

Proposition de thèse:

Représentation multi échelle des réservoirs pour le monitoring et l'analyse de risque dans le stockage de CO2

Promoteur: D. Busby

Améliorer le monitoring et l'analyse des risques dans les problèmes de stockage de CO2 est fondamental afin de garantir la qualité et la pérennité d'un stockage et par conséquent à accroître l'acceptation sociale de cette nouvelle technologie.

On se propose ici de développer de nouvelles techniques pour prendre en compte l'incertitude des données géostatistiques d'un réservoir telles que les champs de perméabilité et de porosité. Une détermination correcte de ces champs est souvent fondamentale afin de prévoir avec précision le déplacement des différents fluides dans le réservoir et donc pour obtenir des prévisions fiables dans les simulateurs d'écoulement utilisés dans l'industrie.

Ces simulateurs d'écoulement sont utilisés dans l'analyse de performance d'un site pour estimer le volume stockable maximal compatible avec la durée de vie souhaitée du stockage de CO2 et dans l'analyse des risques pour déterminer la probabilité de migration du CO2 en dehors du site prévu pour le stockage.

Pour déterminer avec précision ces probabilités, il est nécessaire de bien caractériser le milieu géologique i.e. les champs de perméabilité et de porosité, les failles, les proportions de faciès, etc... Ceci revient à considérer dans l'analyse des risques un nombre de variables extrêmement élevé, ce qui rend souvent inutilisables les méthodes d'analyse de risques classiques (méthodes Monte Carlo, méthodes de fiabilité, plans d'expérience, ...).

On se propose ici d'explorer des techniques permettant une réduction efficace de la dimension de ces champs. On envisage de procéder en deux temps. Dans un premier temps on commence par la mise en oeuvre d'une décomposition multi échelles en base d'ondelettes [1,2] ou d'une décomposition de Karhunen-Loève : on cherche à représenter l'aléa sur les réponses dans une base de fonctions orthogonales. Cette base doit être adaptée aux équations (aux dérivées partielles) du problème physique sous-jacent. Seules les éléments dont les coefficients dans cette base sont les plus importants sont retenus. On obtient ainsi un premier jeu de variables synthétiques en faible nombre qui permettent de reconstruire le champ.

Dans un second temps on va chercher parmi ces variables synthétiques celles qui ont le plus d'influence sur la réponse du simulateur. Pour ce faire on va s'inspirer des méthodes de screening [3] ou, en fonction de leur disponibilité, on pourra utiliser les gradients obtenus par état adjoint issus du simulateur d'écoulement.

On procèdera ensuite à une analyse de risques par des méthodes fiabilistes (Form Sorm) ou les méthodes de filtrage de particules (méthodes MCMC) [4].

Dans un deuxième temps, on pourra s'intéresser à la réduction des incertitudes à travers l'assimilation des données de monitoring du champ de stockage, en utilisant des modèles proxy non-linéaires [5].

Références:

- [1] Sahni P., Horne R; N: "Multiresolution wavelet analysis for improved reservoir description" SPE 87820 (2005)
- [2] Lu, P and Horne R N: "A Multiresolution Approach to Reservoir Parameter Estimation Using Wavelet Analysis" paper SPE 62985 presented at the 2000 SPE ATCE Dallas 1-4 October
- [3] M. D. Morris: "Factorial Sampling Plans for Preliminary Computational Experiments", *Technometrics*, **33**, 161-174, 1991.
- [4] P. del Moral with P. Lezaud.: "Branching and interacting particle interpretation of rare event probabilities" *Stochastic Hybrid Systems : Theory and Safety Critical Applications*, eds. H. Blom and J. Lygeros. Springer (2006).
- [5] D Busby, M Feraille, "Adaptive design of experiments for calibration of complex simulators - An application to uncertainty quantification of a mature oil field" to appear in *Journal of Physics: Conference Series*