

Titre du projet : Une forêt se comporte-t-elle comme un métamatériau pour les ondes sismiques ?

Volet : A06 - Recherche

Porteur du projet : Philippe Roux

Laboratoires impliqués : ISTerre

Bilan du projet

Bilan d'activité (1 page max)

Le financement OSUG obtenu a permis la réalisation d'une expérience sismique originale (octobre 2016) où une nappe de capteurs sismiques denses (1000 géophones sur une surface de 120 m x 120 m) a été déployée à l'interface entre un champ et une forêt pour démontrer l'effet des arbres sur la propagation des ondes de surface.

The goal of the project was to perform a seismic metamaterial experiment in a pine-tree forest environment where the dense collection of trees behaves as subwavelength coupled resonators for surface seismic waves. For the METAFORÉT experiment, more than 1000 seismic sensors were deployed over a 120 m × 120 m area to study the properties of the ambient and induced seismic wavefield that propagates in the ground and in trees. The goal of the experiment was to establish any link between seismic-relevant scales and micro-scale and meso-scale studies that pioneered the development of metamaterial physics in optics and acoustics. The first results of the METAFORÉT experiment show the presence of frequency bandgaps for Rayleigh waves associated with compressional and flexural resonances of the trees, which confirms the strong influence that a dense collection of trees can have on the propagation of seismic waves.

Illustrations - avec légende et crédit (à envoyer également séparément)

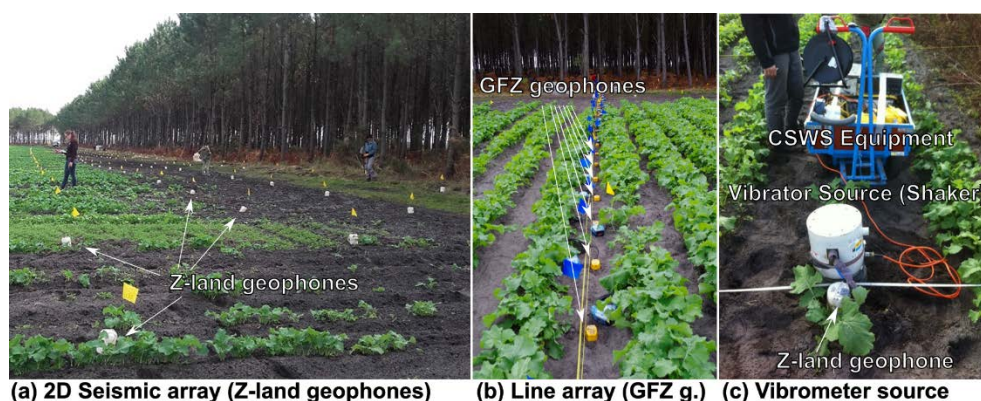


Figure 1: Pictures of the METAFORÉT experiment seismic deployment: (a) the 2-D geophone array made of 31 x 31 Z-land positioned on a 4-m spacing x-y grid marked with yellow flags before they were buried in the ground on the first day of the deployment stage. (b) The 1-D line array of GIPP three-component geophones made of 100 sensors with 1-m spacing (blue flags) deployed perpendicular to the forest-field boundary. (c) The vibrator source (so called “shaker”) was positioned at 122 different locations during the METAFORÉT experiment in order to create controlled seismic sources. The shaker is a Continuous Surface Wave System from GDS that is composed of 70-kg vibrator powered by a power

generator and driven by a PC computer. The source signal was a 60-s long frequency sweep from 10 Hz to 100 Hz.

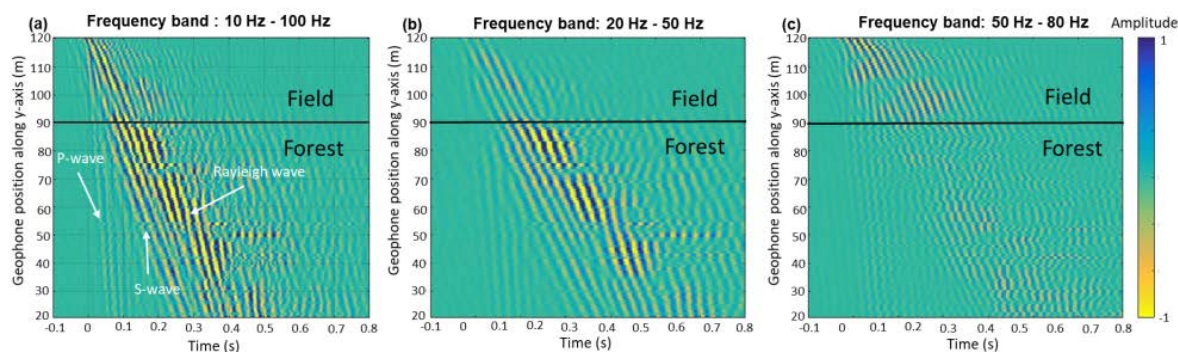


Figure 2: Spatial-temporal representation of the seismic field received on the vertical component of the 100-m long line array of GIPP geophones [from position ($x=60$ m, $y=120$ m) to position ($x=60$ m, $y=20$ m)] for a shaker source at position ($x=60$ m, $y=120$ m). The black line represents to the forest-field boundary. The three panels correspond to different frequency filtering applied to the raw data: (a) raw data; (b) frequency band 20 Hz – 50 Hz; (c) frequency band 50 Hz – 80 Hz. The seismic wavefield shows a clear transition at frequency $F_c = 50$ Hz that correspond to the average compressional resonance frequency of the trees.

Production scientifique (articles scientifiques, actes de congrès...)

Paper submitted to “Seismological Research Letters”, September 2017 (voir fichier joint)

A NEW TREND TOWARD SEISMIC METAMATERIALS: THE METAFORÉT PROJECT

Philippe Roux¹, Dino Bindi², Tobias Boxberger², Andrea Colombi³, Fabrice Cotton², Isabelle Douste-Bacque¹, Stéphane Garambois¹, Philippe Gueguen¹, Gregor Hillers^{1*}, Dan Hollis⁴, Thomas Lecocq⁵ and Ildut Pondaven¹

¹ISTerre, CNRS UMR 5275, IFSTTAR, Université Grenoble Alpes, Campus Universitaire, Grenoble, France.

²GFZ, Helmholtz-Zentrum Potsdam, Potsdam, Germany.

³Department of Mathematics, Imperial College London, London, UK.

⁴Sisprobe, Meylan, France.

⁵Royal Observatory of Belgium, Brussels, Belgium.

Bilan financier succinct (avec suivant les cas : co-financements éventuels, équipements achetés, missions, recrutements divers, fonctionnements divers...)

Location de 1000 géophones verticaux wireless pour une période de deux semaines d’enregistrement continu du champ d’onde sismique lors de l’expérience METAFORÉT (octobre 2016) par la société Geokinetics USA, Inc : **18 187.80 \$ US**. (voir fichier joint).

Cofinancement par le projet ANR METAFORÉT (300 000 euros) et le projet du même nom financé par la Mission pour l’Interdisciplinarité (MI) du CNRS (40 000 euros).

Annexes si besoin ou lien sur des sites existants et pérennes jusqu’à la fin du Labex (2020)

LabEx OSUG@2020



Ce projet est soutenu par le Laboratoire d'Excellence OSUG@2020 (ANR10 LABX56) financé par le programme d'Investissements d'Avenir lancé par l'Etat et mis en oeuvre par l'ANR.



Site web du projet METAFORET : <https://metaforet.osug.fr/>

Accès aux données METAFORET : <ftp://metaforet@ist-ftp.ujf-grenoble.fr/>