

LOPEZ Simon

Modélisation stochastique et génétique de réservoirs chenalisés méandriformes

Résumé de thèse:

La modélisation de dépôts fluviatiles à l'échelle du réservoir pétrolier est fréquemment réalisée à l'aide de simulations stochastiques. Ces méthodes sont opérationnelles et éprouvées mais manquent souvent de réalisme. Elles visent à reproduire une certaine hétérogénéité de faciès, sans intégrer les processus gouvernant la sédimentation. Cependant, au cours des dernières décennies, de nouveaux modèles déterministes d'évolution des systèmes fluviaux méandriformes ont été élaborés et validés sur des périodes de temps historiques. L'objectif de ce travail est de combiner méthodes stochastiques et déterministes à l'échelle des temps géologiques pour simuler la formation de corps réservoirs gréseux chenalisés.

A partir des équations de l'hydraulique fluviale, un modèle d'évolution spatiale est proposé pour un chenal méandriforme de largeur constante assimilé à sa ligne médiane. L'ossature ainsi obtenue est habillée avec un modèle de faciès simulant les différents dépôts. Leur mise en place se fait en retenant des modèles physiques ou descriptifs simples qui prennent en compte les conditions hydrauliques dans le chenal, la topographie de la plaine d'inondation et intègrent une composante stochastique. Il est ainsi possible de modéliser des architectures variées exprimant la réponse du système fluvial à différents contrôles comme par exemple des cycles d'incision ou d'aggradation.

Les courbes de proportions verticales permettent d'étudier l'influence de plusieurs paramètres du modèle. Ces paramètres déterminés, la migration du chenal est contrainte par l'érodabilité de la rive qui corrige la migration de la rivière prévue par les modèles d'écoulements à l'intérieur du chenal. L'utilisation de ce paramètre, sous forme de cartes obtenues par simulation géostatistique conditionnelle, est simple à mettre en oeuvre et permet de définir des zones de migration préférentielle du chenal. Le conditionnement aux puits est enfin réalisé à partir de simulations spatio-temporelles de l'érodabilité le long du chenal.

Les simulations obtenues sont réalistes, rapides, diversifiées et mettent en évidence la distribution spatiale des corps réservoirs. Les dépôts simulés sont génétiquement liés : leur reconstruction chronologique est possible et cohérente.

Mots clés :

modélisation de réservoirs, dépôts fluviatiles, méandres

Summary

In the oil industry, stochastic simulations have been widely used in operational contexts to model alluvial deposits. Though they proved to be rather efficient, they often lack realism due to the fact that they do not take sedimentary processes into account. They try to reproduce a given heterogeneity of facies instead. Yet, over the past decades, new process-based models have been designed and implemented to simulate the evolution of meandering fluvial system over historical timescales. Our goal is then to combine stochastic and process-based models to simulate the deposition of meandering channelized sedimentary architectures at the scale of oil reservoirs. A spatial evolution model of a meandering channel centerline is derived from hydraulic equations. Then, this channel centerline is wrapped using a facies model that combines physical models, field observations and stochastic processes. Thus, successive channel migrations and aggradation contribute to progressively build the whole fluvial architecture. Several distinct morphologies and reservoir architectures can be obtained varying a restricted number of key parameters. Then, vertical proportion curves are used to quantify the influence of model parameters. Once these parameters fixed, the channel migration is constrained using erodibility maps. These maps are produced with geostatistical conditional simulations. Their use to determine the channel location and the subsequent deposits is simple and straightforward. A well conditioning methodology is proposed for channelized deposits introducing a stochastic error on the erodibility coefficient. The model produces quickly realistic simulations that may be used to study the spatial distribution and connectivity of reservoir bodies. Simulated deposits are genetically linked and a chronological reconstruction of the

whole architecture is made possible.