

INAUGURAL – DISSERTATION

zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Naturwissenschaftlich-Mathematischen
Gesamtfakultät
der
Ruprecht-Karls-Universität
Heidelberg

Vorgelegt von Frédéric Diebold
aus Lingolsheim, Frankreich

Tag der mündlichen Prüfung: 20/07/2012

**Systematics, biostratigraphy and biogeography
of the ammonoid family Collignoniceratidae
across the Turonian–Coniacian (Cretaceous) boundary
in the West European and Indo-Malgach provinces**

Frédéric Diebold

Gutachter: Prof. Dr. Peter Bengtson

This manuscript is produced only for the examination as a doctoral dissertation and is not intended as a permanent scientific record. It is therefore not a publication in the sense of the International Code of Zoological Nomenclature.

Abstract

The aim of this work was to refine the ammonite biostratigraphy across the Turonian–Coniacian boundary. Three key areas were selected: (1) The Aquitaine Basin in south-western France, because of the abundance of *Forresteria (Harleites) petrocoriensis*, the traditional marker species for the base of the Coniacian Stage; (2) The Vocontian Basin in south-eastern France, because of the occurrence of an abundant uppermost Turonian ammonite and inoceramid fauna; (3) The Diego Basin in northern Madagascar, because of the occurrence of abundant upper Turonian–lower Coniacian ammonites, inoceramids and nannofossils within an expanded and continuous section.

Detailed study of key sections in the upper Turonian to lower Coniacian of the Northern Aquitaine Carbonate Platform (NACP) was carried out in order to log the entire succession and collect ammonites and inoceramids bed-by-bed to establish their relative positions in sequence. Two successive ammonite zones were recorded: (1) The *Forresteria (Harleites) petrocoriensis* Zone, characterized by abundant specimens of the zonal index, and rare inoceramids possibly referable to the uppermost Turonian *Mytiloides scupini* Zone. The *F. (H.) petrocoriensis* Zone may thus span the Turonian–Coniacian (T–C) boundary. Nannofossil evidence indicates that this zone is probably coeval with the lower part of nannofossil zone UC9c. (2) The *Forresteria (Harleites) nicklesi* - *Forresteria (Forresteria) alluaudi* Zone (new for the NACP). *F. (H.) nicklesi* (de Grossouvre, 1894) is a neotenus derivative of *F. (H.) petrocoriensis* (Coquand, 1859). The zone is characterized by abundant *F. (H.) nicklesi*, the occasional *F. (F.) alluaudi* (Boule, Lemoine & Thévenin, 1907), reported from the Aquitaine Basin for the first time, and the inoceramid *Tethyoceramus wandereri* (Andert, 1911) and is coeval with the *Forresteria alluaudi* and *Cremnoceramus crassus crassus* zones of the North American Western Interior Basin. Nannofossil evidence indicates that this zone is probably coeval with the upper part of nannofossil zone UC9c. In the NACP, the Ilsede Phase tectonic event coincides with the historical T–C boundary. This event led to a major change in palaeoenvironment, with Tethyan rudist biostromes occurring before the event, local emergence during the event, and a transgression with abundant influx of ammonites of the genus *Forresteria* after the event.

Study of classical sections in the upper Turonian–lower Coniacian “Calcaires blancs” and lower Coniacian Grès des Raymonds Formation of the Montélimar–Dieulefit area (western Vocontian Basin) yielded European and cosmopolitan ammonites and inoceramids. The *Prionocyclus germari* Zone is recognized for the first time in the Vocontian Basin. The upper part of the “Calcaires blancs” is characterized by the zonal index and a diverse ammonite fauna and inoceramids of the *Mytiloides scupini* Zone. The co-occurring ammonites *Hyphantoceras (Hyphantoceras) cf. flexuosum* (Schlüter, 1872) and *H. (H.) cf. ernsti* (Wiese, 2000) suggest a correlation with Marl M_G and the Heteromorph beds of northern Germany. The nannofossil *Broinsonia parca expansa* (Stradner, 1963) indicates the upper Turonian to lower Coniacian nannofossil zone UC9c. There is no evidence for the Turonian–Coniacian boundary, but it appears to lie within the uppermost part of the “Calcaires blancs”, since the base of the overlying Grès des Raymonds Formation is characterized by an upper lower

Coniacian association with *Scaphites kieslingswaldensis* Langenhan & Grunley, 1891 and the inoceramid *Cremnoceramus crassus* (Petrascheck, 1903). *Neoprionocyclus vocontiensis* nov. gen. et sp. of the subfamily Collignoniceratinae shows a distinct ontogeny: an involute juvenile stage with *Subprionocyclus*-like ornamentation and a single row of ventrolateral tubercles, and a smooth adult stage with a persistent keel and the progressive opening of the umbilicus.

The Diego Basin in northern Madagascar is a key area for interregional Cretaceous correlation. In order to refine the current broad ammonite zonation and to improve correlation with the “standard zonation” in use in Euramerica, ammonites and inoceramids were collected bed-by-bed from carefully logged upper Turonian–lower Coniacian key sections. Four successive ammonite zones are recognized, from bottom to top: *Subprionocyclus neptuni* Zone, *Prionocyclus germari* Zone, *Barroisiceras onilahyense* Zone and a new *Forresteria (F.) alluaudi* Zone. In the *Prionocyclus germari* Zone, the co-occurring inoceramids are *Mytiloides incertus* (Jimbo, 1894) and *Tethyoceramus* gr. *modestoides* (Sornay, 1980). The lowest occurrence of *Barroisiceras onilahyense* Basse, 1947 is from a level that also yields *Prionocyclus germari* (Reuss, 1845), confirming that *B. onilahyense* extends from the upper Turonian. The “standard” inoceramid *Cremnoceramus waltersdorfensis waltersdorfensis* and *Cremnoceramus waltersdorfensis hannovrensis* zones are present but *Cremnoceramus deformis erectus* (Meek, 1877), the marker species for the base of the Coniacian Stage has not been found yet. The type series of *Forresteria (Forresteria) alluaudi* originates from 45 m above the highest known occurrence of *Barroisiceras onilahyense*. Nannofossil evidence indicates that most of the *Prionocyclus germari* Zone and the *Barroisiceras onilahyense* Zone fall into nannofossil zone UC9c. The presence of both cosmopolitan and endemic species of ammonites and inoceramids in the Diego Basin makes it a suitable southern-hemisphere candidate hypostratotype for the proposed Turonian–Coniacian composite GSSP of Salzgitter-Salder (Germany) and Słupia Nadbrzeżna (Poland; Walaszczyk I., Wood C.J., Lees J.A., Peryt D., Voigt S. & Wiese F. 2010. The Salzgitter-Salder Quarry (Lower Saxony, Germany) and Słupia Nadbrzeżna river cliff section (central Poland): a proposed candidate composite Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Coniacian Stage (Upper Cretaceous). - *Acta Geologica Polonica* 60(4), 445–477).

Stratigraphic ranges of important collignoniceratid species are clarified and mapped against the current “standard” ammonite–inoceramid zonation for the North American Western Interior Basin and Europe. An attempt at reconstructing the evolution of the important collignoniceratid genera is made. Biogeographic provincialism is strong at the Turonian–Coniacian boundary, and so there is no good worldwide marker species for the stage boundary. Ammonite proxies are suggested as interim tools.

Keywords: Biostratigraphy, Cretaceous, Turonian, Coniacian, ammonites, inoceramids, nannofossils, France, Madagascar, Aquitaine Basin, Vocontian Basin, Diego Basin, carbonate platform.

Kurzfassung

Ziel dieser Arbeit war es, die Ammoniten-Biostratigraphie der Turon–Coniac-Grenze zu verfeinern. Drei Untersuchungsgebiete wurden ausgewählt: (1) Das Aquitaine-Becken im Südwesten Frankreichs, wegen der Häufigkeit von *Forresteria (Harleites) petrocoriensis* (Coquand, 1859), bisher die Leitart für die Basis der Coniac-Stufe; (2) Das Vocontische Becken im Südosten Frankreichs, wegen des Vorkommens einer reichen Ammoniten- und Inoceramen-Fauna im obersten Turon; (3) Das Diego-Becken im Norden von Madagaskar, wegen der Häufigkeit von Ammoniten, Inoceramen und Nannofossilien in einer mächtigen und kontinuierlichen Oberturon–Unterconiac-Abfolge.

Die wichtigsten Profile im Oberturon bis Unterconiac der Nördlichen Karbonatplattform des Aquitaine-Beckens (NACP) wurden eingehend untersucht, die gesamte Abfolge aufgenommen und Ammoniten und Inoceramen Schicht für Schicht gesammelt, um ihre stratigraphische Abfolge zu klären. Zwei aufeinander folgende Ammoniten-Zonen wurden erfasst: (1) Die *Forresteria (Harleites) petrocoriensis*-Zone, charakterisiert durch das häufige Auftreten der Zonenleitart sowie durch das seltene Vorkommen von Inoceramen, welche vielleicht der *Mytiloides scupini*-Zone des obersten Turon zuzuordnen sind. Dementsprechend könnte die *petrocoriensis*-Zone die Turon–Coniac-Grenze überspannen. Vorkommen von Nannofossilien weisen darauf hin, dass diese Zone wahrscheinlich dem unteren Teil der Nannofossilien-Zone UC9c entspricht. (2) Die *Forresteria (Harleites) nicklesi*–*Forresteria (Forresteria) alluaudi*-Zone (Erstnachweis für die NACP). *F. (H.) nicklesi* (de Grossouvre, 1894) ist eine neotenische Form von *F. (H.) petrocoriensis* (Coquand, 1859). Diese Zone wird durch das häufige Auftreten von *F. (H.) nicklesi*, gelegentliche Funde von *F. (F.) alluaudi* (Boule, Lemoine & Thévenin, 1907), welches zum ersten Mal aus dem Aquitaine-Becken nachgewiesen wurde, sowie durch den Inoceramen *Tethyoceramus wandereri* (Andert, 1911) gekennzeichnet. Chronostratigraphisch entspricht die *nicklesi*–*alluaudi*-Zone den *Forresteria alluaudi*- und *Cremonoceramus crassus crassus*-Zonen des nordamerikanischen Western-Interior-Beckens. Nannofossilien weisen darauf hin, dass diese Zone wahrscheinlich dem oberen Teil der Nannofossilien-Zone UC9c entspricht. In der NACP fällt das tektonische Ereignis der Ilsede-Phase mit der historischen Position der Turon–Coniac-Grenze zusammen. Dieses Ereignis führte zu einem grundlegenden Wandel der Paläoumwelt, mit der Ausbildung von Rudisten-Biostromen in der Tethysregion vor dem Ereignis, lokaler Landhebung während des Ereignisses, und einer Transgression mit Anhäufung von Ammoniten der Gattung *Forresteria* nach dem Ereignis.

Durch Untersuchungen in den klassischen Aufschlüssen in den „Calcaires Blancs“ (Oberturon–Unterconiac) und der Grès-des-Raymonds-Formation (Unterconiac) des Montélimar–Dieulefit-Gebiets (westliches Vocontisches Becken) wurden sowohl europäische als auch kosmopolitische Ammoniten und Inoceramen nachgewiesen. Die *Prionocyclus germari*-Zone wurde zum ersten Mal im Vocontischen Becken nachgewiesen. Der obere Teil der „Calcaires Blancs“ wird von der Zonenleitart und einer diversen Ammoniten-Fauna sowie von Inoceramen der *Mytiloides scupini*-Zone gekennzeichnet. Die vergesellschafteten Ammoniten *Hyphantoceras (Hyphantoceras) cf. flexuosum* (Schlüter, 1872) und *H. (H.) cf. ernsti* (Wiese, 2000) ermöglichen eine Korrelation mit dem Mergel M_G und den Heteromorphen-Schichten in Norddeutschland. Das Nannofossil *Broinsonia parca expansa* (Stradner, 1963) belegt die Nannofossilien-Zone UC9c (Oberturon–Unterconiac). Es gibt keine Hinweise für die Turon–Coniac Grenze, aber sie scheint im obersten Teil der „Calcaires Blancs“ zu liegen, da die Basis der hangenden Grès-des-Raymonds-Formation durch eine Fauna mit *Scaphites kieslingswaldensis* Langenhan & Grundey, 1891 und dem Inoceramen *Cremonoceramus crassus* (Petrascheck, 1903) des oberen Unterconiac gekennzeichnet ist. *Neoprionocyclus vocontiensis*

nov. gen. et sp. der Unterfamilie Collignoniceratinae zeigt eine charakteristische Ontogenese: ein involutes Jugendstadium mit *Subprionocyclus*-ähnlicher Skulptur und einer einzigen Reihe von ventrolateralen Knoten, und ein glattes Adultstadium mit einem beständigen Kiel und schrittweiser Erweiterung des Nabels.

Das Diego-Becken im Norden von Madagaskar ist ein Schlüsselgebiet für die interregionale Kreide-Korrelation. Um die Ammoniten-Zonierung zu verfeinern und Korrelationen mit der „Standard-Zonierung“ von Euramerika zu verbessern, wurden Ammoniten und Inoceramen Schicht für Schicht aus sorgfältig aufgenommenen Schlüsselprofilen des Oberturon–Unterconiac gesammelt. Vier aufeinanderfolgende Ammoniten-Zonen wurden nachgewiesen, von unten nach oben: *Subprionocyclus neptuni*-Zone, *Prionocyclus germari*-Zone, *Barroisiceras onilahyense*-Zone und die neu eingeführte *Forresteria* (*F.*) *alluaudi*-Zone. In der *germari*-Zone kommen auch die Inoceramen *Mytiloides incertus* (Jimbo, 1894) und *Tethyoceras* gr. *modestoides* (Sornay, 1980) vor. Das älteste Auftreten von *Barroisiceras onilahyense* Basse, 1947 liegt auf einem Niveau, in dem auch *Prionocyclus germari* (Reuss, 1845) gefunden wurde; dies bestätigt, dass *B. onilahyense* bereits im oberen Turon vorkommt. Die „Standard-Zonen“ des *Cremnoceramus waltersdorfensis* *waltersdorfensis* und des *Cremnoceramus waltersdorfensis hannovrensis* sind nachgewiesen, obwohl *Cremnoceramus deformis erectus* (Meek, 1877), die Leitart für die Basis des Coniac, noch nicht gefunden wurde. Die Typus-Serie von *Forresteria* (*Forresteria*) *alluaudi* stammt aus einem Niveau, das 45 m über dem höchsten bekannten Vorkommen von *B. onilahyense* liegt. Nannofossilien zeigen, dass der Großteil der *germari*-Zone sowie die *onilahyense*-Zone mit der Nannofossilien-Zone UC9c korrelierbar ist. Das Vorkommen von sowohl kosmopolitischen als auch endemischen Arten von Ammoniten und Inoceramen im Diego-Becken bietet einen geeigneten Hypostratotypus der südlichen Hemisphäre entsprechend den kombinierten Holostratotypen der Turon–Coniac-Grenze von Salzgitter-Salder (Deutschland) und Słupia Nadbrzeźna (Polen. Walaszczyk I., Holz C.J., Lees J.A., Peryt D., Voigt S. & Wiese F. 2010. The Salzgitter-Salder Quarry (Lower Saxony, Germany) and Słupia Nadbrzeźna river cliff section (central Poland): a proposed candidate composite Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Coniacian Stage (Upper Cretaceous). - Acta Geologica Polonica 60(4), 445–477).

Die stratigraphischen Reichweiten von wichtigen Arten der Collignoniceratidae wurden geklärt und mit der „Standard-Zonierung“ für das nordamerikanische Western-Interior-Becken und Europa verglichen. Die Evolution der wichtigsten Gattungen dieser Familie wurde rekonstruiert. An der Turon–Coniac-Grenze herrschte ein ausgeprägter biogeographischer Provinzialismus, so dass keine Art als globale Leitart für die Stufengrenze dienen kann; stattdessen werden vorläufig Ammoniten-Proxies als biostratigraphische Hilfsmittel vorgeschlagen.

Schlüsselwörter: Biostratigraphie, Kreide, Turon, Coniac, Ammoniten, Inoceramen, Nannofossilien, Frankreich, Madagascar, Aquitaine-Becken, Vocontisches Becken, Diego-Becken, Karbonatplattform.