

### 6.5.1 (o) Acoustic & reservoir properties of microporous carbonate rocks : implication of micrite particle size and morphology

Jean-Baptiste Regnet<sup>1</sup>, Christian David<sup>1</sup>, Philippe Robion<sup>1</sup>, Jérôme Fortin<sup>2</sup>, Benjamin Brigaud<sup>3</sup>, Beatrice Yven<sup>4</sup>

<sup>1</sup>GEC, Cergy Pontoise

<sup>2</sup>LGE, Paris

<sup>3</sup>GEOPS, Orsay

<sup>4</sup>ANDRA, Paris

Micritic limestones exhibit large variation of (1) sedimentary texture from mudstone to packstone, (2) facies composition and (3) petrophysical properties (porosity, acoustic velocity). Those heterogeneities imply a complex distribution of fluid flow properties and a complex petrophysical signature. In the Eastern Paris Basin, Late Jurassic micritic carbonate deposits constitute a main aquifer located directly above the Callovian-Oxfordian clay-rich formation studied by the French National Radioactive Waste Management Agency (Andra) as a potential host rock for a deep geological disposal of high level radioactive wastes. A precise understanding of the factors controlling the petrophysical properties within carbonate aquifers is thus essential for rock-typing studies and fluid flow modelling. The first objective of this study is to better characterize the vertical distribution of both petrographical characteristics (texture, facies and composition) and petrophysical properties (porosity, permeability and acoustic velocity) on about 100 plugs sampling along 230 m of cores in well EST205, located at the top of the Underground Research Laboratory at Bure, France. The secondary aim is to better understand the influence of micrite type on acoustic velocity-porosity relationships by a rock typing approach. Most of the samples are (1) oncoid-peloid packstones (45 samples, n=45) and (2) bioclastic wackestones (n=25), both deposited in low energy environmental settings. Oolitic grainstone facies are not well-developed in these limestones (n=14) and macroporosity is absent. SEM observations reveal 3 micrite particle types both in matrix and clasts. (1) Fine (~ 1 μm) rounded micrites with very punctate inter-crystalline contacts, (2) Fine to coarse (1 μm ? 2 μm) subrounded micrite particles with partially coalescent contacts and (3) coarse (> 2 μm) anhedral crystals with sutured contacts (mostly indistinct) forming a dense and fused matrix. Types 1 and 2 are observed in porous levels (15 - 25% porosity) and display low to moderate P-wave velocities (3000 to 4500 m/s) whereas type 3 is observed in very low to non-porous units (< 10% porosity) and display high P-wave velocities (5000 to 6000 m/s).

### 6.5.2 (o) Les nanostructures de la Craie (Crétacé supérieur, bassin de Paris) : origine de l'hétérogénéité des propriétés réservoirs ?

Jessica Saiag<sup>1</sup>, Pierre-Yves Collin<sup>1</sup>, Jean-Pierre Sizun<sup>1</sup>, Eric Lasseur<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Biogéosciences, Dijon

<sup>2</sup>Laboratoire Chrono-environnement, Besançon

<sup>3</sup>BRGM, Orléans

Environ 2/3 des réserves mondiales en hydrocarbures sont contenues dans des réservoirs carbonatés. Parmi ces derniers, la Craie constitue un réservoir microporeux déjà largement exploité en Mer du Nord. La Craie a longtemps été considérée comme une formation uniforme, cependant elle présente une très grande variabilité de faciès et de géométries notamment dans le Bassin anglo-parisien en Haute Normandie entre le Havre et Dieppe. Dans ce secteur, les porosités varient de 8 à 45% pour des perméabilités allant de 0,01 à 500 mD. Ces fortes hétérogénéités pétrophysiques résultent de différents mécanismes sédimento-diagénétiques. L'objectif de cette étude est de comprendre les facteurs

contrôlant ces hétérogénéités afin d'optimiser la modélisation de ce type de réservoir. Le caractère microporeux de la Craie nécessite de mener l'étude à toutes les échelles d'observation : macroscopique, microscopique et surtout nanoscopique. A cette échelle, les études se font au Microscope Electronique à Balayage (MEB) en électrons secondaires, le plus souvent sur esquille, ce qui permet l'observation en trois dimensions de la nanostructure de la roche. La nanostructure regroupe la morphologie et l'agencement des grains constituant la roche à l'échelle du micron. Les nanostructures des micrites sont décrites depuis 1970, et la dernière étude en date (2011) en propose une classification. Cependant, aucune étude de la nanostructure de la Craie n'est à ce jour définie, bien que la plupart des publications sur la Craie présentent des photographies MEB. Ainsi, le but de cette étude est dans un premier temps de réaliser une classification des nanostructures de la Craie. La compréhension de l'origine sédimentaire et/ou diagénétique de la diversité de ces nanostructures fera l'objet d'une seconde partie de l'étude. Enfin, nous identifierons dans quelle mesure des différences de nanostructures sont à l'origine de l'hétérogénéité des propriétés réservoirs de cette formation.

### 6.5.3 (o) Utilisation de la micro-tomographie dans la caractérisation d'un réservoir carbonaté microporeux. Cas de la Formation de l'Oolithe Blanche (Bathonien, bassin de Paris)

Yasin Makhoulouf<sup>1</sup>, Steven Claes<sup>2</sup>, Pierre-Yves Collin<sup>3</sup>, Françoise Bergerat<sup>1</sup>, Christian David<sup>4</sup>, Béatriz Menendez<sup>4</sup>, Philippe Robion<sup>4</sup>, Jean-Pierre Sizun<sup>5</sup>, Rudy Swennen<sup>2</sup>, Christophe Rigollet<sup>6</sup>

<sup>1</sup>iSTeP, Paris

<sup>2</sup>KU Leuven, Leuven, Belgique

<sup>3</sup>Biogéosciences, Dijon

<sup>4</sup>GEC, Cergy Pontoise

<sup>5</sup>Laboratoire Chrono-environnement, Besançon

<sup>6</sup>SGS Horizon Oil, Gas & Chemical Services, Den Haag, Pays-Bas

La Formation de l'Oolithe Blanche (Bathonien) est un des aquifères salins profonds du bassin de Paris. Des études réalisées dans le cadre de recherche sur la faisabilité du stockage de CO<sub>2</sub> ou pour la géothermie, ont démontré que les propriétés réservoirs de cette formation sont plus difficiles à prédire que ce qui était envisagé. Pour caractériser cette formation en termes de qualité réservoirs trois sites d'études ont été sélectionnés : la bordure sud-est du bassin où la formation affleure dans les carrières de Bourgogne, la partie médiane (secteur Champagne) et la partie centrale, activement exploitée pour la géothermie et ce depuis une cinquantaine d'années.

Le réservoir présente une importante microporosité intraparticulaire (>90% de la porosité). Les rares occurrences de méso- et macroporosité interparticulaires participent peu aux propriétés réservoirs et sont reliées au système poreux par la microporosité. La tomographie micro-focus rayons-X à haute résolution assistée par ordinateur (μCT-scan) est une technique novatrice et non destructive permettant d'imager la structure interne d'un objet opaque. Les images générées par cette méthode sont des sections transverses de l'objet par mesure de l'atténuation d'un faisceau de rayons-X. Cette méthode permet d'imager et de caractériser le réseau micro- et macroporeux intra- comme interparticulaire, en 3D. De plus, il est possible, après reconstruction des volumes 3D, de mettre en évidence la présence ou l'absence de zones de connectivité entre ces différents réseaux poreux.

Couplée aux mesures pétrophysiques (Φ, K) et à l'analyse pétrographique (granulométrie, interpénétration), la création de carte de connectivité du réseau poreux permet d'illustrer la complexité de ce dernier. Nos premiers résultats soulignent l'importance de la microstructure et