

Soutenance de thèse de Kévin Samyn le 13 décembre 2016

Salle Darcy - Tour 46-56 - 3<sup>ème</sup> étage - site Jussieu – UPMC

**Imagerie de subsurface à partir d'une approche géophysique multi-méthode basée sur l'inversion structurale coopérative 2D : nouvelle formulation théorique et applications numériques et expérimentales sur des données électriques et sismiques**

**Résumé :** Pour mieux comprendre les résultats géophysiques en termes de géologie, il est important d'utiliser différents types de données acquises par plusieurs méthodes. Une seule méthode géophysique n'a pas nécessairement la résolution suffisante pour expliquer la géologie. Avec une seule méthode, il peut être difficile de donner un sens géologique aux anomalies observées dans les modèles. L'inversion coopérative, en revanche, est une approche permettant de combiner des données de différentes natures. L'inversion conjointe peut être réalisée de deux façons : structurale ou petrophysique. On peut subdiviser les inversions conjointes en deux groupes : l'inversion conjointe de méthodes sensibles au même paramètre physique, et l'inversion coopérative de méthodes sensibles aux paramètres de natures différentes, comme l'électrique et la sismique. Dans ce travail de thèse, on propose de combiner une inversion coopérative par zonation et une méthode Gauss-Newton de minimisation de la fonction coût. L'inversion coopérative par zonation consiste à utiliser séquentiellement une approche de classification non-hiérarchique *fuzzy c-means* (FCM) et un algorithme d'inversion séparée. Dans un processus itératif, l'algorithme de classification non-hiérarchique est appliqué sur les résultats obtenus par inversion séparée pour générer des modèles composés de plusieurs zones homogènes représentant chacune une certaine lithologie du milieu investigué. Les modèles ainsi construits sont ensuite utilisés comme modèles *a priori* dans l'expression du terme de covariance *a priori* sur l'espace des modèles dans une nouvelle étape d'inversion séparée. La solution obtenue par une telle approche peut être biaisé vers le modèle *a priori* qui est fonction du nombre de classes dans l'algorithme de classification non-hiérarchique. Pour résoudre ce problème, nous proposons l'utilisation d'un paramètre de régularisation choisi par une méthode dérivée de la méthode *L-curve* qui permet de pondérer l'impact du modèle *a priori* sur la solution dans le cas où la géologie ne se prête pas à une segmentation des modèles et de réduire l'effet du biais que pourrait introduire un mauvais *a priori*. Le choix du nombre de classes pour la construction du modèle *a priori* est ainsi également rendu moins crucial. La méthodologie développée durant cette thèse est testée et validée sur deux modèles synthétiques. Une application est réalisée sur des données réelles acquises dans le cadre d'un projet de recherche de l'agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) pour la caractérisation d'un site d'intérêt. Au vu des résultats de cette application, l'utilisation d'une approche coopérative pour l'inversion des données électrique et sismique permet l'obtention d'un modèle géologique (structure et propriétés) plus robuste et cohérent avec toutes les données. Les variations de paramètres en profondeur sont définies de manière plus précise avec cette approche.

## **Subsurface imaging using a 2D structural cooperative inversion approach of multi-method geophysical data. Theoretical formulation, numerical and experimental applications to electrical and seismic data.**

**Abstract :** Understanding geology from geophysical investigation is better when information is obtained from different kinds of data. A single method may not have sufficient resolution to provide the expected information. Joint inversion is a step forward to quantitatively combine data of different nature. Joint inversion may be considered in two different ways, petrophysical or structural. We may subdivide a joint inversion into two categories, joint inversion of data function of the same physical parameter, and cooperative inversion of data of different nature such as electrical and seismic data. In this work, we propose to combine a zonal cooperative inversion scheme with a Gauss-Newton method for minimizing the cost function. The basic idea of zonal cooperative inversion is to use cooperatively *fuzzy c-means* (FCM) classe analysis and separate inversion algorithm. For each iteration classe analysis of separate inversion results is used to construct models composed by several classes that contain the parameter characteristics of dominant subsurface structures. These constructed models are then used in the expression of the model space *a priori* covariance term in a new stage of separate inversion. The resulting models are then possibly biased to *a priori* models which depend on the number of classes. To overcome this problem, we formulate the inverse problem using a regularization parameter selected by an adapted *L-curve* method to weigh the impact of the *a priori* model on the solution when geology cannot be described by segmented models. The advantage of such a formulation is to avoid undesirable bias towards the starting model and leads to significantly improved spatial resolution for consistent prior information. Hence, the choice of the number of classe to create the *a priori* model is although less important. The developed methodology is tested and validated on two synthetic models. An experimental application is performed on real data acquired as part of a research survey of the National Agency for Radioactive Waste Management (Andra) for the characterization of a site of interest. Given the results of this application, the use of a cooperative approach for the inversion of electrical and seismic data allows the reconstruction of a more robust geological model, consistent with all the data. The variations of the parameters with depth are more precisely described using this approach.