Un exemple expérimental d'interaction onde de surface - cavité

Adnand Bitri, Kevin Samyn, Céline Filippi

▶ **To cite this version:**

Adnand Bitri, Kevin Samyn, Céline Filippi. Un exemple expérimental d'interaction onde de surface - cavité. GEOFCAN 2018, Nov 2018, Antony, France. hal-01885020

HAL Id: hal-01885020
https://brgm.hal.science/hal-01885020

Submitted on 1 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UN EXAMPLE EXPERIMENTAL D'INTERACTION ONDE DE SURFACE - CAVITE

BITRI A [1], SAMYN K [1]. FILIPPI C.[2]

[1] BRGM a.bitri@brgm.fr , k.samyn@brgm.fr
[2] IFSTTAR, celine.filippi@ifsttar.fr

RÉSUMÉ

La détection des cavités souterraines constitue un fort enjeu sociétal. Les risques d'effondrement liés à la présence de ces cavités en milieu urbain sont prépondérants. Il est donc essentiel de pouvoir localiser, détecter et surveiller ces vides présents dans le sous-sol pour prévenir les dommages. L'objectif de cette étude est de comprendre l'interaction entre une cavité et une onde de Rayleigh en mesurant le champ d'ondes en surface sur le toit et sur le sol d'une cavité connue. La zone d'étude est située à Souzay-Champigny, en France, et consiste en un réseau de carrières souterraines abandonnées en calcaire crétacé. Les cavités sont accessibles et ont été en partie cartographiées

***Mots clés** : Cavités, Onde de Rayleigh, Souzay-Champigny*

ABSTRACT

The detection of underground cavities is a major societal challenge. The risk of collapse due to the presence of these cavities in urban areas is preponderant. It is therefore essential to be able to locate, detect and monitor these voids in the basement to prevent damage. The objective of this study is to understand the interaction between a cavity and a Rayleigh wave by measuring the wave field in surface on the roof and on the floor of a known cavity. The study area is located in Souzay-Champigny, France, and consists of an abandoned underground quarry network in cretaceous chalky limestone. The cavities are accessible and partly mapped.
***Key words**: Cavities, Rayleigh wave, Souzay-Champigniy*

.1 INTRODUCTION

Les cavités peu profondes, telles que le karst, les galeries de mines et de tunnels, constituent un danger pour les personnes et les constructions existantes en raison du risque d'effondrement entrainant des dommages aux bâtiments et une augmentation des coûts de développement urbain. Détection de phénomènes karstiques, des vides, la dissolution de surface, la fissuration, l'altération des matériaux non consolidés, est donc un défi majeur pour les méthodes géophysiques. La densité et la résistivité sont connues pour être de bons

indicateurs de l'altération, de la fissuration ou de l'épikarst saturé, et en plus le comportement électrique peut être amplifiés par la présence de nappes phréatiques peu profondes et la circulation de l'eau. Le géoradar (GPR) peut être également bien adapté à la détection des cavités si la couverture argileuse, qui absorbe les ondes électromagnétiques, est absente ou très discontinue. Des recherches récentes ont montrées de bons résultats pour l'imagerie des cavités à l'aide de méthodes sismiques en onde de surface (Samyn et al, 2013, Leparoux et al, 2000). Les ondes de surface ont plusieurs propriétés qui les rendent utiles pour la caractérisation de la proche surface. Elles véhiculent 2/3 de l'énergie engendrée par la source sismique et leur caractère dispersif permet la quantification de la vitesse des ondes de cisaillement avec la profondeur. L'objectif de cette étude est de comprendre l'interaction entre une cavité et une onde de Rayleigh en mesurant le champ d'ondes en surface sur le toit et sur le sol d'une cavité connue. La zone d'étude est située à Souzay-Champigny, en France, et consiste en un réseau de carrières souterraines abandonnées en calcaire crétacé (Bitri et al. 2014). Les cavités sont accessibles et ont été en partie cartographiées.

.2 ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNEES

2.1. Acquisition

Les dimensions de la cavité sont: 55 m de long, 7 m de large et 3,2 m de haut et sont situées à environ 4 m sous la surface du sol. La première géométrie d'acquisition sismique se composait de 3 lignes différentes le long de l'axe de la galerie: en surface, sur le toit et sur le sol (Fig. 1). Chaque ligne se compose d'un de 24 géophones de fréquence de résonance de 10 Hz espacés de 2 m. Trois Geodes de 24 traces de Geometrics ont été utilisés pour enregistrer et sommer verticalement quatre impacts d'une source marteau de 10 kg en surface. La distance entre les sources était de 2 m. Les données ont été enregistrées avec un pas d'échantillonnage de 0,5 ms pendant 1 seconde. Une puit d'aération à proximité du site a été utilisée pour la communication entre la cavité et la surface (le câble de déclenchement (t0), flûtes etc.). Une plaque en acier spéciale en forme [est fabriquée pour fixer les géophones sur le toit de la gallérie.

Fig. 1. **Photographies de l'intérieur de la galerie montrant les géométries d'acquisition.**

La deuxième géométrie d'acquisition consistait en une ligne en surface perpendiculaire à la galerie avec 24 géophones verticaux à des intervalles de 2 m, suivie d'une autre avec des géophones placés le long du périmètre de la galerie à des intervalles de 1 m. Comme le montre la figure 2, les traces brutes montrent des ondes de surface clairement développées. Une énergie rétrograde arrière est enregistrée par les géophones au sol. Cela est probablement dû à l'onde qui se déplace à la fin de la galerie et enregistrée par les géophones au sol. Les données de surface ne sont pas perturbées par la présence de la cavité.

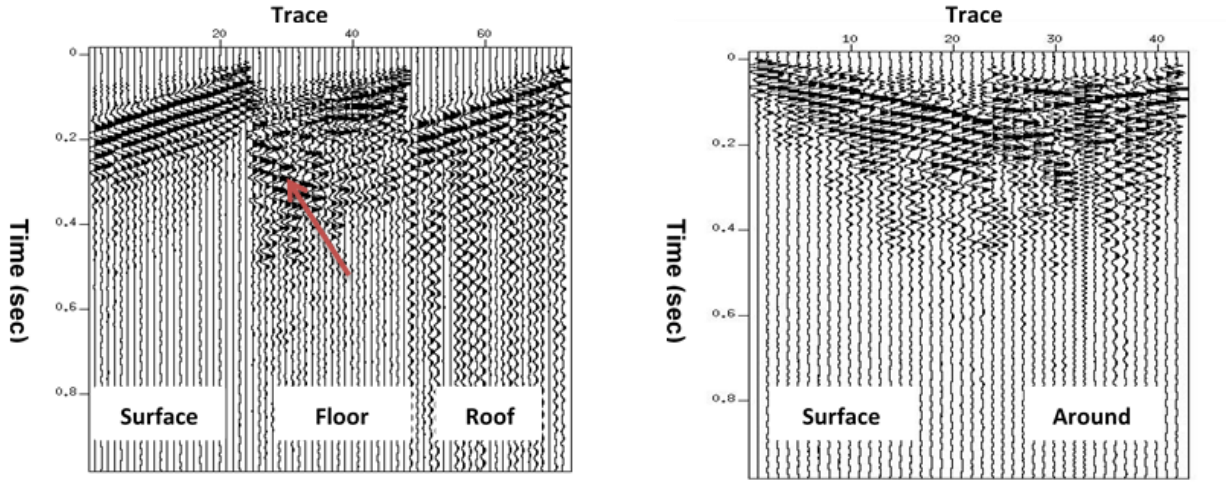
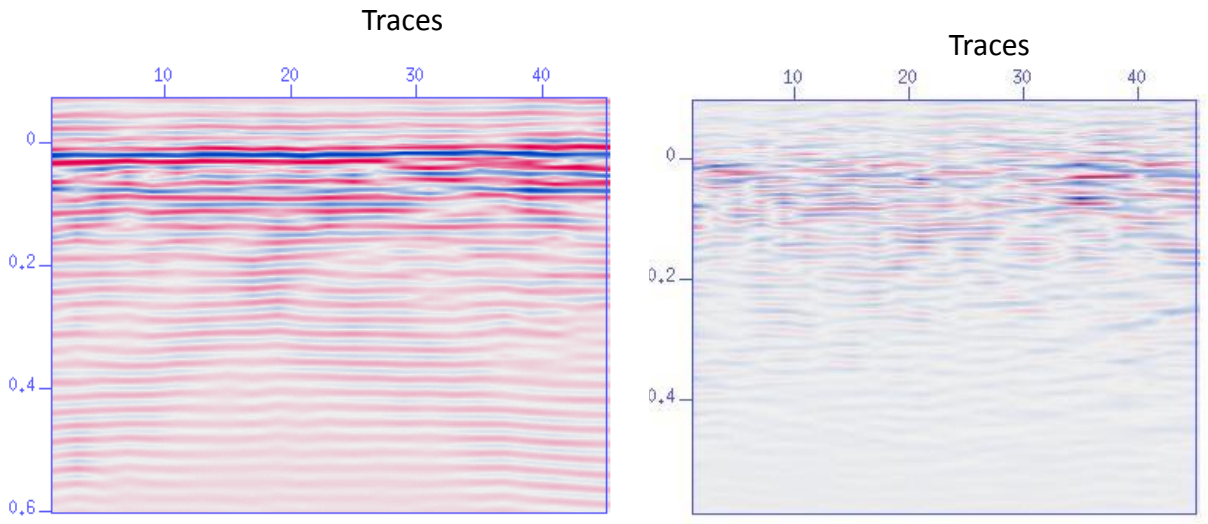


Fig. 2 Exemples de points de tirs enregistrés en surface et dans la gallérie.

2.2. Traitement

La première étape du traitement des ondes de surface consiste à déterminer la courbe de dispersion, c'est-à-dire la variation de vitesse de phase en fonction de la fréquence. Chaque courbe de dispersion a été inversée individuellement pour obtenir un profil de vitesse des ondes de cisaillements en fonction de la profondeur. Un tracé de contour 2D du champ de vitesse de l'onde de cisaillement a été produit en rassemblant tous les profils de vitesse 1D dans un ordre séquentiel (Fig. 3). Dans la littérature spécialisée, il est admis que le substratum rocheux est généralement associé à un gradient de vitesse S élevé tandis que la zone de fracture et les vides sont caractérisés par une faible vitesse S. Les résultats obtenus par inversion des ondes de surface montrent une faible couche de vitesse S (250-300 m / s) avec une épaisseur de ~ 2 m surmontée de calcaire crayeux crétacé de vitesses variables entre 600 et 700 m / s. Les images de vitesse S pour le profil sismique en surface et pour le profil au toit de la cavité sont presque identiques. L'indicateur d'une zone de faible vitesse due à la présence de la cavité n'est pas observé.



(a) **(b)**

Fig. 3. (a)- Coupe somme du champ total (b) Coupe somme du champ diffracté obtenue après application de la transformation de Karhunen-Love à la coupe somme du champ total.

L'acquisition perpendiculaire à la galerie présage la génération des ondes P diffractées et la rétrodiffusion des ondes de surface. Afin d'améliorer l'énergie rétrodiffusée, les données sont traitées comme suit: calcul de la dispersion pour chaque tir du profil, - application d'une correction dynamique linéaire (DLMO) permettant d'aplanir l'onde de surface – extraction des ondes guidées à l'aide d'une transformation de Karhunen-Loeve, puis en les soustrayant des données d'origine. Enfin, dans une dernière étape, on somme les traces correspondant à des récepteurs communs ou des points milieu communs, selon le profil souhaité. Les signaux temporels s'alignent. Cependant, l'influence de la cavité n'est pas toujours clairement identifiable. Ces phénomènes ne sont pas présents sur les enregistrements sismiques de surface. Il semble que l'onde se déplace au-dessus de la cavité sans perdre de l'énergie par diffraction et rétrodiffusion.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BITRI A., K. SAMYN K., and JACOB TH. 2014. Cavity investigation by surface wave tomography and microgravity. NSG 2014 Athens, Gr.

LEPAROUX D., BITRI, and G. GRANDJEAN G., 2000. Underground cavity detection: a new method based on seismic Rayleigh waves," European Journal of Environmental and Engineering Geophysics, vol. 5, pp. 33 — 53.

SAMYN, K., BITRI, A., GRANDJEN, G. 2013. Imaging a near-surface feature using cross-correlation analysis of multi-channel surface wave data, Near Surface Geophysics, 11, 1-10.