

Un modèle sédimentologique de préservation de la matière organique et de phosphatogenèse dans la formation de Monterey (Miocène) à Goleta Beach (Californie centrale)

LAURENT David ; septembre 2012

Supervisor: Karl Föllmi (Institut de Géologie et Paléontologie)

La formation de Monterey (Miocène moyen à supérieur), de Californie centrale, est une succession pélagique à hémipélagique, comprenant des sédiments riches en matière organique, carbonates, phosphates et biosilicates ainsi que leurs dérivés diagenétiques tels que les dolomies, cherts et porcelanites. La côte à l'Ouest de Santa Barbara a fait l'objet de nombreuses recherches (Isaacs, 1981, 2001 ; Arends et Blake, 1986 ; Flower et Kennett, 1993, 1994 ; Garrison et al., 1994 ; Hornafius, 1994 ; John et al., 2002 ; Föllmi et al., 2005), la section de Goleta Beach reste toutefois peu étudiée et elle est très prometteuse en ce qui concerne la préservation des structures sédimentaires. La partie supérieure de Monterey, ainsi que la formation sus-jacente de Sisquoc affleurent particulièrement bien dans cette zone.

Cette section a été mesurée et échantillonnée en détails, en particulier les alternances centimétriques entre des zones riches en matière organique et des niveaux phosphatés, à l'intérieur des mudstones. Des lits de phosphorites remaniés, près du contact entre les formations de Monterey et de Sisquoc, ont également été examinés. Ces mêmes lits ont été échantillonnés près de Lompoc, à Mussel Rock et des sections additionnelles ont été visitées à El Capitan State Beach et à Gaviota Beach. A part les observations sédimentologiques, les échantillons collectés ont été soumis à des analyses minéralogiques et géochimiques, pour les éléments majeurs, la minéralogie de la roche totale, le type et la quantité de matière organique, le phosphore total, les différentes phases phosphatées (par la méthode Sedex) et les isotopes du carbone de la matière organique. Les échantillons riches en calcite ont été remis à Eric de Kaenel (Neuchâtel), pour une étude des nanofossiles préservés.

L'objectif principal de cette étude est de vérifier, d'améliorer ou de redéfinir un modèle de dépôt sédimentaire, dans lequel les processus de préservation de la matière organique et de phosphatogenèse sont expliqués et réconciliés. Un autre but est d'obtenir un bon contrôle des âges, cela étant nécessaire pour des calculs de taux de sédimentation, pour des objectifs de corrélations entre terrains et pour inscrire les résultats des différentes analyses dans un contexte plus global.

La présence de structures syn-sédimentaires, tels que les glissements, les discontinuités angulaires, les surfaces érosives ainsi que les nodules et clastes remaniés, nous indiquent que l'aire de dépôt des sédiments était probablement inclinée et caractérisée par de fortes conditions hydrodynamiques et de nombreux mouvements gravitaires. La section a été datée entre la fin du Serravalien et le Tortonien (11.05-7.848 Ma), grâce aux assemblages nanofossiles. Les sédiments sont enrichis en éléments biogéniques calcitiques (foraminifères et coccolithophoridés) et siliceux (radiolaires et diatomées). Ils représentent la productivité primaire de la zone d'upwelling et enrichissent les sédiments en matière organique et phosphore. Des minéraux détritiques tels que les phyllosilicates, les plagioclases et le quartz sont également présents et probablement remaniés d'un bassin proche de la côte. Les analyses de la matière organique préservée, nous ont permis de définir celle-ci en tant que kérogène de type II (marin), ce qui est parfaitement compatible avec une zone d'upwelling de forte productivité. La méthode d'extraction séquentielle du phosphore (Sedex), nous a permis de calculer des déviations au ratio Redfield moyen dans la matière organique préservée, dans le but de tracer le relâchement préférentiel de phosphore, dans des conditions d'eaux de fond appauvries en oxygène. Les résultats obtenus indiquent que la matière organique ne peut être la seule source du phosphore retenu dans les carbonatefluorapatites (francolite).

Nous proposons finalement un modèle dynamique de préservation de la matière organique et de phosphatogenèse. Lors d'épisodes de faibles taux de sédimentation, des phosphates inorganiques advectés par les courants d'upwelling diffuseraient à travers l'interface sédiments/eau. Cela permettrait à des laminations phosphatées de précipiter durant la diagenèse précoce. Les processus érosifs (vannage, remaniement) les affecteraient par la suite et feraient évoluer leur géométrie. Nous proposons une hypothèse concernant les fortes concentrations de carbone organique mesurées et les faibles taux de sédimentation associés. La matière organique se déposerait principalement par phénomènes gravitaires et sa préservation serait accrue, lors du confinement de couches, par la précipitation de laminations phosphatées sus-jacentes.