



Analyse de vitesse en présence de réflexions multiples Emmanuel COCHER

Les techniques d'imagerie sismique visent à retrouver des propriétés physiques du sous-sol à partir de mesures réalisées en surfaces. Classiquement, une source explosive placée à la surface de la terre ou de l'eau crée une onde sismique qui se réfléchit dans le sous-sol aux interfaces entre milieux d'impédances acoustiques différentes. Ces réflexions sont enregistrées en surface par un ensemble de récepteurs appelés géophones ou hydrophones selon le cas. L'imagerie sismique se présente généralement comme un problème inverse consistant à déterminer les paramètres du sous-sol permettant de simuler des données les plus proches possibles des données observées.

Dans l'approximation acoustique de l'équation des ondes, on s'intéresse à la vitesse de propagation des ondes dans le sous-sol. Dans les techniques d'analyse de vitesse par migration (Migration Velocity Analysis ou MVA), on considère séparément la partie basses-fréquences et lisse du modèle, que l'on appelle *macro-modèle de vitesse* (« background velocity »), et la partie hautes-fréquences, appelée *réflectivité*. La réflectivité est assimilée à une perturbation du macro-modèle de vitesse responsable des ondes réfléchies.

Dans le cadre de l'approximation de Born, on considère que cette perturbation est petite devant les valeurs du macro-modèle de vitesse. Si on ne considère que des réflexions primaires, étant donné un macro-modèle de vitesse fixé, la réflectivité est obtenue par la corrélation croisée en tout point de l'espace du champ issu de la propagation de la source et de celui issu de la rétropropagation des données enregistrées par les récepteurs. Ce processus est appelé migration et on parle alors d'image migrée.

La réflectivité obtenue dépend du macro-modèle de vitesse qui a été choisi pour propager les champs d'ondes. L'analyse de vitesse par migration consiste à évaluer la qualité du macro-modèle de vitesse à partir de l'image migrée. Pour cela, on utilise la redondance des données pour ajouter une nouvelle dimension fictive à la réflectivité (Symes, 2008). Plusieurs choix existent pour cette nouvelle coordonnée. On s'intéresse ici au cas de l'offset en profondeur défini comme un délai spatial, généralement horizontal, introduit dans la corrélation croisée des champs sources et récepteurs. L'idée est que ce délai spatial permet de compenser les erreurs éventuelles contenues dans le modèle de vitesse. On représente alors, pour plusieurs positions x données, la réflectivité obtenue par migration en fonction de la profondeur et de l'offset en surface. Ces panneaux sont appelés Common Image Gather (CIG). Si le modèle de vitesse est correct, l'énergie dans les CIG est focalisée à offset nul. En revanche les erreurs dans le modèle de vitesse se traduisent par la présence d'énergie résiduelle aux offsets non-nul. L'inversion consiste alors à remettre à jour le macro-modèle de vitesse en minimisant l'énergie des CIGs à offset non nul.

Le but de la thèse est d'utiliser l'information supplémentaire contenue dans les réflexions multiples dans l'analyse de vitesse par migration. Les réflexions multiples sont classiquement retirées des données avant traitement, car, interprétées comme des réflexions primaires, elles produisent des artefacts dans la réflectivité qui altèrent la remise à jour du macro-modèle de vitesse.

L'idée est d'itérer plusieurs fois le processus de migration pour lever l'ambiguïté entre primaires et multiples, avant d'appliquer le critère de focalisation. La migration peut être vue comme la première étape d'un problème inverse visant à minimiser l'erreur entre données observées et données calculées. On a alors deux problèmes d'optimisation imbriqués. Une difficulté est le coût numérique supplémentaire apporté par la migration itérative, rendue non-linéaire par les multiples.

- Symes, W. W. (2008). Migration velocity analysis and waveform inversion. *Geophysical prospecting*, 56(6), 765-790.