

MODELING AND CLASSIFICATION OF LITHOFACIES USING THE CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM AND NEURAL NETWORK: A CASE STUDY FROM THE BERKINE BASIN (ALGERIA).

Sid Ali Ouadfeul*, Naima Zaourar*, Amar Boudella* and Mohamed Hamoudi*

ABSTRACT

We use a neural statistical method combined with the multiscale wavelet analysis for lithofacies classification from well-logs data. This approach has been applied to constrain the lithofacies boundaries by parameterizing five sets of well log data which are density, neutron porosity, gamma ray, sonic velocity and photoelectric cross section, obtained from two boreholes located in the Berkine sedimentary basin. This basin is located, in the North-East of the Saharan Platform. It is considered as a vast Palaeozoic depression in which the crystalline basement is covered by an important sedimentary series and presents a considerable interest in terms of oil.

First, we analyze the fluctuations of these five sets of well log data using the continuous wavelet transform, power law exponents are then derived for the 2838.5-3082 m depth interval. The power law exponent allows to establish the Hölder exponent of each well-log data. Second, a Self Organizing Map (SOM) neural network model was generated in an unsupervised feed-forward mode for training the set of Hölder exponents. We can then infer the lithology sampled by the drill in two different ways: firstly by direct measurements and secondly by their corresponding Hölder exponents.

The current data analysis suggests that this approach is able to emulate the pattern of all five sets of borehole data and correctly identify lithofacies. Indeed, we observe, that the spectral exponents derived logs are more efficient than the direct downhole measurements. Moreover, the results demonstrate that our approach presents a robust and powerful tool for the classification of complex lithofacies successions from the sedimentary borehole log data. This method may provide useful guide/information for understanding the petrophysical properties and structural discontinuities in other areas.

Keywords - Well logging - Multiscale analysis - Hölder exponent - Self Organizing Map - Lithofacies.

MODÉLISATION ET CLASSIFICATION DE LITHOFACIÈS PAR TRANSFORMÉE EN ONDELETTES CONTINUES ET RÉSEAUX NEURONAUX : CAS DE LA PROVINCE TRIASIQUE DE BERKINE(Algérie).

RÉSUMÉ

Dans cette contribution, il est utilisé la combinaison des techniques des réseaux de neurones et de l'analyse multi-échelles, basée sur la transformée en ondelettes continue, pour la classification des lithofaciès des enregistrements de diagraphies.

Cette approche a été appliquée pour prédire les limites des lithofaciès par paramétrisation de cinq enregistrements de diagraphies. Il s'agit de la densité globale ρ_b (g/cc), de la porosité neutron Φ_N (%), du rayonnement γ -naturel GR (API), du temps de parcours Δt (μ s/ft) et du coefficient d'absorption photoélectrique Pe (Barns/e-). Les logs de diagraphies proviennent de deux sondages pétroliers du bassin de Berkine.

Ce bassin est situé au NE de la Plate forme Saharienne. Il est constitué d'une vaste dépression paléozoïque où le socle cristallin est recouvert par une importante série sédimentaire. Dans cette dernière, plusieurs niveaux argilo-gréseux sont potentiellement riches en hydrocarbures.

L'analyse des déflexions de ces enregistrements de diagraphies a permis la définition de la composante en loi d'échelle de l'intervalle de profondeur 2838.5m - 3082.0 m, en utilisant la transformée en ondelettes continues.

Pour chaque diagraphie utilisée, une loi de puissance est appliquée afin d'établir une série d'exposants de Hölder. A partir d'un apprentissage non supervisée de cette série d'exposants de Hölder, une carte auto-organisée de Kohonen (SOM) a été générée.

La lithologie a été alors déduite de deux manières différentes. La première a exploité directement les enregistrements de diagraphies. La seconde par contre, s'est basée sur les séries d'exposants de Hölder, correspondantes aux diagraphies utilisées.

L'analyse des résultats montre que cette approche mathématique est en mesure d'identifier correctement les lithofaciès des cinq diagraphies exploitées. En effet, on remarque que les exposants spectraux, calculés à partir des logs de diagraphies, renseignent efficacement sur les interfaces de couches traversées par les sondages étudiés.

En outre, les résultats obtenus permettent de dire que cette technique constitue un outil puissant et robuste pour la classification des lithofaciès complexes à partir des logs de diagraphies. Elle offre un guide/information utile à la compréhension des variations possibles des propriétés pétrophysiques et des discontinuités structurales dans d'autres régions.

Mots-clés - Diagraphies - Analyse multi-échelles - Exposant de Hölder - Carte auto-organisée-Lithofaciès.