

# IOOSS Bertrand

Tomographie statistique en sismique réflexion : estimation d'un modèle de vitesse stochastique.

---

## Résumé de thèse:

Pour permettre la localisation des réservoirs pétroliers et donner une image des interfaces d'un milieu sédimentaire, la sismique réflexion consiste à y propager des ondes et à enregistrer les champs d'onde réfléchis. Le problème majeur revient à estimer le champ de vitesse du sous-sol. Ses grandes structures sont retrouvées, grâce aux temps de trajet des ondes, par les méthodes sismiques classiques. Néanmoins, celles-ci négligent des hétérogénéités de dimension plus petite (d'échelle hectométrique) qui ont un impact important sur les temps d'arrivée.

Notre travail a pour but de quantifier les effets de cette hétérogénéité et, en la modélisant par un champ aléatoire anisotrope, d'en estimer les paramètres géostatistiques. Une procédure (la tomographie statistique) est développée pour estimer la covariance du champ de vitesse à partir des temps d'arrivée. Elle s'appuie sur l'étude des fluctuations des temps, qui est un domaine de la théorie de la propagation d'onde en milieu aléatoire. Nous l'avons étendue au cas d'une anisotropie géométrique, mieux adaptée aux situations réelles de sismique d'exploration. Sous l'hypothèse de réflecteurs faiblement perturbés, nous avons adapté ces résultats à la géométrie particulière de la sismique réflexion.

Nos résultats sont validés sur données synthétiques 2D, simulées via les différences finies sur l'équation d'onde acoustique. Un premier essai sur données réelles prouve aussi la pertinence de cette nouvelle approche, qui permet de quantifier le degré d'hétérogénéité d'un sous-sol.

## Mots Clés :

Sismique Réflexion, Propagation d'Ondes, Vitesse, Temps de Trajet, Inversion, Milieu Aléatoire, Covariance.

---

## Abstract:

Petroleum exploration works require the imaging of the subsurface. The seismic reflection method used for this purpose consists in propagating seismic waves and in recording the reflected wavefields. Velocity estimation remains one of its main problems, and deterministic techniques make it possible to retrieve the large scale heterogeneities from seismic traveltimes. However, the finest scale structure also have an impact on the traveltimes.

To quantify the effects of these small heterogeneities, we characterize the velocity field as a random anisotropic field. This reduces the problem to the determination of its geostatistical parameters. Then, we develop a statistical tomography process to invert velocity covariance from traveltimes fluctuations. The theory of wave propagation in random media is studied with attention, and adapted to the seismic reflection geometry under the hypothesis of small reflector perturbations.

Synthetic tests validate our results by simulating 2D scalar wave propagation via finite difference algorithm. Moreover, a small application on real data shows the utility of this new method.

## Key Words:

Seismic Reflection, Wave Propagation, Velocity, Traveltime, Inversion, Random Medium, Covariance.