

Détection d'échos dans un signal, application en sismologie.

Le projet consiste à coder en matlab une méthode de détection d'échos (détaillé dans Letort et al. 2015) dans un signal. Le contexte de l'application est en sismologie, pour estimer la profondeur des séismes.

Contexte scientifique : Avoir de bonnes estimations de profondeurs est crucial en sismologie pour estimer le risque sismique d'une région, imager des zones de subductions, etc. Pourtant, malgré son importance, la profondeur reste le paramètre le plus difficile à déterminer lors des localisations (Bondar et Storchak, 2011; Enghdahl et al., 1998) en l'absence de réseaux denses localisés juste au dessus des séismes.

Une approche, pas forcément intuitive mais fondamentale, consiste alors à utiliser des stations localisées à grande distance des sources, pour contraindre la profondeur. En effet, on peut alors détecter l'arrivée de l'onde directe P et les arrivées des ondes réfléchies sur la surface du sol au dessus de la source, les ondes pP/sP (Figure). Le délai entre l'arrivée de l'onde P et des ondes pP/sP dépend de la profondeur du séisme.

Les étudiants devront reproduire l'étude de Letort et al. (2015) qui ont proposé un algorithme pour détecter automatiquement les arrivées d'ondes réfléchies pP et sP. Cet algorithme s'appuie sur une méthode d'analyse spectrale : le cepstre. Il s'agit d'un outil mathématique qui permet la mise en évidence des périodicités dans un spectre en fréquence. Le cepstre d'un enregistrement sismique présente des pics aux décalages temporels entre l'ondelette principale et ses échos. Dans le cas d'une onde P, il permet ainsi d'extraire les phases secondaires pP et/ou sP de la coda de la première arrivée. Appliqué à des signaux réels, l'algorithme de mesure doit prendre en compte la complexité du train d'onde P, imputable en partie aux propriétés diffractantes du milieu. Le cepstre global du signal met ainsi en valeur les interférences entre les différentes phases secondaires de l'onde directe. Pour diminuer ce qui peut être qualifié de bruit cepstral, la méthode prévoit d'éliminer les échos « parasites » par soustraction du cepstre calculé exclusivement sur la coda du signal.

