

Yasin Makhloufi

Soutenance le 21 Novembre 2013
Université Pierre et Marie Curie – Paris 6

**Impact de la sédimentologie et de la diagenèse sur les propriétés pétrophysiques
d'un réservoir carbonaté oolithique.
Le cas de la Formation de l'Oolithe Blanche (Bathonien, Bassin de Paris, France).**

Résumé

Les études précédemment menées dans le bassin de Paris, et héritées de la recherche pétrolière ont permis la modélisation du remplissage et de l'évolution temporelle du bassin ainsi que la caractérisation des formations susceptibles d'être des lieux de stockage du CO₂ et/ou d'exploitation pour la géothermie. A ce titre, la Formation de l'Oolithe Blanche (Jurassique moyen), aquifère salin profond, est particulièrement intéressante car (1) elle est exploitée en géothermie et, (2) elle constitue une formation carbonatée potentielle pour le stockage du CO₂. Cependant, les premières études menées lors des recherches pour la géothermie ou pour le stockage ont négligé la complexité de cette formation, ce qui n'est pas sans incidences non seulement sur l'évaluation des volumes potentiels de stockage, mais également sur l'évolution des propriétés du réservoir après l'injection du CO₂.

Dans un premier temps, une étude sédimentologique a été réalisée sur des analogues de terrain (carrières de Bourgogne) où la Formation de l'Oolithe Blanche affleure (secteur sud-est), puis en sub-surface dans plusieurs puits carottés le long d'un transect SE-NO (secteurs médian et central). La Formation de l'Oolithe Blanche est composée d'un grainstone oo-bioclastique dont le contenu en bioclastes est variable, voir quasi-absent. Cette formation, dont le faciès général est un faciès oolithique, a été subdivisée en trois sous-faciès (Lobe Oolithique Progradant, Shoal Oolithique et Tidal), rattachés chacun à des processus de dépôt différents.

L'étude pétrographique a permis de caractériser (1) le type et la localité des pores et (2) la chronologie relative de mise en place et la nature des phases diagénétiques. Une analyse géochimique a complété l'étude diagénétique afin de discuter de la nature des fluides parents à l'origine des cimentations sparitiques et l'histoire des paléocirculations des fluides dans le bassin. Les paragenèses propres à chaque site montrent une hétérogénéité en fonction des localités. Dans le secteur sud-est la paragenèse est complexe et l'évolution diagénétique de la formation se poursuit jusqu'au cours de la télogénèse, ce qui se traduit par une étape de dédolomitisation. Dans le secteur médian l'évolution diagénétique s'est arrêtée durant la mésogénèse d'enfouissement. Enfin, dans le secteur central, l'histoire diagénétique est plus courte et les phases de cimentation incomplètes laissent libre la porosité initiale. Les fluides diagénétiques parents à l'origine de la cimentation de la formation seraient : (1) un mélange entre des eaux marines piégées et/ou des fluides de pression-dissolution avec des eaux météoriques venant recharger l'aquifère, ou (2) des eaux météoriques, tamponnées par les carbonates lors de leur transfert en profondeur, ou encore (3) un mélange entre des fluides marins piégés et des fluides remontant ponctuellement depuis les aquifères du Trias.

L'analyse des paramètres pétrophysiques a porté, entre autres, sur la mesure des valeurs de porosité et de perméabilité, mais également sur celle des paramètres acoustiques et électriques afin de caractériser les propriétés de ce réservoir. Il a été mis en évidence plusieurs échelles d'hétérogénéités. La porosité au sein de la Formation de l'Oolithe Blanche est majoritairement représentée par une microporosité intraparticulaire. La microporosité est à l'origine de la connectivité de l'ensemble du système poreux pour les secteurs sud-est et médian. Une macroporosité moldique non connectée est également parfois observée alors qu'une macroporosité interparticulaire est aussi présente au centre du bassin. Cette dernière participe à la bonne perméabilité du réservoir au centre du bassin et à la circulation des fluides exploités en géothermie. A l'échelle de l'échantillon, une étude statistique a permis de mettre en évidence un contrôle fort de l'environnement de dépôt et de la diagenèse sur les paramètres pétrophysiques. Parmi les plus importants, la compaction et la cimentation influencent fortement la perméabilité et les propriétés acoustiques du réservoir. L'interpénétration due à la compaction tend à améliorer la qualité du réservoir par la création de chemins de migrations de fluides entre les particules. A l'inverse, la cimentation tend à bloquer le système empêchant toute mise en connectivité du système poreux. Enfin, compaction et cimentation provoquent une diminution des vitesses de propagation des ondes P.

Enfin, un outil statistique capable, dans un premier temps, de préciser et de déterminer les relations de corrélations entre paramètres sédimentologiques, diagénétiques et pétrophysiques a été développé. Dans un second temps, cet outil a également aidé à définir des électro-faciès en vue d'un couplage avec les données de diagraphie. Il en résulte un modèle prédictif, calibré pour la Formation de l'Oolithe Blanche, qui peut être déployé simplement et rapidement à l'ensemble des sondages réalisés dans le Bassin de Paris, à très haute résolution. Ces approches permettront de caractériser les hétérogénéités sédimentologiques et pétrophysiques dans la Formation de l'Oolithe Blanche à l'échelle du bassin et ainsi d'affiner le modèle réservoir 3D existant.