

■ Focus sur le projet ENDOMA : Endommagement matriciel des gaz shales. L'auscultation fine de l'endommagement d'une roche mère. (Projet financé en 2015)

Porteur du projet : Charles Aubourg (Pr)

Laboratoires impliqués : LFCR, UMS 3360 DMEX, UMS 3623 GET, IPREM

Personnes impliquées : Tiphaine Boiron (Post-Doc), Pascale Sénéchal (IR), Claudie Josse (IR), Peter Moonen (Pr), Eve Péré (MCF)

Durée : Oct 2015 – Sep 2016

CONTEXTE

Les roches argileuses présentent un grand intérêt économique. Lorsqu'elles sont riches en matière organique, elles sont tout à la fois des roches mères et des roches réservoirs, car du gaz et des hydrocarbures peuvent être piégés à l'intérieur des micropores. Ces roches sont aussi des cibles très étudiées pour des projets de stockage géologique. Comprendre l'organisation des minéraux argileux et des pores de taille micrométrique est un enjeu important, car cela permet de mieux appréhender les propriétés physiques de ces roches. Le projet ENDOMA s'appuie sur l'existence d'une zone géologique exceptionnelle à Sigües (Aragon, Espagne) où l'on peut suivre finement l'évolution d'un endommagement matriciel dans les Marnes d'Echo. Cet endommagement est généré par l'apparition de plans obliques, qu'on appelle schistosité, et qui se surimpose à la stratification horizontale. La densité des plans de schistosité peut être suivie de manière précise par des observations de terrain. L'endommagement qui s'étend sur près d'un kilomètre est induit par le jeu d'une faille.

OBJECTIFS

L'équipe du projet propose de mesurer l'orientation des minéraux argileux et des pores par des techniques non destructives, en utilisant les propriétés magnétiques (Kappabridge, LFCR, Pau), diffraction des rayons X (Synchrotron de Berkeley, USA), et tomographie à rayons X (Zeiss Xradia Versa 510, UMS

3360 DMEX, Pau). Ces approches sont couplées à des observations au microscope électronique (MEB-FIB FEI HELIOS 600i, UMS 3623, Toulouse).

RÉSULTATS

L'analyse des microtextures (Lames minces et MEB) montrent que l'endommagement matriciel est surtout souligné par les argiles. La technique magnétique (anisotropie de susceptibilité magnétique) indique que les minéraux argileux, initialement orientés parallèlement au plan de stratification, se désorganisent avec un retard significatif par rapport au développement de la schistosité. La diffraction des rayons X confirme le retard de cette désorganisation. Un gradient de déformation basé sur l'orientation des minéraux argileux peut être calculé et comparé au gradient de déformation visible sur le terrain. Les analyses au microscope électronique montrent qu'à la désorganisation des minéraux initiaux, s'ajoute la néoformation de minéraux argileux dans les zones les plus endommagées.

La tomographie RX permet d'appréhender l'organisation 3D des pores supérieurs à $30 \mu\text{m}^3$. Sur les marnes d'Echo, nous trouvons une porosité de l'ordre de 0.3% à 3.5%, indépendante au premier ordre du degré d'endommagement. Cette porosité montre une orientation moyenne contrôlée par la stratification pour les roches les moins déformées, avec une influence croissante de la schistosité pour les roches les plus déformées.

PERSPECTIVES

L'ensemble de ces informations permettra de prédire les propriétés mécaniques et physiques (porosité, perméabilité) des roches à matrice argileuses soumises à des endommagements comparables. L'intérêt de coupler différentes techniques analytiques est de pouvoir développer une méthodologie permettant de relier les données structurales issues du terrain avec les données microstructurales et microtexturales en 2D et 3D. Concernant la tomographie à rayons x, seule la microstructure de la porosité a été analysée pour le moment mais à terme, les phases de la matrice pourront être également caractérisées grâce au couplage avec le MEB-FIB-EDS.