

Opération de recherche APOS (Auscultation Pour des Ouvrages Sûrs)

Sujet n°3

Relations entre indicateurs et observables en vue d'obtenir des gradients

Développement de la sonde MACSYS pour des mesures en ondes de surface à grand rendement

Odile ABRAHAM, Vincent METAIS*, Olivier DURAND*, Guy PLANTIER**, Alain LE DUFF***

** IFSTTAR – GERS – GeoEND **Groupe ESEO*

Problématique et objectifs de l'action R&D

Dans le projet ANR EVADEOS un nouveau système de mesure, appelé MACSYS, a été développé par le laboratoire GeoEND. Ce système permet des mesures intensives en ondes de surface ce qui était impossible avec le robot laser développé précédemment dans le projet ANR SENSO.

Avec ce système il est maintenant possible de mesurer le champ cohérent des ondes de surface puis de calculer la courbe de dispersion des vitesses de phase du mode fondamental qui sera in fine inversée pour remonter à un gradient de vitesse des ondes de cisaillement (via un modèle direct d'homogénéisation).

Démarche

La démarche a comporté 6 phases :

- 1/ Choix de capteurs au contact sec avec le béton (de la marque ©ACSYS)
- 2/ Définition des caractéristiques du système de mesure (système de génération et d'acquisition, définition de la taille du dispositif, définition des exigences en rapidité et en maniabilité)
- 3/ Achat et développement des éléments électroniques non disponibles (hard et soft) sur financement sur projet
- 4/ Tests de validation sur un bloc de granit de référence
- 5/ Utilisation en parallèle du robot laser, validé dans le projet ANR SENSO précédent, sur des dalles de béton
- 6/ Validation croisée expérience calcul numérique sur des matériaux modèles de type matrice/inclusion.

Mots clés : *ultrason, cnd, ondes de surface, béton, gradient*

Principaux résultats

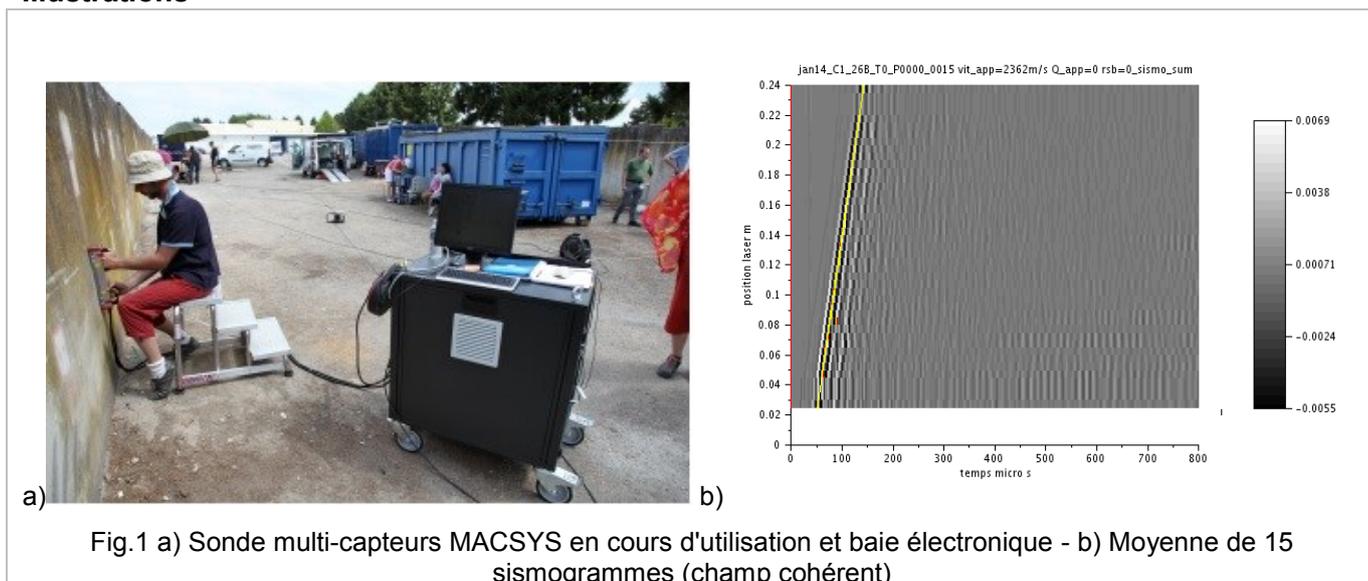
La sonde MACSYS utilise des capteurs à pointe à contact sec.

Elle est reliée par un câble de 5 m de long à une baie montée sur des roues qui comporte un système de génération et un système d'acquisition pilotés par un PC (Fig. 1a). Les mesures sur site réalisées avec la sonde MACSYS confirment son efficacité même en présence de surfaces rugueuses.

Afin de mesurer le champ cohérent, une quinzaine de sismogrammes sont moyennés pour des positions différentes de la sonde. En mesurant, par sommation, le champ cohérent, la robustesse de la méthode est améliorée et l'information fournie est indépendante de la position de la sonde MACSYS. La figure 2 représente un sismogramme mesuré avec la sonde.

Nous avons étudié l'influence de l'hétérogénéité du béton sur l'inversion des vitesses de phase lorsque les longueurs utilisées sont de l'ordre de grandeur de la taille des granulats, c'est à dire de quelques centimètres pour l'auscultation du béton d'enrobage (A1). Les courbes de dispersion sont inversées avec un algorithme d'inversion global implémenté par le logiciel geopsy (www.geopsy.org). Le problème direct de geopsy est modifié pour prendre en compte la dispersion induite par l'hétérogénéité du milieu de propagation [Métais, 2016]. Cet algorithme et le choix du problème direct ont été validés sur des sismogrammes simulés par la méthode des éléments spectraux puis sur des modèles contrôlés (polypropylène avec des tiges en aluminium) dans le laboratoire MUSC (Congrès 1).

Illustrations



Livrables

| Type | Titre | Date |
|-----------|--|------|
| Article 1 | Métais V., Chekroun M., Le Marrec L., Le Duff A., Plantier G., Abraham O., Influence of multiple scattering in heterogeneous concrete on results of the surface wave inverse problem, International Journal of Nondestructive Testing and Evaluation, | 2015 |
| Thèse 1 | Métais V., Auscultation de matériaux très hétérogènes avec les ondes de surface, thèse de l'Université de Nantes, IFSTAR, 2016. | 2016 |
| Congrès 1 | Pageot, D., Métais, V., Abraham, O., Durand, O., Plantier G., Capdeville Y., Numerical and experimental study of the influence of multiple scattering on surface waves dispersion curves, Proceedings of Int. Symp. on NDT-CE, 15-17 sept. 2015, Berlin, Germany | 2015 |