

## DOWN-HOLE UP-HOLE

*Les essais Down-Hole et Up-Hole ont pour but de déterminer les modules dynamiques globaux du sous-sol. Ils ne remplacent pas les essais cross-hole, mais peuvent être utiles quand il est impossible de réaliser deux forages.*

### GÉNÉRALITÉS

L'expression mathématique des paramètres dynamiques est une fonction, pour un matériau donné, de la masse volumique  $\rho$  ( $\text{kg/m}^3$ ) et des vitesses de propagation des ondes sismiques de compression, ou onde P de vitesse  $V_p$ , et de cisaillement, ou onde S de vitesse  $V_s$ , exprimées en m/s. Ces ondes correspondent aux déformations de compression et de cisaillement du milieu élastique en faibles déformations. Les vitesses sont reliées par les paramètres dynamiques du milieu qui sont les suivants :

- Coefficient de Poisson :  $\nu = (V_p^2 - 2 \cdot V_s^2) / 2 \cdot (V_p^2 + V_s^2)$
- Module de compression (MPa) :  $E = 2 \cdot \rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$
- Module de cisaillement (MPa) :  $\mu = G = \rho \cdot V_s^2$

### PRINCIPE

Le cross-hole consiste à exécuter des mesures de temps de propagation entre deux ou plusieurs forages. Dans certains cas, il n'est pas possible de réaliser plusieurs forages ou on préfère avoir des résultats moins précis mais plus nombreux; dans ce cas on utilise le up-hole ou le down-hole. Les deux méthodes ne diffèrent que par le sens de propagation de l'onde :

- up-hole (schéma de gauche) : l'onde est produite par un marteau installé dans le forage et reçue par un capteur en surface.
- down-hole (schéma de droite) : l'onde est produite par un choc en surface et enregistrée par une sonde en profondeur.

Les signaux à l'émission et à la réception sont enregistrés simultanément. La détermination des temps de propagation des ondes P et S entre le point d'émission et de réception permet d'estimer les vitesses des ondes P et S, connaissant les distances séparant les points d'émission et de réception. Dans tous les cas, les résultats sont nettement moins précis que ceux du cross-hole.

### MATÉRIEL DE MESURE

Le matériel de mesure utilisé par ME2i est constitué des éléments suivants :

- sondes émettrices réversibles (chocs vert le haut et vers le bas) équipées de capteurs pour le pointé de l'origine des temps.
- sonde émettrice pour forages obliques et horizontaux.
- sondes réceptrices équipées de capteurs triaxiaux (géophones ou accéléromètres).
- enregistreur numérique pour la mesure et le stockage des signaux ;

### FORAGES

Les résultats des mesures cross-hole dépendent avant tout du **tubage** et de la qualité du **scellement**. Le couplage tube PVC-terrain **est primordial** et détermine la qualité des signaux. Le tube doit avoir un bouchon de pied et être couplé au terrain par un scellement annulaire réalisé par une injection du coulis de ciment par le bas (par tube plongeur);

