



Université Claude Bernard



DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **10 juin 2022**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur BRALL Niels**

Titre de la thèse : « *Les températures passées prises avec un grain de sel* »

Résumé



Le sel ou le gypse sont des minéraux courants des séries évaporitiques se formant dans des contextes variés comme les océans, les sebkhas, les grottes, les régions désertiques et les lacs. Lors de leur croissance ces minéraux piègent des microgouttelettes d'un fluide (inclusions fluides : IFs) ayant préservé les conditions physiques et chimiques à partir desquels les cristaux ont poussé. De fait, ses séquences d'évaporites sont des archives climatiques potentielles. Récemment, une nouvelle méthode a été développée pour mesurer la vitesse du son dans les inclusions fluides d'halite afin de déterminer leur température de piégeage. Cette méthode, la spectroscopie Brillouin (BS) mesure les petits décalages de fréquence (le shift Brillouin) de la lumière diffusée inélastiquement.

La question majeure que je me suis posé au cours de cette thèse est de savoir si la BS peut être utilisée pour reconstruire à haute résolution l'évolution de la température dans des régions et pour des intervalles de temps où se forme un dépôt d'évaporite ? Pour répondre à cette question, nous avons choisi d'étudier un site unique, le bassin de la mer Morte où des dépôts d'halite se sont déposés en couches annuelles (varves) pendant les périodes interglaciaires (stades isotopiques marins ; MIS 7 et MIS 5e). Un forage ICDP effectué en 2011 au centre de la Mer Morte a permis d'avoir accès à cette séquence sédimentaire qui couvre les 200 derniers ka. Pour les deux intervalles interglaciaires, les mesures de BS sur les FI d'halite révèlent une différence de température maximales de 4 °C entre la base et le sommet de chaque varve. Les paléotempératures de la section d'halite la plus ancienne (environ 200 ka ; MIS 7) soulignent en outre un réchauffement décennal des eaux du fond du lac pendant les périodes estivales (+3 °C) et hivernales (+4 °C). De plus, pour tous les dépôts d'halite nous observons des fluctuations annuelles de la température du lac en hiver. Pour les dépôts estivaux les températures sont restées constantes pendant 6 ans suivies de variations annuelles jusqu'à la fin du dépôt d'halite. Nous montrons qu'il existe un lien possible entre l'épaisseur des varves et les températures estivales de l'eau. Ces résultats majeurs ont des implications sur les futures études des séquences halitiques à des échelles de temps et d'espace plus grandes.

La question subsidiaire à laquelle j'ai tenté de répondre au cours de ma thèse est de savoir si la BS peut être appliquée à d'autres minéraux présents dans les séquences évaporitiques, comme le gypse. Des expériences ont été menées en utilisant l'analyse BS sur des solutions capillaires avec différentes concentrations de NaCl ainsi que sur du gypse synthétique. Cette méthode a également été appliquée à des échantillons de gypse naturel provenant d'environnements hyper salins tels qu'une sebkha tunisienne, la mer d'Aral et des dépôts

Messiniens dans le domaine méditerranéen. Si les températures de piégeage du gypse synthétique obtenus avec la BS reproduisent à peine les valeurs attendues en revanche les données sur des échantillons de naturels sont encourageant et suggèrent que le gypse naturel est un bon candidat pour les reconstructions de paleotempératures à l'aide de la BS.

Le développement méthodologique sur le gypse à permit de mettre en évidence la sensibilité de la vitesse du son par rapport à la salinité de la solution, faisant de la spectroscopie Brillouin un outil prometteur pour les futures reconstructions de paléosalinité.

Mots clés: Spectroscopie Brillouin, Évaporites, Gypse, Mer morte, Vitesse du son, Reconstructions paléoclimatiques