

PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

La karstification de la plateforme Nord-Aquitaine au Crétacé inférieur : quelle ampleur, quelles modalités, et quel impact aujourd'hui ?

Durée : 18 mois

Démarrage : 01 Juin 2021

Localisation : Orléans (Brgm), avec des déplacements sur le terrain en Nouvelle Aquitaine et à Orsay (Université Paris-Saclay) pour l'encadrement et les analyses en laboratoire.

Date limite de candidature : 15/04/2021

Contexte

Sur la bordure nord du Bassin aquitain, les dépôts préservés correspondent à deux périodes de développement de plateforme carbonatée (au Jurassique et au Crétacé supérieur). Les formations sédimentaires à dominante calcaire qui en résultent sont le siège de nombreux systèmes karstiques.

La gestion des ressources en eau présentes dans ces formations se heurte à des difficultés liées à la nature karstique de ces réservoirs carbonatés. À cet effet, la problématique de la karstogénèse du domaine nord-aquitain doit être abordée en vue d'identifier les périodes favorables à la karstification des réservoirs carbonatés. Il s'agit d'un préalable à la compréhension du fonctionnement actuel des réservoirs carbonatés.

Sur la plate-forme nord aquitaine, la période théoriquement la plus favorable à la karstification est constituée par l'émersion de la plateforme jurassique pendant le Crétacé inférieur. Cette émersion est mise en évidence par la superposition des sédiments marins du Crétacé supérieur discordants sur ceux du Jurassique, avec une lacune de près de 40 Ma, de rares reliques de sédiments continentaux d'âge Crétacé inférieur étant connues localement (Platel, 1987). Or la présence d'un véritable système karstique daté de cette période n'a jamais été décelée (Husson et al., 2015 ; 2016).

Problématique scientifique

Le Crétacé inférieur correspond dans le nord-ouest de l'Europe à une période d'extension importante avec en particulier le rifting du Golfe de Gascogne, et immédiatement au sud de la plateforme nord-aquitaine, l'ouverture du bassin de Parentis. Ce sous-bassin enregistre une histoire relativement longue du rifting ainsi que plusieurs discontinuités importantes entre le sommet du Jurassique et l'Albien (au sommet du Jurassique, au sommet du Barrémien et à la limite Aptien-Albien). Sur la plateforme nord-aquitaine l'enregistrement sédimentaire est au contraire très lacunaire, les rares dépôts du Crétacé inférieur connus suggérant des conditions continentales pendant la majorité du Crétacé inférieur.

Afin de mieux évaluer l'impact de la karstification du Crétacé inférieur sur la plateforme jurassique, il est primordial de mieux contraindre son contexte : les variations de niveau de base, les déplacements verticaux, et plus généralement l'épisode géodynamique qui est à l'origine de l'émersion et d'en comprendre les modalités.

Des travaux réalisés plus à l'est (Bassin du Sud-Est, Cévennes, Causses, Quercy, Limousin) mettent en évidence des températures élevées pendant le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur qui ont été interprétées comme le résultat de la présence d'une pile sédimentaire significative (Barbarand et al., 2001 ; Peyaud et al., 2005 ; Barbarand et al., 2020 ; François et al., 2020). Des travaux préliminaires menés sur quelques forages profonds localisés sur la plateforme aquitaine (Pouillac, Caubon, Saint Martin Labouval, ...) montrent également que les températures reconstituées par thermochronologie (traces de fission sur cristaux d'apatite) pour des formations triasiques ou permienues ne sont pas en équilibre avec la pile sédimentaire actuelle en prenant un compte un gradient géothermique conventionnel (35°C/km). Tous ces travaux identifient ensuite un refroidissement important à la fin du Crétacé inférieur compatible avec un épisode d'érosion régional.

La quasi-absence de terrains sédimentaires du Crétacé inférieur dans le Bassin Aquitain questionne ces reconstitutions et deux modèles peuvent être proposés :

- Le dépôt d'une série sédimentaire au Crétacé inférieur qui aurait été ensuite érodée à partir de l'Aptien. Cette hypothèse est en accord avec les reconstitutions réalisées plus à l'est et pourrait expliquer l'origine des paléotempératures élevées observées dans les formations détritiques de la base du Bassin Aquitain. Les faciès des rares dépôts du Crétacé inférieur et leur géométrie ne plaident cependant pas pour cette hypothèse.
- Les paléotempératures élevées enregistrées sont contrôlées par une augmentation du gradient géothermique (un gradient de l'ordre de 50°C/km doit être envisagé) au cours du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur. Ce modèle n'envisage pas le dépôt puis l'érosion d'une épaisse couverture au Crétacé inférieur mais est difficilement explicable sur une aussi large zone qui ne semble pas avoir subi un amincissement crustal significatif. Il contraint par ailleurs l'érosion localisée entre le Jurassique supérieur et le Crétacé supérieur à une faible amplitude.

Ces deux hypothèses aboutissent à des situations paléogéographiques bien distinctes, et surtout à des amplitudes de déplacements verticaux très différentes impliquant des variations de niveau de base et donc une répercussion sur la karstification complètement différente. Dans le premier cas, lors de l'exhumation, la karstification va s'organiser en fonction de la chute du niveau de base et le décapage de la couverture sédimentaire. Dans le deuxième cas, la variation de niveau de base est vraisemblablement moindre, cependant le gradient géothermique élevé implique vraisemblablement des circulations de fluides particuliers induisant des modifications diagénétiques importantes et possiblement une karstification hypogène dont l'organisation n'est plus contrôlée par le niveau de base, mais par les zones de circulation de ces fluides.

Il est donc nécessaire de confronter ces hypothèses à d'autres données géologiques afin de répondre à ce questionnement.

L'objectif de ce post-doctorat est double : i) préciser le contexte géologique et géodynamique dans lequel se situe la plateforme nord aquitaine au Crétacé inférieur afin d'estimer les déplacements verticaux et la dynamique de l'érosion et ii) en déduire les répercussions de cet épisode sur les modalités de karstification.

Programme

- **Caractérisation de l'architecture sédimentaire à la fin du Jurassique et au cours du Crétacé inférieur : profils sismiques et corrélation sédimentaire et diagraphique.**

Sur la plateforme nord aquitaine, le Crétacé inférieur est très lacunaire, caractérisé par la présence de quelques résidus affleurant en Charentes. Seuls le bassin de Parentis et le synclinal de Jonzac, présentent un enregistrement stratigraphique plus complet. L'architecture sédimentaire en bordure du bassin de Parentis est la résultante des mouvements verticaux, de l'eustatisme et des apports sédimentaires provenant du continent ou produits in situ (carbonates). L'objectif est ici de contraindre la géométrie et les faciès des corps sédimentaires du Jurassique terminal et du Crétacé inférieur du bassin de Parentis et de sa prolongation vers le nord pour mieux restaurer l'évolution sur la bordure nord du bassin de Parentis et la plateforme nord aquitaine et ainsi de mieux contraindre les déplacements verticaux et l'évolution géodynamique de cette bordure de bassin.

Méthodes :

- Mission de terrain en Charente et/ou Charente-Maritime
- Interprétation des profils sismiques retraités en Charente et/ou Charente-Maritime pour reconstruire l'architecture sédimentaire sur la plateforme ;
- Construction de profils de corrélation sédimentaire et diagraphique depuis le bassin de Parentis vers la plateforme nord Aquitaine à partir des données de forages et d'affleurement (notamment dans les Charentes) ;
- Identifier les zones d'alimentation et de transit de matériel.

- **Approche Source to Sink des sédiments crétacés inférieurs**

Le bassin de Parentis contient l'enregistrement sédimentaire le plus complet du Crétacé inférieur de la zone. Il est constitué principalement de dépôts carbonatés et d'intercalations d'épisodes terrigènes. La minéralogie de ce remplissage est directement induite par les processus affectant la plateforme nord aquitaine située en

amont de ce bassin (érosion physique/ chimique, sédimentation...), et la nature des roches érodées. L'objectif est ici de caractériser de façon minéralogique et géochimique le matériel sédimenté, son origine, la nature des processus dans la zone d'érosion (érosion physique, altération, nature du matériel érodé) et de le comparer avec les remplissages karstiques des paléokarsts sur la plateforme. L'ensemble des résultats couplés avec les géométries du bassin de Parentis permettront de recomposer plus complètement l'évolution de la plateforme nord aquitaine au Crétacé inférieur.

Méthodes :

- Mission de terrain en Charente et Quercy pour l'étude des remplissages karstiques et étude de carottes sédimentaires des forages profonds ;
- Détermination minéralogique des niveaux détritiques des formations du Crétacé inférieur du bassin de Parentis échantillonnés sur carottes et des remplissages des paléokarsts affectant les formations jurassiques sur la plateforme nord-aquitaine échantillonnées sur le terrain ;
- Identification des cortèges de minéraux lourds dans les niveaux les plus grossiers correspondant à des phases d'apport terrigènes importants au-dessus des principales discontinuités ;
- Analyse des cortèges argileux par DRX ;
- Analyse des éléments chimiques majeurs.

▪ **Paléo-enfouissement des séries jurassiques**

Des données complémentaires pourront être acquises pour caractériser le paléo-enfouissement des séries jurassiques. À partir de données de quelques forages localisées sur la plateforme et dans le bassin de Parentis, il sera possible de comparer les paléo-enfouissements des deux zones et en particulier leur histoire thermique au cours du Crétacé inférieur. Des observations pétrographiques et diagénétiques sur les formations triasiques et jurassiques permettront d'estimer le degré d'enfouissement. Des données quantitatives (évolution de la matière organique, microthermométrie des inclusions fluides, thermochronologie basse température) pourront être obtenues en fonction des échantillons disponibles.

Méthodes :

- Identification des carottes cibles et échantillonnage pour les différentes méthodes
- Traitement de données de microthermométrie des inclusions fluides, de traces de fission sur apatite, pyrolyse Rock-Eval de la matière organique.

▪ **Intégration et comparaison entre hypothèses**

L'objectif de cette tâche est de confronter les éléments issus de ce travail de recherche et les différentes données bibliographiques (thermicité, diagenèse, morphologies karstiques épigènes et hypogènes...) afin d'étayer et comparer les deux hypothèses de départ.

Méthodes :

- Intégrer et spatialiser toutes les données ;
- Reconstituer le paléo-enfouissement des séries ;
- Réalisation de cartes intégrant l'évolution de la plate-forme nord aquitaine et du bassin de Parentis, en terme de paléogéographie, de répartition des zones en subsidence et en érosion, de zones sources de matériel érodés ou altérés.
- Proposer un schéma conceptuel de développement pour la karstification au Crétacé inférieur.
- Construire des coupes et les restaurer jusqu'au Crétacé inférieur afin de repositionner les paléo-niveaux de base ;

Profil recherché :

Docteur en Géosciences avec un profil de géologue de bassin.
Compétences sédimentologie et stratigraphie sismique et séquentielle.
Connaissances en pétrographie et minéralogie appréciées.

Proposition de contrat postdoctoral – Modélisation hydro-économique

Goût pour le terrain et les analyses en laboratoire.
Vision intégratrice et capacité à travailler en interdisciplinarité souhaitées.

Contacts :

Eglantine Husson (Brgm) – e.husson@brgm.fr

Eric Lasseur (Brgm) – e.lasseur@brgm.fr

Jocelyn Barbarand (Université Paris Saclay) - jocelyn.barbarand@universite-paris-saclay.fr

Références:

Barbarand J, Lucazeau F, Pagel M, Séranne M (2001) Burial and exhumation history of the south-eastern Massif Central (France) constrained by apatite fission-track thermochronology. *Tectonophysics* 335(3–4):275–290.

Barbarand J., Préhaud P., Baudin F., Missenard Y., Matray J.M., François T., Blaise T., Pinna R., Gautheron C. (2020) Where are the limits of Mesozoic intracontinental sedimentary basins of southern France? *Marine and Petroleum Geology* 121. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104589>.

François T., Barbarand J., Wyns R. (2020) Lower Cretaceous inversion of the European Variscan basement: record from the Vendée and Limousin (France). *International Journal of Earth Sciences*, <https://doi.org/10.1007/s00531-020-01875-z>.

Husson E., Gutierrez T., Camus H., Astruc J.G., Cabaret O., Galaup S., Couëffé R. (2015) – Origine, caractérisation et distribution prédictive du Karst sur la bordure Nord-Aquitaine. Synthèse bibliographique & rapport d'avancement. Rapport intermédiaire BRGM/RP-65041-FR, 72 pp.

Husson E., Camus H., Lerouge C., Lasseur E., Cabaret O., Satel M., Pedron N. et Couëffé R., 2016 - Origine, caractérisation et distribution prédictive du Karst sur la bordure Nord-Aquitaine, OKaNA, Rapport final. BRGM/ RP-66812-FR, 140 pp.

Peyaud JB, Barbarand J, Carter A, Pagel M (2005) Mid-Cretaceous uplift and erosion on the northern margin of the Ligurian Tethys deduced from thermal history reconstruction. *Int J Earth Sci* 94(3):462–474.

Platel J.-P. (1987) - Le Crétacé supérieur de la plateforme septentrionale du bassin d'Aquitaine. Stratigraphie et évolution géodynamique. Thèse Univ. Bordeaux III, 573 pp.