

MÉTHODE MULTI-CHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)

La méthode Multi-channel Analysis of Surface Waves (MASW) utilise la dispersion des ondes de surface afin de déterminer la variation des vitesses des ondes de cisaillement (V_s) dans le sol.

PRÉSENTATION

La dispersion, en mécanique ondulatoire, est le phénomène affectant une onde dans un milieu dispersif, c'est-à-dire dans lequel les différentes fréquences constituant l'onde ne se propagent pas à la même vitesse. L'étude de cette dispersion permet de déterminer la distribution des vitesses des ondes de cisaillement (V_s) dans le sol.

Il s'agit d'une méthode non destructive utilisée pour évaluer la vitesse de cisaillement V_s et le module de cisaillement μ ou G des différentes couches du sous-sol. Les vitesses des ondes de compression V_p sont déterminées à l'aide de dispositifs de sismique réfraction.

La profondeur d'investigation dépend de la gamme de fréquences enregistrée. En effet, la propagation des ondes basses fréquences (grande longueur d'onde) donne des informations en profondeur alors que les ondes hautes fréquences vont donner des informations sur les couches plus en surface. En général, la profondeur qui pourra être atteinte est de l'ordre de 15 m. Pour des profondeurs plus importantes, il faut réaliser les essais cross-hole.

MÉTHODE D'ACQUISITION

La méthode MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves, *Park et al., 1999*) est une méthode active qui utilise une source (masse, explosif) pour créer une onde de choc qui va se propager dans le sol. La profondeur d'investigation moyenne permise est généralement égale à la moitié de la longueur du dispositif mais dépend grandement de la qualité du signal d'origine. Pour des profondeurs plus importantes, il est recommandé de réaliser des essais cross-hole.

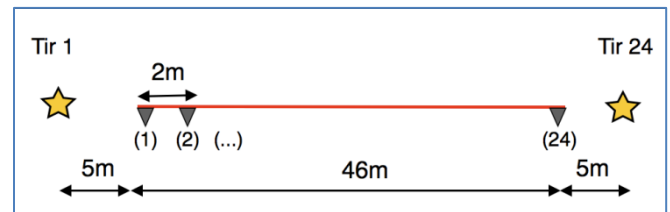
La résolution va dépendre du nombre de capteurs. Ainsi, plus il y a de géophones, plus la gamme de fréquences pouvant être enregistrée est grande. La gamme de longueurs d'ondes mesurées dépend directement de la géométrie du dispositif :

$$\lambda_{min}=DX_{min} \quad \text{et} \quad \lambda_{max}=2R, \quad \text{avec}$$

DX_{min} l'espace inter-géophones et R la longueur total du dispositif.

La configuration d'acquisition est linéaire et constituée en général de 24 traces, espacées de 1 m à 2 m. Seuls les tirs en bout sont exploités pour traiter la dispersion des ondes de surface. Les résultats des deux tirs sont ensuite comparés pour s'assurer de l'homogénéité des formations.

Plusieurs stacks sont enregistrés pour chaque tir afin d'améliorer le rapport signal/bruit. Le schéma suivant décrit le dispositif de mesure.



MATÉRIEL DE MESURE

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

- 24 géophones verticaux basses fréquences (4,5 Hz).
- 2 flûtes sismiques de 12 traces chacune.
- 1 séismographe GEODE de marque *Geometrics*.
- 1 ordinateur de terrain permettant le pilotage du séismographe.
- 1 déclencheur (trigger) relié à la source sismique.



TRAITEMENT DES DONNÉES

La dispersion des ondes de surface est obtenue par méthode FK (fréquence - nombre d'onde). Tout d'abord les signaux sont transformés dans le domaine fréquentiel par transformée de Fourier. Cette méthode calcule, pour chaque fréquence f , l'énergie correspondant à toutes les propagations d'ondes planes possibles (azimuts, vitesses) dans une gamme de nombre d'onde k prédéfinie. Ensuite, on passe de l'espace "fréquence-nombre d'onde" à l'espace "fréquence-vitesse de phase" en suivant la relation $v(f)=k/(2\pi f)$. On obtient alors le diagramme de dispersion des ondes de surface. Les zones les plus énergétiques de ce diagramme sont ensuite retenues pour pointer la courbe de dispersion. Cette courbe permet, par le biais d'un processus d'inversion, d'obtenir un modèle 1D de la variation de vitesse des ondes S des terrains sous-jacents. Pour cela, ME2i utilise les logiciels dédiés les plus récents (SeisImager/SW de Geometrics, MASW de Roma).

L'inversion se fait en tentant de minimiser l'écart entre la courbe de dispersion pointée et la courbe de dispersion synthétique issue du modèle. Le processus d'inversion implémenté dans le logiciel SeisImager/SW utilise une méthode des moindres carrés pondérée par un algorithme de voisinage. Une fois que le processus d'inversion converge, on obtient alors le diagramme des vitesses des ondes S dans le sol (figure 1).

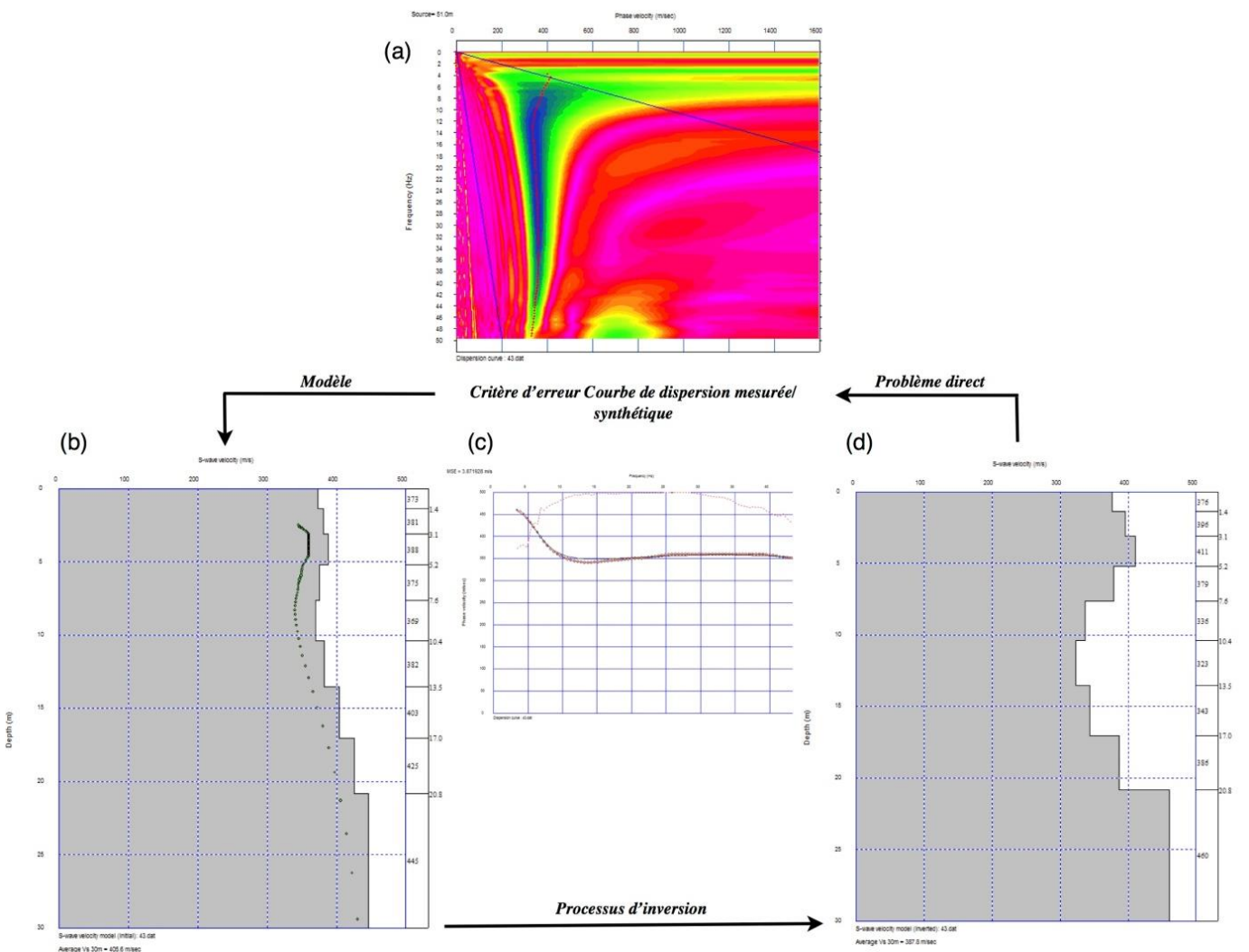


Figure 1 – Processus d’inversion de la courbe de dispersion :
 (a) Diagramme de dispersion de l’énergie transportée par les ondes.
 (b) Modèle initial déduit de la courbe de dispersion.
 (c) Courbes de dispersion mesurée et synthétique.
 (d) Modèle final de la distribution des ondes S dans le sol.