La tomographie sismique locale et son apport à différentes échelles. Des réservoirs géothermiques aux zones en subductions.

Marco Calo', EOST, Strasbourg

La tomographie sismique locale cherche à déterminer un modèle de vitesse de propagation des ondes sismiques à partir de leur temps de parcours. Le volume étudié contenant entièrement les parcours des rais, on peut obtenir les vitesses absolues dans le milieu.
Les domaines d'application de cette méthode s'étendent, à des échelles différentes, de la géotechnique à la sismologie globale en passant par la géophysique des réservoirs.
Dès les premières tomographies, dans les années 70, de nombreuses recherches ont entrepris de faciliter et d'améliorer la résolution et la fiabilité des résultats par différentes approches, en mettant en place des outils sophistiqués mais toujours très dépendants des paramètres donnés a-priori pour bien contraindre le problème tomographique, qui est fortement non linéaire. Ces paramètres vont de la sélection appropriée des données au type de paramétrisation du modèle de vitesse à l'optimisation des algorithmes de gestion des solutions du problème direct et inverse.
Donc le savoir-faire du géophysicien joue toujours un rôle important dans la difficile résolution du problème tomographique.
Une des étapes importantes dans l'amélioration des méthodes tomographiques est donc de rendre les modèles de vitesse le moins possible dépendants de ces paramètres à-priori.

Dans le cadre de ce séminaire, je présenterai tout d'abord la méthode WAM (Weighted Average Model), un outil permettant d'améliorer les résultats des tomographies, développé pour franchir les limites des tomographies traditionnelles et rendre les modèles de vitesses moins dépendants des choix faits à-priori. Cette méthode est basée sur l'observation que les modèles de vitesse, obtenus avec la même technique pour la même région, montrent des différences, parfois substantielles, dans la géométrie des structures de vitesse et dans leur valeurs absolues , simplement en utilisant différents choix à-priori des paramètres d'inversion. Avec WAM, de nombreux modèles sont unifiés dans un modèle moyen où chaque résultat d'inversion est pondéré en fonction de l'information expérimentale obtenue. En principe, WAM étant un outil de post-processing, peut être utilisé avec chaque programme de tomographie, permettant ainsi d'obtenir une plus grande fiabilité des modèles pour leur interprétation.
Ensuite je présenterai des applications de cette méthode dans des cas d'études à différentes échelles.
Comme exemple d'application à petite échelle, on montrera les premiers résultats d'une tomographie 4D du réservoir géothermique de Soultz-sous-Forêts pendant les stimulations hydrauliques des puits. Les modèles obtenus permettent de suivre les variations physiques du réservoir en termes de changements de vitesse des ondes P, et montrent la potentialité de cette méthode pour l'étude et la surveillance d'un site géothermique.
Comme exemple d'étude à échelle moyenne on montrera les structures associées au système de faillles de la mer Morte. Dans ce modèle de vitesse des ondes P, il est possible de détecter l'influence du système décrochant dans les couches sédimentaires ainsi que dans la croûte.
Enfin, comme cas d'étude à échelle régionale, on montrera les résultats d'une tomographie réalisée pour reconstruire les géométries du système de subduction de la plaque Ionienne dans le Sud de l'Italie. La grande fiabilité des modèles de vitesse des ondes P et S obtenus avec la méthode WAM pour ce cas d'étude, nous a permis de mettre en relation les distributions du champ des vitesses sismiques avec des considérations pétrologiques et de suggérer un nouveau scénario du contexte géodynamique de la région.