

Le nouveau challenge de l'évaluation des propriétés dynamiques des formations géologiques : un problème inverse à contraintes non linéaires

Emmanuel CAROLI

TOTAL E&P

Notre connaissance du sous-sol se base traditionnellement sur des images acoustiques (sismique) dont l'interprétation est calibrée par des puits. Ces derniers sont l'unique source de données "directes" permettant de décrire un gisement. A ce stade, pour l'essentiel, les méthodes usuelles consistent à évaluer les propriétés statiques des roches par des méthodes diagraphiques (mesures physiques le long de la paroi de puits) alors que les propriétés dynamiques (propriétés d'écoulement de la roche) proviennent en grande partie de la prise de carottes (section de roche prélevée au moment du forage) et d'essais de production. L'hétérogénéité naturelle des roches et la complexité croissante de nos gisements font que la description des propriétés dynamiques à deux échelles aussi éloignées (carotte vs. test de production) rend le problème de réconciliation et de propagation de l'information dynamique très sous-contraint.

Pourtant d'autres sources d'informations dynamiques existent à une échelle intermédiaire: les diagraphies. Ces données sont acquises en général pendant un phénomène naturel d'invasion de l'abord puits par la boue de forage. Traditionnellement ignoré, voire corrigé, ce processus de substitution des fluides se réalise de façon continue et en conditions in-situ avec les fluides naturels. C'est par la modélisation du phénomène et le calage aux différentes observations diagraphiques que l'on se propose de remonter aux propriétés dynamiques des roches.

Une fois posé, le problème se compose de trois blocs principaux: une équation aux dérivés partielles pour représenter l'écoulement dans l'abord puits, des modèles numériques pour simuler les physiques des outils diagraphiques (électro-magnétisme, acoustique, nucléaires) ainsi que des lois pétrophysiques semi-empiriques et statistiques pour décrire les roches et leur distributions de propriétés. La principale difficulté de ce problème d'assimilation de données vient du fait que les paramètres du modèle à estimer sont couplés par des relations fortement non linéaires. Ces relations sont par ailleurs faibles dans le sens où l'hétérogénéité naturelle des roches se combine à un niveau d'incertitudes parfois significatif des données et bruite les corrélations. Cela ramène donc notre sujet à un problème inverse à contraintes non linéaires visant à une optimisation globale multi-physique des lectures diagraphiques. L'exposé fera le bilan de l'avancement de ces travaux de recherche, des solutions choisies, des premiers résultats et présentera les perspectives liées à la problématique de l'inversion pétrophysique.