

Le Valanginien du bassin de Safi (Maroc atlantique) et sa faune d'ammonites. Implications paléobiogéographiques

The Valanginian of the Safi Basin (Atlantic Morocco) and its ammonite fauna. Palaeobiogeographical implications

Mohssine Ettachfina^a, Miguel Company^b, Jacques Rey^c, Kamal Taj-Eddine^a, José M. Tavera^b

^a Université Cadi-Ayyad, faculté des sciences Semlalia, UFR dynamique des bassins : stratigraphie intégrée et géoprospects, BP S 15, Marrakech, Maroc

^b Universidad de Granada, Departamento de Estratigrafía y Paleontología, 18002 Granada, Espagne

^c Laboratoire de géologie sédimentaire et paléontologie, université Paul-Sabatier, 31062 Toulouse, France

Abstract—The study of ammonite assemblages collected from the *Calcaire inférieur* and the *Argiles brunes* in the region of Safi (Morocco) has allowed us to pinpoint the age of these formations and to attribute them, respectively, to the Boissieri Zone – lower part of the Campylotoxus Zone and to the upper part of the Campylotoxus Zone – Upper Valanginian. These units are also reinterpreted in terms of sequence stratigraphy. In addition, the analysis of the faunal spectrum shows that, although differing in some respects, these ammonite associations are similar to those of other peri-Tethyan platforms, while differing considerably from the basin assemblages. (© Académie des sciences / Elsevier, Paris.)

Cretaceous / Valanginian / ammonoidea / stratigraphy / palaeobiogeography / Safi / Morocco

Résumé — L'étude des associations d'ammonites récoltées dans le calcaire inférieur et dans les Argiles brunes de la région de Safi (Maroc) nous a permis de préciser l'âge de ces formations et de les attribuer respectivement à la zone à Boissieri – partie inférieure de la zone à Campylotoxus et à la partie supérieure de la zone à Campylotoxus – Valanginien supérieur. Une réinterprétation de ces unités en termes de stratigraphie séquentielle est ébauchée. D'un autre côté, l'analyse du spectre faunistique de ces associations montre que, bien qu'avec des traits singuliers, elles sont similaires à celles d'autres plates-formes péritéthysiennes et diffèrent notablement des associations de bassin. (© Académie des sciences / Elsevier, Paris.)

Crétacé / Valanginien / ammonoidea / stratigraphie, paléobiogéographie / Safi / Maroc

Abridged version

Introduction

The Lower Cretaceous of the Safi basin (*figure 1a*) was studied in detail by Roch (1930), Gigout (1951) and Rey et al. (1989), who distinguished five superimposed lithostratigraphic units: 1) *dolomies jaunes*, 2) *Calcaire inférieur*, 3) *Argiles brunes*, 4) *calcaire de Dridrat* and 5) *couches argilo-sableuses*

rouges. Only formations 2 and 3, Valanginian in age, are analysed in this study (*figure 1b*).

The *Calcaire inférieur* Formation, 5 to 20 m thick, comprises cross-bedded micritic limestones with corals, brachiopods, bryozoans, and regular echinoids in the southern outcrops, and marly-sandy and finely bioclastic limestones with serpulids, brachiopods, heart urchins and ammonites in the

Note présentée par Michel Durand-Delga.

Note remise le 29 avril 1998, acceptée après révision le 6 juillet 1998.

more northern areas. Its base is limited by a hardground colonized by brachiopods (V_1 discontinuity), while it is capped by an erosional surface (V_2 discontinuity). This formation has been assigned to the Upper Berriasian–Lower Valanginian.

The *Argiles brunes* Formation consists of a thick interval (up to 60 m) of clayey marls with occasional intercalated silty limestones. At its base, above discontinuity V_2 , there is a condensed level with abundant ammonites previously attributed to the Upper Valanginian (Rey et al., 1989).

Biostratigraphy

The analysis of the ammonites collected from the Lalla Fatna section has allowed us to narrow down the age of the formations studied, partially modifying the stratigraphic attributions made by previous authors.

The middle part of the *Calcaire inférieur* provided an ammonite-rich association from the Pertransiens Zone (basal Valanginian), comprising *Thurmanniceras pertransiens* (figure 2B), *Neocomites premolicus* (figure 2A), *Sarasinella trezanensis*, *S. eucyrtia* (figure 2E), *Olcostephanus drumensis* and *Spiticeras (Kilianiceras) gratianopolitense*. At the top of the formation, immediately below discontinuity V_2 , we found *Busnardoites* cf. *desori* (figure 2D) and *N.* cf. *subtenuis*, indicating the lower part of the Campylotoxus Zone. In contrast, the base of the formation provided no ammonites in the Lalla Fatna section, although it can be dated in other sections (Borj Nador and Sidi Bouzid, figure 1a) thanks to the presence of calpionellids from Zones D2 and D3 (Upper Berriasian). It therefore seems evident that the *Calcaire inférieur* formation was deposited between the Late Berriasian and the Lower part of the Campylotoxus Zone (Early Valanginian). Nevertheless, the erosional nature of discontinuity V_2 (Witam, 1988) means that the upper members of this formation are absent in some areas.

The condensed levels at the base of the *Argiles brunes* contain abundant ammonite fauna comprising *Karakaschiceras* gr. *biassalense/inostanzewi* (figure 2H), *K.* cf. *brandesi*, *Neohoplloceras arnoldi* (figure 2C), *B. campylotoxus*, *B. subcampylotoxus* (figure 2F), *N. teschenensis* (figure 2G), *O. guebbardi*, *O.* cf. *stephanophorus* and *Valanginites dolioliformis*, indicating a latest age of Lower Valanginian (upper part of the Campylotoxus Zone). In the rest of the formation, ammonites are extremely rare. However, certain forms characteristic of the Verrucosum Zone and Trinodosum Subzone collected from the silty layers intercalated between the marls point to a Valanginian age for most of the *Argiles brunes*.

Sequence interpretation

Discontinuity V_1 (Upper Berriasian) corresponds to a transgressive surface separating lagoonal deposits (yellow dolomites and green marls passing laterally to algal limestones) from lower shoreface and offshore sediments (*Calcaire inférieur* Formation). In the absence of further stratigraphic and sedimentary data, we cannot determine whether the underlying *dolomies jaunes* correspond to the lowstand system tract in the same sequence or to the highstand system tract of a preceding sequence.

Discontinuity V_2 , occurring as a highly erosional surface with ferruginous crusts, is the result of a very rapid increase in the available space. It integrates a sequence boundary and a transgressive surface, which implies an erosional or nondepositional hiatus of the corresponding lowstand system tract. The overlying condensed levels represent a transgressive interval at the end of the Early Valanginian.

Palaeobiogeography

The analysis of the faunal composition of the ammonite associations from the Valanginian of the Safi region provides interesting conclusions on certain palaeoecological and palaeobiogeographical aspects. The typically Mediterranean nature of these associations stands out, dominated by neocomitids accompanied by some olcostephanids. In addition, the absence of leiostraca (haploceratids, phylloceratids and lycoceratids) coincides with the observations in other platform areas of the Mediterranean Tethys (Company, 1987; Bulot, 1993).

Particularly interesting is the association from the middle of the *Calcaire inférieur*, given the scarcity of data available on the ammonoid fauna from the Pertransiens Zone in the peri-Mediterranean platforms in comparison to the well-documented associations from basins of the same age. The latter have a high species diversity (Company, 1987; Bulot and Thieuloy, 1995), although quantitatively they are dominated by *N. grasianum*, *T. pertransiens* and *O. drumensis*. This composition differs radically from that of the *Calcaire inférieur* association, where *N. grasianum* is completely absent while *T. pertransiens* and *O. drumensis* account for no more than 6 % of the total individuals. In contrast, nearly 90 % of the specimens are *N. premolicus*, a species relatively poorly represented in the pelagic fauna of the Pertransiens Zone in the Subbetic and Vocontian basins.

The Lalla Fatna association has more in common with the fauna of the same age from the *calcaire de Fontanil*, in the outer margin of the Subalpine platform. According to Arnaud et al. (1981), *T. pertransiens* is also a rare species in the Fontanil association, while '*T. allobrogicum*', a taxon that we provisionally consider to be a probable synonym of *N. premolicus* (Ettachfni et al., in prep.), is one of the major components. Also significant is the presence of *Sp. (Kilianiceras) gratianopolitense* and the absence of *N. grasianum* in the subalpine locality. These circumstances are easily explained by the similar eco-sedimentary characteristics of the environments in which the deposition of the bioclastic limestones from Fontanil and of the *Calcaire inférieur* took place. In spite of these similarities, however, the Lalla Fatna association has distinctive features that extend to other associations of the same age from localities further south (Essaouira, Haha and Agadir basins) with a very similar faunal composition. The most peculiar characteristic of all these associations may be the extreme scarcity of *O. drumensis*, which is a common species not only in Fontanil but in all the northern margin of the Mediterranean Tethys. We should point out that the main component of the Fontanil fauna, *T. gratianopolitense*, is also relatively frequent in the Moroccan associations, although until now it has not been found in Lalla Fatna.

The fauna from the base of the *Argiles brunes* is widely dominated by *K. gr. biassalense/inostranzewi*, which represents nearly 70 % of the total fauna. *O. guebbardi* and *N. arnoldi* are common elements in the association as well, while the other species are only represented by scarce individuals. This association is comparable to that of the *bancs à Karakaschiceras* of the Arc de Castellane, in the outer margin of the northern

Provençal platform and differs notably from the pelagic associations of the same age dominated by *Neolissoceras* and *Bochianites* (Bulot, 1993). These same associations, with abundant *Karakaschiceras* and *Neohoploceras*, have been recognized in many other platform areas of the Tethys domain, always in relation to the transgressive deposits linked with the Middle Valanginian drowning episode detected almost worldwide.

1. Introduction

L'Éocrétacé de la région safiote, reconnu depuis le début du siècle dans les falaises qui bordent l'océan Atlantique au nord de la ville de Safi (*figure 1a*), fut étudié par Roch (1930), puis par Gigout (1951). Plus récemment, Rey et al. (1989) y ont distingué cinq unités lithostratigraphiques superposées, de la base au sommet : 1) dolomies jaunes, 2) Calcaire inférieur, 3) Argiles brunes, 4) calcaire de Dridrat et 5) couches argilo-sableuses rouges. Seules les formations 2 et 3, d'âge Berriasien–Valanginien, seront analysées dans ce travail (*figure 1b*).

1.1. Calcaire inférieur

Puissante de 5 à 20 m, cette unité est limitée à sa base par une surface durcie et colonisée par des brachiopodes (discontinuité V₁) et au sommet par une surface érosive (discontinuité V₂). Sa composition varie depuis les calcaires micritiques beige clair, à grandes stratifications obliques et texture noduleuse, riches en madréporaires, brachiopodes, bryozoaires et échinides réguliers dans les localités situées au sud, jusqu'à des calcaires légèrement marneux ou gréseux à fins débris bioclastiques et stratifications horizontales, à serpules, brachiopodes, spatangidés et ammonites au nord. Cette formation a été attribuée au Berriasien terminal – Valanginien basal grâce aux ammonites et aux calpionelles (Rey et al., 1989)

1.2. Argiles brunes

Cette unité, épaisse d'une soixantaine de mètres, est composée de marnes argileuses, intercalées de quelques bancs de calcaires silteux roux. Elle débute, au-dessus de la discontinuité V₂, par un niveau de condensation riche en ammonites, dont la base avait été attribuée au Valanginien supérieur basal (Rey et al., 1989)

2. Précisions biostratigraphiques

Le Calcaire inférieur et la base des Argiles brunes dans la coupe de la plage de Lalla Fatna nous ont livré une abondante faune d'ammonites, dont l'étude nous a permis de préciser l'âge de ces formations, modifiant ainsi en partie les attributions stratigraphiques données par les auteurs antérieurs.

Dans le présent travail, nous utilisons le schéma zonal proposé par Hoedemaeker et Company (1993), généralement adopté comme zonation standard pour le Crétacé inférieur du pourtour méditerranéen. Cependant, nous prenons comme limite Berriasien–Valanginien la base de la zone E à calpionelles, niveau pratiquement équivalent à la base de la zone à Pertransiens, tel qu'il a été recommandé provisoirement durant le *2nd International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries* (Bulot, 1995).

2.1. Calcaire inférieur

La partie médiane de cette formation nous a fourni une riche association d'ammonites de la zone à Pertransiens (Valanginien basal). Nous avons pu reconnaître, non seulement l'espèce indice de cette unité biostratigraphique, *Thurmanniceras pertransiens* (*figure 2B*), mais aussi d'autres formes comme *Neocomites premolicus* (*figure 2A*), *Sarasinella eucyrta* (*figure 2E*), *S. trezanensis* et *Olcostephanus drumensis*, qui caractérisent la base du Valanginien de l'aire méditerranéenne. Associés à ces espèces, nous avons récolté quelques exemplaires de *Spiticeras* (*Kilianiceras*) cf. *gratianopolitense*, taxon généralement considéré comme caractéristique du Berriasien, mais dont la présence a été déjà attestée dans la zone à Pertransiens (Ettachfini, 1991 ; Company et Tavera, 1992).

Au sommet de la formation, immédiatement au-dessous de la discontinuité V₂ qui la sépare de la formation des Argiles brunes, nous avons recueilli quelques exemplaires fragmentaires de *Busnardoites* cf. *desori* (*figure 2D*) et de *N. cf. subtenuis*. Bulot et Thieuloy (1995) placent *B. desori* à un niveau équivalent à la partie inférieure de la zone à Campylotoxus.

Ces données paléontologiques nous ont permis d'attribuer à la partie supérieure du Calcaire inférieur un âge Valanginien inférieur, compris entre la base de la zone à Pertransiens et la partie basale de la zone à Campylotoxus. Le problème réside dans l'estimation de l'âge de la base de cette formation. En effet, la recherche des ammonites dans les premiers mètres de cette formation, dans la coupe de Lalla Fatna, a été infructueuse. D'autre part, l'étude microscopique des calpionelles sur des échantillons provenant de ces niveaux a révélé uniquement la présence de formes indéterminables ou sans valeur biochronologique. Au contraire, dans d'autres localités de la région de Safi, comme Borj Nador et Sidi Bouzid (*figure 1a*), la formation

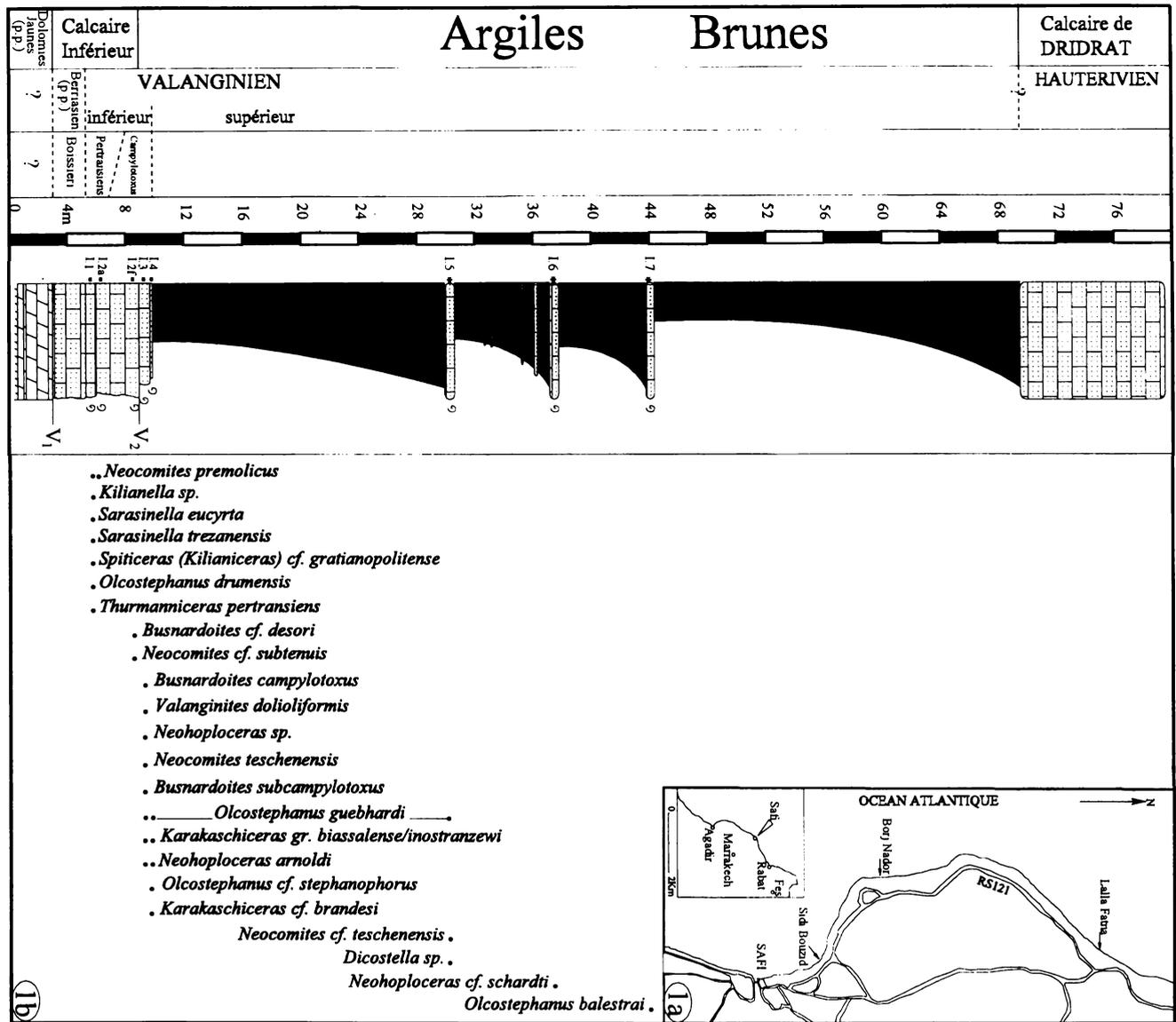


Figure 1. a. Carte de localisation du secteur étudié. b. Répartition des ammonites dans la coupe de Lalla Fatna.

a. Sketch map showing the area studied. b. Ammonite distribution in the Lalla Fatna Section.

du Calcaire inférieur a fourni (Rey et al., 1989, et nos propres observations) une intéressante microfaune de calpionelles, qui permet de reconnaître les sous-zones D2 et D3 correspondant au Berriasien terminal (zone à Boisieri). La présence de *Erdenella paquieri* (= *Neocomites aff. longi* in Gigout, 1951, pl.11, figures 1-2) dans la localité de Sidi Bouzid s'accorde avec cet âge.

En conclusion, le Calcaire inférieur s'est déposé dans l'intervalle de temps compris entre la sous-zone D2 à calpionelles (Berriasien supérieur) et la partie inférieure de la zone à *Campylotoxus* (Valanginien inférieur). Cependant, il faut noter le caractère érosif de la discontinuité V₂ (Witam, 1988), qui est responsable de l'absence des membres supérieurs de cette formation dans certaines localités (exemple à Sidi Bouzid).

2.2. Argiles brunes

Dans les niveaux de condensation localisés à la base de cette formation (bancs I.3, I.4), nous avons récolté aussi une abondante faune d'ammonites composée par *Karakaschiceras gr. biassalense/inostranzewi* (figure 2H) (les deux taxons pourraient correspondre à des morphotypes distincts de la même espèce), *K. cf. brandesi*, *Neohoploceras arnoldi* (figure 2C), *Busnardoites campylotoxus*, *B. subcampylotoxus* (figure 2F), *N. teschenensis* (figure 2G), *O. guebhardi*, *O. cf. stephanophorus* et *Valanginites dolioliformis*. La coexistence dans ces niveaux de *B. campylotoxus* et *V. dolioliformis* avec les premiers représentants de *Karakaschiceras* et *Neohoploceras* atteste un âge Valanginien inférieur (partie supérieure de la zone à *Campylotoxus*) pour la base de cette unité.



Figure 2. A. *Neocomites premolicus* (banc I-1), zone à Pertransiens. B. *Thurmanniceras pertransiens* (banc I-1), zone à Pertransiens. C. *Neohoplloceras arnoldi* (banc I-3), zone à Campylotoxus. D. *Busnardoites* cf. *desori* (banc I-2f), zone à Campylotoxus. E. *Sarasinella eucyrta* (banc I-1), zone à Pertransiens. F. *Busnardoites subcampylotoxus* (banc I-3), zone à Campylotoxus. G. *Neocomites teschenensis* (banc I-3), zone à Campylotoxus. H. *Karakaschiceras* gr. *biassalense/inostranzewi* (banc I-3), zone à Campylotoxus. Tous les échantillons $\times 1$ (collection Ettachfini).

A. *Neocomites premolicus* (bed I-1), Pertransiens Zone. B. *Thurmanniceras pertransiens* (bed I-1), Pertransiens Zone. C. *Neohoplloceras arnoldi* (bed I-3), Campylotoxus Zone. D. *Busnardoites* cf. *desori* (bed I-2f), Campylotoxus Zone. E. *Sarasinella eucyrta* (bed I-1), Pertransiens Zone. F. *Busnardoites subcampylotoxus* (bed I-3), Campylotoxus Zone. G. *Neocomites teschenensis* (bed I-3), Campylotoxus Zone. H. *Karakaschiceras* gr. *biassalense/inostranzewi* (bed I-3), Campylotoxus Zone. All specimens $\times 1$ (Ettachfini collection).

Au-delà de ces niveaux, les ammonites deviennent extrêmement rares, ce qui empêche de dater avec précision le sommet des Argiles brunes. Cependant, quelques niveaux calcaro-gréseux intercalés dans la partie médiane de cette formation ont produit quelques formes intéressantes du point de vue stratigraphique. Ainsi, le premier de ces bancs (I.5, figure 1b) a livré *O. guebhardi*, *N. cf. teschenensis* et *Dicostella* sp., association caractéristique de la partie médiane de la zone à *Verrucosum* (horizon à *K. pronecostatum* dans le schéma zonal de Bulot et Thieuloy, 1995). Dans le banc I.6, nous avons récolté un unique exemplaire fragmentaire de *Neohoplloceras* cf. *schardti*, qui pourrait correspondre à la partie supérieure de la zone à *Verrucosum* (horizon à *N. peregrinus*). Enfin, un dernier banc fossilifère (I.7) nous a livré un exemplaire de *O. balestrai*, nous permettant d'attribuer ce niveau à la sous-zone à *Trinodosum*. Par conséquent, au moins la plus grande partie des Argiles brunes appartiendrait au Valanginien.

3. Interprétation séquentielle

Les deux discontinuités majeures identifiées dans la série sédimentaire peuvent être interprétées en terme de stratigraphie séquentielle. La discontinuité V_1 témoigne d'un brusque épaissement de la tranche d'eau, puisqu'elle sépare des dépôts lagunaires (dolomies jaunes et marnes vertes passant latéralement à des calcaires à dasycladales) de sédiments de *shoreface* inférieur – *offshore* (Calcaire inférieur). Elle s'exprime par une surface durcie, localement oxydée (Sidi Bouzid) et surmontée par un niveau de condensation à brachiopodes (Lalla Fatna). Elle constitue donc, très probablement, une surface de transgression. Cette mise en eau date, comme nous l'avons vu, du Berriasien terminal (zone à Boissieri). En l'absence de données stratigraphiques et sédimentologiques nouvelles, on ne peut pas préciser si les dolomies jaunes sous-jacentes constituent le cortège de bas niveau de la même séquence, ou bien le prisme de haut niveau d'une séquence précédente.

La discontinuité V_2 est une surface fortement érosive sur l'ensemble des falaises de la région de Safi. Elle est soulignée par un important encroûtement ferrugineux et amorce un rapide accroissement de l'espace disponible. Ainsi, elle intègre une limite de séquence de dépôt et une surface de transgression. Ces deux surfaces amalgamées, qui témoignent d'une lacune de sédimentation ou d'érosion du cortège de bas niveau marin, sont incluses dans la zone à *Campylotoxus*. Les deux niveaux (I.3, I.4) condensés sus-jacents représentent un intervalle transgressif datant de la partie supérieure de la zone à *Campylotoxus*.

Le Calcaire inférieur et les Argiles brunes nous paraissent donc essentiellement composés d'une alternance de minces cortèges transgressifs et de prismes de haut niveau marin plus épais, au sein de séquences de 3^e ordre qui devront être détaillées par une analyse approfondie à l'échelle régionale.

4. Considérations paléobiogéographiques

L'analyse de la composition faunistique des associations d'ammonites permet d'extraire d'intéressantes conclusions relatives aux aspects paléoécologiques et paléobiogéographiques. En premier lieu, ressort le caractère fortement méditerranéen de ces associations, dominées par des néocomitidés, accompagnés de quelques olcostéphanidés. D'autre part, l'absence de « leiostraca » (haplocératidés, phyllocératidés et lytocératidés) dans ces sédiments néritiques est en accord avec les observations faites dans d'autres aires de plate-forme de la Téthys méditerranéenne (Company, 1987 ; Bulot, 1993).

L'association provenant de la partie médiane du Calcaire inférieur présente un intérêt particulier, étant donné la méconnaissance qu'on a sur la faune d'ammonites de la zone à Pertransiens dans les plates-formes périméditerranéennes, par rapport aux associations de bassin pour le même âge (Bulot, 1993). Ces dernières montrent une grande diversité en nombre d'espèces (Company, 1987 ; Bulot et Thieuloy, 1995), même si, quantitativement, elles sont amplement dominées par *N. grasianum*, *T. pertransiens* et *O. drumensis*. Cette composition diffère radicalement de celle de l'association de Lalla Fatna, où *N. grasianum* est totalement absent, tandis que *T. pertransiens* et *O. drumensis* ne représentent pas plus de 6 % de l'ensemble des individus. Par contre, près de 80 % des exemplaires correspondent à *N. premolicus*, espèce qui ne joue qu'un rôle accessoire dans les faunes pélagiques de la zone à Pertransiens, dans les bassins subbétique et vocontien.

La composition de l'association du Calcaire inférieur est plus proche de celle, de même âge, provenant du calcaire du Fontanil, en bordure de la plate-forme subalpine. Cette faune, connue depuis longtemps, fut révisée plus récemment par Arnaud et al. (1981). En accord avec les données de ces auteurs, *T. pertransiens* est aussi une espèce rare dans l'association du Fontanil, tandis que « *T.* » *allobrogicum*, un taxon que nous considérons provisoirement comme un probable synonyme de *N. premolicus* (Ettachfni et al., en préparation), est un des éléments majoritaires. Sont aussi significatives la présence de *Sp. (Kilianiceras) gratianopolitense* et l'absence de *N. grasianum* dans la localité subalpine. Il est facile d'expliquer ces coïncidences, si on considère la similitude entre les caractéristiques éco-sédimentaires des milieux où se sont déposés les calcaires bioclastiques du Fontanil et le Calcaire inférieur safiote. Malgré ces ressemblances, l'association de Lalla Fatna présente des traits singuliers qui peuvent s'étendre aussi à d'autres associations de même âge dans des localités situées plus au sud (bassins atlantiques de Essaouira, de Haha et d'Agadir) et dont la composition faunistique est très similaire. Peut-être la caractéristique propre à toutes ces associations est-elle l'extrême rareté de *O. drumensis* qui, par contre, est une espèce commune au Fontanil et dans toute la bordure septentrionale de la Téthys méditerranéenne. Nous devons signaler, finalement, que la com-

posante principale de la faune du Fontanil, *T. gratianopolitense*, est relativement fréquente dans les associations marocaines, bien qu'on ne l'ait pas trouvée à ce jour dans la région de Safi.

D'un autre côté, la faune de la base des Argiles brunes est largement dominée par *K. gr. biassalense/inostranzewi*, qui représente près de 70 % du total des individus. *O. guebhardi* et *N. arnoldi* sont aussi des éléments communs, tandis que le reste des espèces est représenté par très peu d'individus. Cette association est en tout point compara-

ble à celle des « bancs à Karakaschiceras » de l'arc de Castellane, dans la bordure externe de la plate-forme nord-provençale, qui diffère notablement des associations pélagiques de même âge, dominées par les genres *Neolis-soceras* et *Bochianites* (Bulot, 1993). Ces mêmes associations, avec d'abondants *Karakaschiceras* et *Neohoploceras*, ont été reconnues dans de nombreuses aires du domaine téthysien, toujours en relation avec les dépôts transgressifs liés à l'épisode médio-valanginien d'affaissement des plates-formes, détecté à l'échelle pratiquement globale.

Remerciements. Ce travail est une contribution au projet *Les Neocomitidae dans l'Atlas Atlantique (Maroc). Implications paléobiogéographiques et stratigraphiques* (royaume du Maroc – Junta de Andalucía).

5. Références

- Arnaud H., Gidon M. et Thieuloy J.-P. 1981. Les calcaires du Fontanil des environs de Grenoble : leur place dans la stratigraphie du Néocomien entre le Jura et le domaine vocontien, *Eclogae Geol. Helv.*, 74, 109–137
- Bulot L.G. 1993. Stratigraphical implications of the relationships between ammonites and facies: examples taken from the Lower Cretaceous (Valanginian–Hauterivian) of the western Tethys, in : House M.R. (éd.), *The Ammonoidea : Environment, Ecology, and Evolutionary change*, Systematics Assoc. sp. vol. 47, Clarendon Press, Oxford, 149–166
- Bulot L. (éd.). 1995. The Valanginian Stage, *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, Sciences de la terre, 66-Supp., 1996, 11–18
- Bulot L.-G. et Thieuloy J.-P. 1995. Les biohorizons du Valanginien du Sud-Est de la France : un outil fondamental pour les corrélations au sein de la Téthys occidentale, *Géol. Alpine*, Mém. h.s. 20 (1994), 15–41
- Company M. 1987. *Los Ammonites del Valanginiense del sector oriental de las Cordilleras Béticas (S.E. de España)*, Thèse, Université de Grenade, Espagne, 237 p.
- Company M. et Tavera J.M. 1992. Sierra de Quípar (Berriasian–Valanginian boundary), in : *2nd Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team, IGCP Project 262, Tethyan Cretaceous Correlation, Excursion Guide*, 23–26
- Ettachfini M. 1991. Le Valanginien de l'Atlas atlantique (Maroc) : Stratigraphie et ammonitofaune, *Strata*, série 2, 15, 1–153
- Gigout M. 1951. Études géologiques sur la Méséta marocaine occidentale (arrière-pays de Casablanca, Mazagan et Safi), *Notes Mém. Serv. géol. Maroc*, 86, 1–507
- Hoedemaeker P.J. et Company M. (éds). 1993. Ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean Region; basis for the stratigraphic correlations within IGCP-Project 262, *Rev. Española Paleont.*, 8, 117–120
- Rey J., Taj-Eddine K. et Witam O. 1989. Échinides néocomiens de Safi (Maroc), *Geobios*, 22, 599–611
- Roch E. 1930. Études géologiques dans la région méridionale du Maroc occidental, *Notes Mém. Serv. géol. Maroc*, 9, 1–520
- Witam O. 1988. *Étude stratigraphique et sédimentologique de la série mésozoïque du bassin de Safi*, DESS, Faculté des sciences de Marrakech, 227 p.