la popularité de l'essai sonique à l'échelle internationale et a abouti, en 1967, à l'apparition d'une norme ASTM relative à cet essai : ASTM C597 «Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete». Ce bulletin présente le principe de l'essai sonique et ces principales applications.

## Principe de l'essai sonique

L'essai sonique est simple. Il consiste à faire propager une onde acoustique longitudinale dans le matériau sous investigation entre un émetteur et un receveur (Figure 1) et à mesurer la durée de propagation  $\Delta T$  de cette onde. La vitesse de propagation est ensuite déterminée par la relation suivante dans laquelle L est la distance entre l'émetteur et le récepteur :  $V \text{ (m/s)} = L \text{ (m)} / \Delta T \text{ (s)}$ .

Les manufacturiers d'équipements de l'essai sonique sont nombreux. Ces équipements permettent soit la mesure automatique du temps de propagation, soit la visualisation des signaux et la mesure manuelle du temps de propagation par l'opérateur.

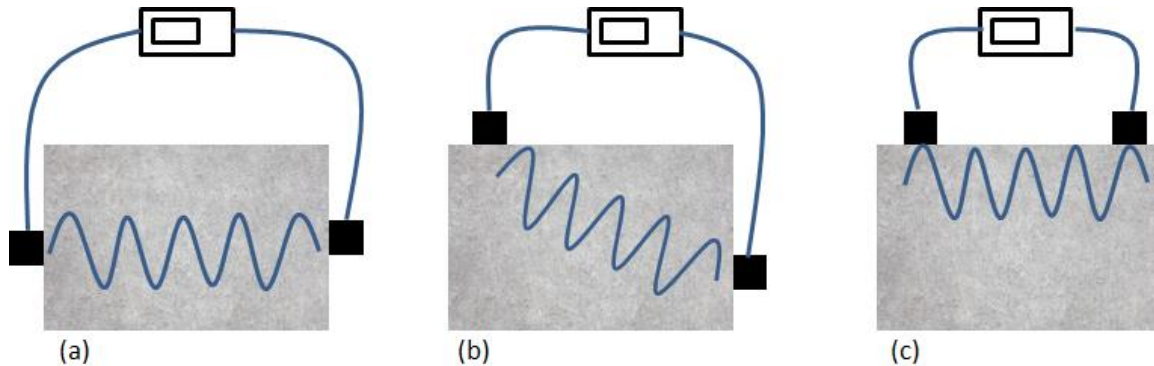


Figure 1 : Principe de l'essai sonique

## Les applications de l'IE

### • Estimation des propriétés mécaniques du béton

Il existe une relation mathématique entre la vitesse de propagation et le module de Young :

$$V = \sqrt{\frac{E_d(1 - \nu)}{\rho(1 - 2\nu)(1 + \nu)}}$$

avec :  $E_d$  : module de Young dynamique (MPa)  
 $\rho$  : la densité du béton (kg/m<sup>3</sup>)  
 $\nu$  : coefficient de poisson du béton

Le module dynamique ( $E_d$ ) est supérieur au module statique ( $E$ ) car les charges dynamiques appliquées au matériau durant l'essai sonique sont nettement plus faibles que les charges statiques subies par le matériau durant un essai de compression mécanique. La différence peut atteindre 20%.

Il n'existe pas de relation théorique entre la résistance à la compression du béton et la vitesse de propagation des ultrasons. Toutefois, les études indiquent des relations expérimentales entre ces deux caractéristiques (Figure 2). L'une de ces relations est modélisée par la relation ci-dessous dans laquelle  $a$  et  $b$  sont des paramètres qui dépendent des constituants du béton et de leurs proportions :  $f'_c = a * e^{b * V}$

Ainsi, la relation résistance-vitesse n'est pas unique. L'estimation satisfaisante de la résistance in-situ nécessite une calibration en laboratoire sur des bétons similaires au béton de chantier.

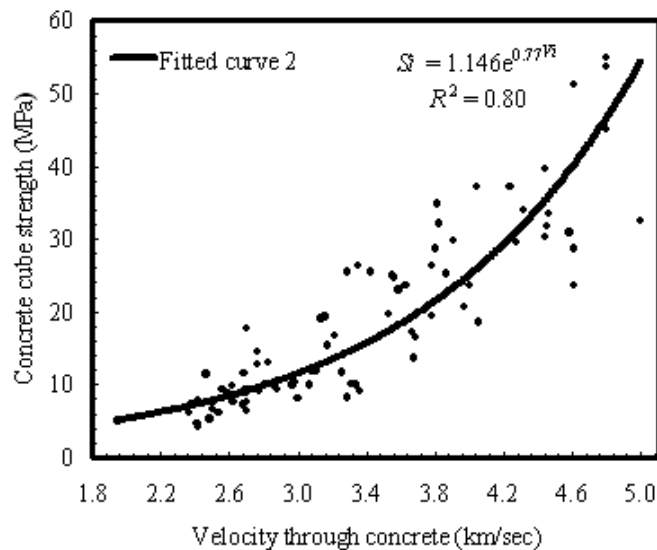


Figure 2 : Exemple de relation entre  $f'_c$  et la vitesse [Réf. 3]

#### • Évaluation de la qualité et de l'homogénéité du béton

L'essai sonique est fortement recommandé pour évaluer la qualité du béton et sa variation dans les différents éléments de béton d'une structure (poutre, colonnes, dalles, mur, etc.). Cette variation peut être due à des formulations différentes, à la ségrégation, aux nids d'abeille, etc. La présentation graphique des résultats (Figure 3) permet de localiser les endroits nécessitant plus d'investigations est de cibler correctement les endroits ou carotter pour les essais mécaniques. L'essai peut également être réalisé entre des forages pour détecter les vides dans le béton (voir bulletin Nro 16). Ceci est particulièrement pertinent dans le cas des ouvrages de masse tel que les parements des barrages hydroélectriques.



Figure 3 : Résultats d'essais soniques réalisés sur des colonnes

## Conclusion

Lorsqu'il est exploité de manière appropriée, l'essai sonique s'avère très utile pour évaluer la qualité et l'homogénéité du béton et pour détecter les dégradations importantes affectant les ouvrages vieillissants.

## Références

1. Sokolvo, S.Y. (1929) On the problem of the propagation of ultrasonic oscillations in various bodies. Elek. Nachr. Tech. 6:454-460.
2. Cheesman, W . J. (1949), Dynamic Testing of Concrete with the Sonoscope Apparatus," Proceedings, Highway Research Board, Vol. 29,
3. <https://www.ndt.net/article/v09n12/turgut/turgut.htm>