



---

Vendredi 9 novembre 2018 à 14h30  
Amphi F - ENSEIRB-MATMECA (Bordeaux INP)

# **Faciès, architecture et diagenèse des carbonates du Jurassique moyen et supérieur dans la chaîne du sud-ouest Gissar (Ouzbékistan)**

**par Mehdi CARMEILLE**

Composition du Jury :

Pr. <b>Elias SAMANKASSOU</b>	Univ. de Genève	Rapporteur
Dr. <b>Frans VAN BUCHEM</b>	Halliburton Abingdon	Rapporteur
Pr. <b>Emmanuelle VENNIN</b>	Univ. de Bourgogne	Examineur
Dr. <b>Marie-Françoise BRUNET</b>	Sorbonne Université	Examineur
Dr. <b>Benjamin BRIGAUD</b>	Univ. Paris-Sud	Examineur
Dr. <b>Pierre PELLENARD</b>	Univ. de Bourgogne	Examineur
Dr. <b>Pierre MASSE</b>	Total S.A.	Expert invité
Dr. <b>Raphaël BOURILLOT</b>	Bordeaux INP	Encadrant de thèse
Pr. <b>Philippe RAZIN</b>	Bordeaux INP	Directeur de thèse



## Résumé

Cette étude transdisciplinaire incluant sédimentologie, stratigraphie séquentielle, chiostratigraphie, et géochimie organique et inorganique, examine la série carbonatée du Jurassique moyen-supérieur dans la chaîne du sud-ouest Gissar. Cette série, appelée Kugitang, représente l'affleurement le plus complet de la marge nord du Bassin d'Amu-Darya, une province gazière majeure d'Asie Centrale. La production de carbonates commence au début du Callovien, lors d'un ralentissement de la subsidence tectonique régionale associée à un réchauffement climatique. Un changement majeur dans la production carbonatée et la configuration de la plate-forme est enregistré à la fin du Callovien. Ce changement se caractérise par le passage (i) d'une rampe carbonatée avec un gradient proximal-distal bien contrasté du Callovien inférieur au Callovien moyen voire supérieur (patch reefs et pinacles récifaux, shoals oolithiques, marnes hémipélagiques, etc.) à (ii) un vaste lagon à faciès péritidaux (mudstones, oncoïdes microbiennes, pseudomorphoses d'évaporites, etc.) probablement protégé par des récifs de grande dimension, à l'Oxfordien inférieur et moyen. La surface stratigraphique qui sépare ces deux séquences est interprétée comme une surface d'émersion régionale, enregistrant une chute du niveau marin entraînée par la tectonique et/ou le climat. Durant la partie terminale de l'Oxfordien moyen, un ou plusieurs bassins *intrashelfs* sont localisés au sud-ouest de la plate-forme carbonatée. Des carbonates fins nodulaires ou laminés riches en matière organique (TOC jusqu'à 6%) se déposent dans ces bassins (Formation Khodjaipak). Cette formation s'est probablement déposée dans des eaux stratifiées, légèrement hypersalées et anoxiques à dysoxiques, où des tapis microbiens produisent de la matière organique et des carbonates. Ces faciès organiques enregistrent l'initiation de la restriction du Bassin d'Amu-Darya, qui se poursuit avec la progradation d'une sabkha et le dépôt de séries anhydritiques et salifères épaisses. La comparaison des séries sédimentaires met en évidence des événements stratigraphiques communs entre le sud-ouest Gissar et les autres bassins de la marge nord téthysienne, mais également avec la plaque Arabe située dans le domaine sud téthysien : initiation de la plate-forme carbonatée, excursions isotopiques du carbone, âge et mode de formation des roches mères organiques, etc., impliquant des contrôles climatiques et/ou tectoniques à grande échelle. L'étude pétrographique et géochimique de la diagenèse des carbonates révèle une paragenèse complexe. Certains faciès sont très influencés par la fabrique sédimentaire lors de la diagenèse précoce (ex. dolomitisation préférentielle des terriers). La succession des phases diagénétiques est reliée à la stratigraphie et à la

subsidence des carbonates. Après leur dépôt, les sédiments de la série du Kugitang ont été enfouis à plus de 2 km de profondeur, puis exhumés durant le Néogène. Des phases liées à des fluides chauds et possiblement à la réduction thermochimique des sulfates (dolomite baroque, minéraux soufrés) se mettent en place durant la Mésogène, spécialement dans la séquence calloviennne. Finalement, les données stratigraphiques à haute résolution obtenues sur les affleurements du sud-ouest Gissar sont utilisées pour aider à la prédiction de la répartition des réservoirs d'hydrocarbures en subsurface du Bassin d'Amu-Darya.

**Mots clés :** Jurassique moyen-supérieur ; plates-formes carbonatées ; Bassin d'Amu-Darya ; Téthys ; stratigraphie séquentielle ; isotopes du carbone et de l'oxygène ; géochimie des carbonates ; matière organique ; diagenèse.

## Abstract

This transdisciplinary study including sedimentology, sequence stratigraphy, chemostratigraphy, and organic and inorganic geochemistry examines the Middle-Upper Jurassic carbonates series located in the southwestern Gissar range. These carbonates, also known as the Kugitang series, represent the most complete outcrop of the northern margin of the Amu-Darya Basin, a gas-producing province of Central Asia. Carbonate production begins in the late Early Callovian during a regional slowing of the tectonic subsidence, coeval with a climate warming. A major change in the carbonate production and platform configuration is recorded at the end of the Callovian: (i) a carbonate ramp with a well-contrasted proximal-distal gradient (pinacle and patch reefs, ooid shoals, hemipelagic marls, etc.) develops during the Lower to Middle or Upper Callovian. It is overlain by (ii) a vast low energy lagoon dominated by peritidal facies (mudstones, microbial oncoids, evaporites pseudomorphoses, etc.), probably protected by large reefs, during the Lower and Middle Oxfordian. The stratigraphic surface separating the two depositional sequences is associated with a hiatus (Upper Callovian-Lower Oxfordian) and interpreted as a regional exposure surface recording a sea-level drop caused by tectonics and/or climate. During the Middle Oxfordian, one or several intrashelf basins develop southwestwards of the studied carbonate platform. Laminated and nodular carbonates rich in organic matter (up to 6% TOC) predominate in these basins (Khodjaipak Formation). They are interpreted to have formed through the mineralization of microbial mats colonizing the stratified, slightly hypersaline, anoxic to dysoxic basin floor. Large scale (Oxfordian?) reefs may have favored the isolation of these basins. These deposits record the initiation of the tectonic isolation of the Amu Darya Basin, which culminates with the progradation of a large-scale sabkha and the deposition of a thick anhydrite and salt series. The comparison of stratigraphic series highlights common events in several basins of the northern tethyan margin, but also with the Arabian Plate: initiation of the carbonate platform, carbon isotope excursions, age and depositional conditions of organic-matter rich rocks, etc. The petrography and geochemistry of carbonates reveal a complex diagenetic history. Some facies are strongly controlled by the sedimentary fabric (e.g., preferential dolomitization of burrows). The diagenetic succession is tentatively linked with the stratigraphy and the subsidence history. Following deposition, the Kugitang series was buried at more than 2 km and then exhumed during the Neogene. Some cements (e.g. saddle dolomites, sulfur rich minerals) are interpreted to have formed through the circulation of hot fluids in the

rocks during the mesogenesis and possibly due to thermochemical sulfate reduction, especially in the Callovian Sequence. Finally, the high-resolution stratigraphy established in this study is used to help improving the prediction of carbonate reservoirs in the subsurface Amu Darya Basin.

**Keywords:** Middle-Upper Jurassic; carbonate platforms; Amu-Darya Basin; Tethys; sequence stratigraphy; carbon and oxygen isotopes; carbonates geochemistry; organic matter; diagenesis.