

RESUME

La plateforme carbonatée de Valdorria est un système isolé qui se retrouve dans les monts Cantabriques, au nord de l'Espagne. Elle fait partie de la formation Valdeteja, se situant stratigraphiquement au-dessus de la formation Barcaliente et en-dessous de la formation San Emiliano. La plateforme s'est développée au Bashkirien (Pennsylvanien) dans le bassin d'avant-pays qui aujourd'hui est connu comme la zone Cantabrie. La plateforme fut enfouie par la formation San Emiliano avant d'être exhumée suite au tectonisme alpine qui, par conséquent, a exposé un transect latéral et vertical de la plateforme.

Les cycles de Milanković ont récemment été exposés le long de la plateforme, observables au sommet de chaque cyclothème qui exhibe les caractéristiques d'une exposition en surface des roches. Les expositions subaériennes sont intéressantes pour interpréter la diagenèse survenue dans l'histoire de la plateforme car ils déploient une séquence complète de la paragenèse d'une succession carbonatée. A Valdorria, ces surfaces d'exposition ont été principalement identifiées comme étant des surfaces de dissolution immatures et des surfaces karstiques et pédogénétiques. Les figures eogénétiques observées vont de la déposition et cimentation marine à la dissolution et cimentation en milieu météorique. Les traits mésogénétiques et telogénétiques jouent également un rôle important dans l'histoire de la plateforme.

La pétrographie en lumière transmise et par cathodoluminescence optique indique la présence de plusieurs générations de ciment. Les données géochimiques, effectuées *in situ*, des éléments Ca, Mg, Fe, Mn, et Sr ont été acquises pour les différents ciments carbonatés afin de confirmer la séquence paragenétique pour les domaines diagénétiques. En ce qui concerne la calcite, les mesures du $\delta^{18}\text{O}$ apportent des informations sur les différentes interactions roche-eau, tandis que les mesures du $\delta^{13}\text{C}$ sont en grande majorité inutilisables en raison d'une diagenèse enfouissement. D'autre part, les isotopes ont également confirmé que trois différents événements dolomitiques ont eu lieu pendant la phase de croissance et d'enfouissement de la plateforme carbonatée.

Dans le cadre d'une étude intégrée, la technique de diffraction des rayons X a apporté des informations complémentaires sur l'évolution climatique de la plateforme. Une surface d'exposition subaérienne plus âgée exprimée sur le terrain par une calcrete très épaisse, composée d'illite-smectite (réminiscence de la smectite) mais où la kaolinite est absente, enregistre un climat semi-aride durant la période de croissance de la plateforme carbonatée. Une plus jeune surface d'exposition subaérienne exhibant la même minéralogie des argiles mais étant exprimée sur le

terrain par une calcrete plus mince suggère une transition à un climat aride. Pendant ce temps, la plus jeune surface d'exposition, qui se trouve au sommet de la plateforme, montre un système karstique extensif, dont la présence de kaolinite tout le long indique que les conditions climatiques ayant impacté la plateforme avant sa mort étaient celles d'un climat humide. La géochimie des oligo-éléments incompatibles combinée aux mesures Sr^{87}/Sr^{86} indique que la source des sédiments silicoclastiques présents dans le système carbonaté serait des poussières éoliennes produites par l'érosion d'un arc volcanique intermédiaire. Enfin, les alternances de dépôts d'argiles au sein des profils calcrétisés ont été utilisées pour estimer les profondeurs d'enfouissement.

Combiner les études pétrographique et minéralogique à la géochimie a permis d'établir une relation paragenétique liée au tempo des événements diagénétiques et pédogénétiques et, par la suite, à l'évolution des environnements de dépôts et des conditions climatiques passés durant l'évolution de la plateforme carbonatée.

Mots-clés: *sédimentologie carbonatée diagenèse paragenèse paléoenvironnement paléoclimat calcrète paléokarst argiles minéralogie pétrographie cathodoluminescence*

ABSTRACT

The Valdorria carbonate platform is an isolated system found in the Cantabrian Mountains, Northern Spain. It is part of the Valdeteja Formation, which is stratigraphically overlying the Barcaliente Formation and underlying the San Emiliano Formation. The platform developed during the Bashkirian (Pennsylvanian) in the Variscan foreland basin, which is nowadays known as the Cantabrian Zone. The platform was buried by the San Emiliano Formation prior to being exhumed to surface by alpine tectonism, which consequently exposed a lateral and vertical transect of the platform.

Milankovitch cyclicity has recently been revealed throughout the carbonate platform exhibiting subaerial exposure features at the top of each cyclothem. Subaerial exposures are of interest for a diagenetic interpretation of the platform's history because they can display a complete paragenetic sequence of a carbonate succession. At Valdorria, subaerial exposure surfaces have been identified predominantly as immature dissolution surfaces and mature karstic and/or pedogenic surfaces. Observed eogenetic features of interest range from marine deposition and cementation to meteoric dissolution and cementation. Mesogenetic and telogenetic features are prominent as well.

Transmitted light and optical cathodoluminescence petrographic studies show the presence of various cement generations. *In situ* element geochemistry analyses of Ca, Mg, Fe, Mn, and Sr have been acquired on the various carbonate cements to confirm the paragenetic sequence diagenetic realms. For calcite, $\delta^{18}\text{O}$ isotopes virtually show the different rock-water interaction affecting karstic and calcretic features, while $\delta^{13}\text{C}$ isotopes are mostly skewed due to burial diagenesis. On the other hand, isotopes also confirm that three different dolomitic events occurred throughout the growing and burying of the carbonate platform.

As part of an integrated study, X-ray diffraction techniques demonstrate a climatic evolution of the platform. An older subaerial exposure that displays a thick calcrete profile, which possesses illite-smectite (reminiscent of smectite) and lacks kaolinite records a semi-arid climate during the respective stage of platform development. A younger subaerial exposure shows similar clay mineralogy and a thin calcrete suggesting a transformation to an arid climate. Meanwhile, the youngest subaerial exposure found at the platform-top exhibits an extensive karstic system with kaolinite present throughout, which indicates that the platform evolved to a wet climate before drowning. Incompatible trace element geochemistry combined with $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ isotopes suggests an intermediate volcanic-arc derived aeolian source for the siliciclastic input into the carbonate system.

On the other hand, mixed-layer clay phases of the calcrete profiles were used to estimate burial depths.

Linking the petrographic and mineralogical framework to geochemistry has provided a paragenetic relationship related to the relative timing of diagenetic and pedogenic events, and subsequently to how the past environments and climates of the platform evolved overall.

Keywords: *carbonate sedimentology diagenesis paragenesis paleoenvironment paleoclimate calcrete paleokarst clay mineralogy petrography cathodoluminescence*