

Mesures de paramètres physiques dans le sondage d'Échassières (vitesse sismique, porosité, densité)

Downhole logging of seismic compressional velocity, density and porosity compared to cored samples measurements from the Échassières deep borehole

J.L. Vignerresse, M. Cannat

Résumé

Nous avons procédé à l'analyse de différents paramètres physiques acquis lors des diagraphies préliminaires du sondage d'Échassières et mesurés sur échantillons carottés. Le dépouillement des logs permet l'exploitation, entre autres, de la densité gamma, de la porosité neutron et de la vitesse sismique V_p . Parallèlement, nous avons mesuré la densité et la porosité sur échantillons carottés. Ces mesures ont été effectuées après traitement spécifique des échantillons (mise à l'étuve, immersion sous vide) afin d'obtenir la porosité ouverte du matériel. La corrélation entre diagraphies et mesures sur échantillons est bonne, bien que la porosité mesurée sur carottes soit systématiquement inférieure à la « porosité-neutron » déterminée en forage. La densité est variable dans les 100 premiers mètres, puis décroît de 2,705 à 2,685 avec la profondeur entre 200 et 400 m. Cette décroissance n'est pas strictement corrélée à une augmentation de la porosité. Elle lui correspond dans la partie basse en relation avec la relaxation de contraintes observée au-dessus de la zone fracturée de 450 m. Le changement de faciès est indiqué par la densité qui devient constante en dessous de 480 m (entre 2,675 et 2,670). La porosité reste également constante dans cette partie du sondage. Le changement de faciès est également marqué dans le log sismique. Bien que nous possédions simultanément les logs de vitesse et de densité, nous n'avons pas calculé de log d'impédance sismique ou de coefficients de réflexion. Nous pensons que la grande abondance des fractures (espacement d'environ 40 m) et la faible amplitude des coefficients de réflexion provoque des interférences constructives ou destructives, nécessitant ainsi une élaboration complexe d'un sismogramme synthétique.

Mots-clés : Diagraphie, Carotte, Densité, Porosité, Vitesse, Onde sismique, Onde P, Granite (Granite Beauvoir), Allier (Échassières).

Abstract

Downhole logging performed in the Échassières deep borehole (900 m) allows the measurement of seismic compressional velocity, density and porosity. We analyzed and compared these data with measurements on samples cored at various depths. Those measurements were performed after a 24 h vacuum process and low temperature (80 to 100 °C) heating to remove interstitial water in order to catch the open porosity. The correlation between both acquired data is fair though the downhole neutron-porosity is systematically higher than that measured on cored samples. Density values first increase from the top (- 99 m) (2.675) down to 200 m (2.710) mainly in relation with the closure of porosity, then values slightly decrease between 200 and 400 m (from 2.705 to 2.685) in correlation with fracture relaxation occurring at 400 m. After a facies change at 480 m, the density remains nearly constant (from 2.670 and 2.675) and correlates with a very reduced constant porosity of 0.30 %. The facies change is also observed on the seismic log. The velocity log shows an increase of the velocity from 4.500 to 5.500 m/s fairly correlated to the closure of porosity. Values are stabilized downhole at 250 m. The changes in velocity and porosity correspond to fracture zones. After the facies change at 480 m, the velocity remains constant around 5750 m/s. A

slight decrease to 5650 m/s is observed when the lowermost facies (silicified granite) is encountered (at 720 m). The significant variations of the porosity in this zone also alter other physical parameters. Though we simultaneously had the velocity and density values, we did not compute neither seismic impedance nor reflection coefficient logs. We are conscious that a synthetic seismic log would have been of interest but we suspect that the closely spaced fractures (about 40 m) pattern and the low amplitude reflection coefficients (from 0.05 to 0.1) could create destructive or constructive interferences on the synthetic seismograms.