



Doctoral Thesis

Earthquake source study joint inversion of broadband seismological data and SAR interferograms

Author(s):

Salichon, Jérôme

Publication Date:

2002

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004522972> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

EARTHQUAKE SOURCE STUDY:
JOINT INVERSION OF BROADBAND SEISMOLOGICAL DATA
AND SAR INTERFEROGRAMS

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH
for the degree of
Doctor of Natural Sciences

presented by

SALICHON JEROME
DEA IFP- ECOLE DES MINES- PARISVI- PARISVII
born August 11th, 1972
citizen of France

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. D. Giardini, examiner
Dr. B. Delouis co-examiner
Dr. P. Lundgren co-examiner
Prof. Dr. H.G. Kahle co-examiner



Abstract

Earthquake source studies are generally implemented using different types of data: first, the local displacement field and accelerations (near-field data), and second, the wavefield generated by the earthquakes and recorded at teleseismic distances (far-field data). Many regions where earthquakes occur are poorly instrumented with no proper near field equipments like GPS or strong motions stations. The main topic of this work is the study of the rupture process of large earthquakes using 1) far field broadband seismological data acquired by the global seismological networks and 2) remote satellite measurements of the deformation field.

The inversion of seismological data cannot always solve in a consistent manner for the source parameters of an event and is penalized by a trade off between rupture timing and location. On the other hand, geodetic data are sensitive to the spatial complexity of the faulting. More specifically InSAR data are able to map the coseismic ground deformation on large areas. In this thesis, we carry out a joint analysis of seismological and InSAR data and assess their resolving power with synthetic data. The joint inversion provides a reliable assessment of the spatio-temporal slip distribution of a rupture process.

We implement joint inversions on different large earthquakes: the $M_w = 7.7$, Nazca (Peru), November 12, 1996, subduction event; the $M_w = 7.1$, Hector Mine (California), October 16, 1999, strike-slip event; and the $M_w = 7.5$, Izmit (Turkey), August 17, 1999, strike-slip event. Improvements are further carried out by addition of other complementary data in the joint inversions: near-field strong motions, GPS data, complementary InSAR scenes and rupture offsets observations. From the different earthquakes source studies, we infer that the temporal and spatial complexities of a rupture can be resolved with better confidence when independent data sets are simultaneously inverted.

Résumé

La caractérisation des sources sismiques s'effectue en général à l'aide de différents types de données: premièrement, la mesure du champ de déformation cosismique du sol et du champ d'accélération local (données de champ proche), et deuxièmement, la mesure des ondes sismiques générées par les tremblements de Terre et enregistrées à distance téléseismique (données de champ lointain). De nombreuses régions soumises à des séismes sont dépourvues de l'instrumentation appropriée telle que les stations GPS ou les accéléromètres pour les mouvements forts. Ce travail est principalement consacré à l'étude de la source sismique au moyen de 1) les données téléseismiques large bande recueillies par les réseaux sismologiques mondiaux et 2) les données de déformation du sol fournies par les mesures radar satellitaires.

La détermination des paramètres à la source au moyen de données sismiques ne permet pas toujours leur caractérisation précise. Il est de plus difficile d'ajuster à la fois l'estimation temporelle de la source et sa localisation spatiale précise uniquement au moyen de données sismiques. Les mesures géodésiques sont pour leur part sensibles à la géométrie spatiale de la rupture et, plus particulièrement, les données satellitaires InSAR qui enregistrent sur de larges surfaces la déformation cosismique liée à un tremblement de Terre. Nous avons développé dans cette thèse une méthode d'analyse combinée des données téléseismiques et InSAR et nous évaluons leur résolution au moyen de données synthétiques. L'inversion jointe de ces données est un outil d'évaluation fiable de la distribution spatio-temporelle du glissement lors d'une rupture sismique.

Nous analysons différents grands tremblements de Terre au moyen de cette méthode: le séisme de subduction du 12 Novembre 1996, de Nazca (Pérou), $M_w=7.7$; le séisme en décrochement du 16 Octobre 1999, à Hector Mine (Californie), $M_w=7.1$, le séisme en décrochement du 17 Août 1999 d'Izmit (Turquie), $M_w=7.5$. L'étude des sources est de plus améliorée grâce à l'utilisation de données complémentaires: les mesures de mouvement fort en champ proche, les données GPS, l'addition de mesures InSAR complémentaires et les observations de rupture en surface. L'étude de ces différents séismes nous a conduit à favoriser la description temporelle et spatiale d'un séisme au moyen de l'analyse combinée de données indépendantes afin d'obtenir une meilleure contrainte sur l'histoire spatio-temporelle d'une rupture sismique très complexe.