

La limite Céno-manien-Turonien dans le Haut Atlas central, Maroc

The Cenomanian-Turonian boundary in the Central High Atlas, Morocco

El Mostafa Ettachfini ^{a,*}, Abdellatif Souhel ^a, Bernard Andreu ^b, Michèle Caron ^c

^a Université Chouaib-Doukkali, faculté des sciences, géologie, laboratoire de géosciences et techniques de l'environnement (LGTE), BP 20, 24000, El Jadida, Maroc

^b Université Paul-Sabatier, Toulouse-III, laboratoire des mécanismes de transfert en géologie, 14, avenue E. Belin, 31400. Toulouse, France

^c Université de Fribourg, département de géosciences, géologie et paléontologie, Pérolles, 1700 Fribourg, Suisse

Reçu le 23 avril 2003 ; accepté le 21 juillet 2003

Disponible sur internet le 23 décembre 2004

Résumé

Sur la bordure nord du Haut Atlas central, de nouvelles observations lithologiques et biostratigraphiques effectuées en particulier dans le synclinal de Naour, permettent de cerner avec précision la limite Céno-manien-Turonien. La reconnaissance dans cette structure d'une succession apparemment complète de l'intervalle Céno-manien supérieur-Turonien, la série de Ben Cherrou, nous incite à la proposer comme coupe de référence d'une Formation Ben Cherrou venant en remplacement de celle incomplète et donc moins représentative d'Aït Attab. Enfin, les caractéristiques sédimentologiques et paléontologiques des séries analysées suggèrent une origine téthysienne des transgressions céno-mano-turonien de cette partie du domaine atlasique marocain.

Abstract

On the northern side of the Central High Atlas, new lithological and biostratigraphical data, especially realized in the Naour syncline, allow us to precise the Cenomanian-Turonian boundary. We recognized in that syncline an apparently complete series, the Ben Cherrou series, that represent the Upper Cenomanian-Turonian interval. We recommend it as the referring section of the Ben Cherrou Formation, that takes the place of the incomplete and not representative Aït Attab Formation. More, the sedimentological and paleontological analysis, suggest a Tethyan origin for the Cenomanian-Turonian transgressions in the studied area.

Mots clés : Limite Céno-manien-Turonien ; Lithostratigraphie ; Biostratigraphie ; Paléogéographie ; Haut Atlas central ; Maroc

Keywords: Cenomanian-Turonian boundary; Lithostratigraphy; Biostratigraphy; Palaeogeography; Central High Atlas; Morocco

1. Introduction

Le « Crétacé moyen » des synclinaux d'Aït Attab, Ouaouizaght et Naour, dans le domaine Haut Atlasique central (Fig. 1(a, b)), se compose de deux formations d'extension régionale (Rolley, 1978 ; Monbaron, 1985 ; Le Marrec, 1985 ; Fadile, 1987 ; Jenny, 1988 ; Verset, 1988) : de bas en haut, la

Formation de Ouaouizaght (Souhel et al., 1986) à dominante terrigène, et la Formation d'Aït Attab (Souhel et al., 1986) essentiellement carbonatée.

La datation de ces formations s'avère délicate en raison de l'absence de marqueurs biostratigraphiques fiables. Seule la partie supérieure carbonatée de la Formation d'Aït Attab (révisée ici sous le nouveau nom de Formation Ben Cherrou) avait permis, jusqu'à présent, de reconnaître les termes du passage Céno-manien-Turonien (Rolley, 1973 ; Rahhali, 1979 ; Saint Marc et Rahhali, 1982 ; Souhel, 1987 ; Andreu, 1991).

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : ettachfini@ucd.ac.ma (El M. Ettachfini), ettachfini2000@hotmail.com (El M. Ettachfini).

Jurassique
 Couches rouges jurassico-crétacées
 Crétacé
 Eocène
 Plio-Quaternaire
 ~ Contour géologique
 — Accidents
 ★ Coupes

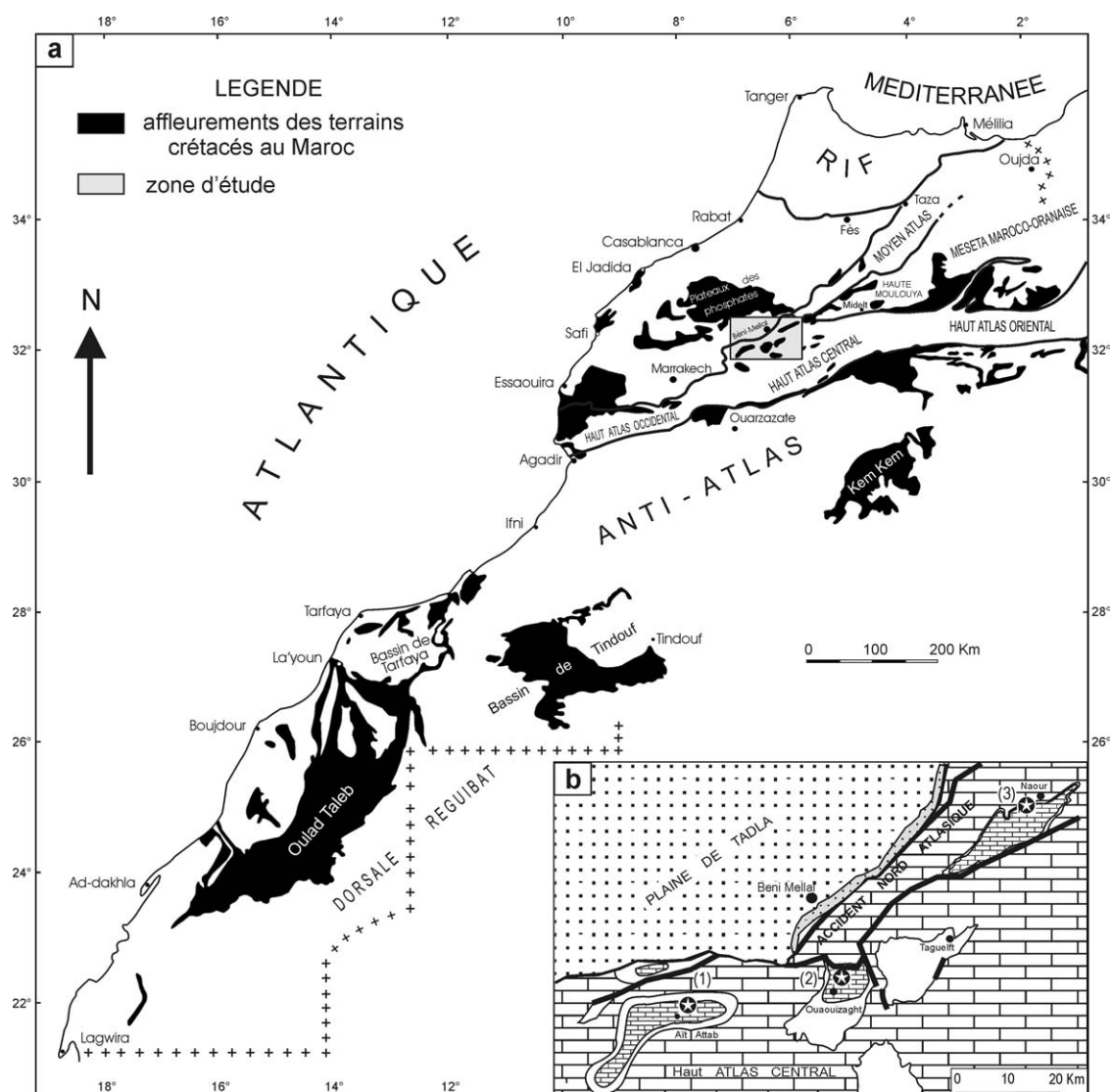


Fig. 1. **a.** Affleurements des terrains crétacés au Maroc et localisation de la zone d'étude. **b.** Situation géographique et géologique du secteur étudié ; localisation des coupes : (1) Aït Taraaft X = 381,5 ; Y = 169,8 (synclinal d'Aït Attab) ; (2) Ouaouizaght X = 411 ; Y = 176,5 (synclinal de Ouaouizaght) ; (3) Ben Cherrou X = 441 ; Y = 205 (synclinal de Naour). Ci-dessous légende de la Fig. 1(b).

Fig. 1. **a.** Moroccan Cretaceous outcrops in the studied area. **b.** Geographic and geologic location of the studied area; location of the sections: (1) Aït Taraaft (Aït Attab syncline); (2) Ouaouizaght (Ouaouizaght syncline); (3) Ben Cherrou (Naour syncline). Legend of Figure 1(b):

Nous révisons dans ce travail la Formation d'Aït Attab et proposons la coupe de Ben Cherrou comme nouvelle localité de référence ; nous présentons un cadre stratigraphique plus précis pour le Cénomanién supérieur-Turonien qui intègre des données lithologiques et paléontologiques (ammonites, inocérames, foraminifères planctoniques, foraminifères benthiques et ostracodes) nouvelles ; nous situons avec plus de précision la limite Cénomanién-Turonien ; enfin, nous suggérons une origine téthysienne pour les transgressions cénomano-turonniennes à l'échelle du domaine atlasique marocain.

2. La Formation Ben Cherrou : définition et limites

La barre cénomano-turonienne des auteurs est décrite comme un ensemble de calcaire crayeux blancs ou beiges à silex formant une corniche aisément repérable dans la topographie (Rolley, 1978). C'est en 1986, que Souhel et al., sur la base d'observations effectuées dans la seule localité d'Aït Attab, donnent le nom de Formation d'Aït Attab à ces assises et leur attribuent un âge Turonien inférieur en se fondant sur les travaux de Rahhali (1979).

Notre étude, étendue à l'ensemble de la bordure nord du Haut Atlas central, a montré que cette formation est tronquée à son sommet dans sa localité type, où elle n'affleure que sur 10 m d'épaisseur, alors qu'elle est complète et bien développée dans le synclinal de Naour, au niveau de la coupe de Ben Cherrou où elle atteint 85 m de puissance. Ici, elle est surmontée par une série marneuse à huîtres et oursins attribuée au Sénonien (Rolley, 1978 ; Fadile, 1987). L'âge exact de la limite entre les deux formations demande toutefois à être précisé.

En conséquence, et conformément aux règles de nomenclature stratigraphique internationale (Hedberg, 1979), nous proposons le remplacement de « Formation d'Aït Attab » par la dénomination de « Formation Ben Cherrou ». Dans cette nouvelle acception, la Formation Ben Cherrou, exclusivement carbonatée, débute par les premiers dépôts carbonatés massifs, bioclastiques et/ou lumachelles correspondant à l'installation de la plate-forme proprement dite, elle se poursuit par une organisation en quatre motifs lithologiques séparés par des discontinuités d'ordre régionale, représentés chacun par des calcaires crayeux, en petits bancs blanchâtres localement riches en foraminifères planctoniques et en empreintes d'ammonites, alternant avec des calcaires beiges massifs et bioclastiques. Sa limite supérieure est marquée par des bancs carbonatés dolomitiques à structures stromatolithiques. Son âge s'étend entre le Cénomanién supérieur et le Turonien moyen-supérieur ?

La description détaillée du contenu de la formation est donnée dans les paragraphes qui suivent.

3. Biostratigraphie

La Formation Ben Cherrou est analysée dans les synclinaux de Naour (coupe de Ben Cherrou, Fig. 1(b)), Ouaouizaght (coupe de Ouaouizaght, Fig. 1(b)) et Aït Attab (coupe d'Aït Taraft, Fig. 1(b)). Elle se présente sous la forme d'une barre carbonatée massive, de 10 m à 85 m d'épaisseur selon les localités, décomposable en cinq unités lithostratigraphiques (C, T1, T2, T3 et T4) limitées par des discontinuités d'ampleur régionale (Figs. 2–4).

L'unité C est attribuée au Cénomanién supérieur sur la base d'un contenu de foraminifères benthiques et planctoniques ; T1 est datée du Turonien inférieur par ammonites et foraminifères planctoniques ; T2 relèverait pour partie du Turonien moyen ; T3 et T4, sans biophase caractéristique, sont rapportées à l'intervalle Turonien moyen pro-parte-Turonien supérieur ?

Sur la coupe de Ben Cherrou (Fig. 2), l'unité C se compose de dépôts carbonatés marins étagés du milieu médiolittoral à infralittoral restreint. Ces carbonates, riches en macrorestes de lamellibranches et d'échinodermes renferment aussi une abondante microfaune constituée de : foraminifères benthiques – *Pseudorhapydionina laurinensis*, *Pseudorhapydionina dubia*, *Pseudorhipidionina casertana*, *Spirocyclus atlantica*, *Pseudolituonella reicheli*, *Cuneolina* gr. *pavonia*,

Scandonea ? *pimula*, cf. *Charentia cuvillieri*, *Flabellamina* sp., *Fronicularia* sp., nezzazatidae, discorbidae, miliolidae, textulariidae – ; de foraminifères planctoniques – *Heterohelix moremani*, *Hedbergella* gr. *simplex*, *Asterohedbergella asterospinosa*, *Whiteinella* sp. – ; d'ostracodes – *Paracypris mdaouerensis*, *Reticulocosta tarfayaensis* –, et d'algues calcaires – *Ethelia alba*, *Acicularia* sp., *Permocalculus* sp., *Heteroporella lepina* –.

Dans l'unité T1, les faciès évoluent progressivement vers un approfondissement et atteignent l'étage infralittoral ouvert, comme en témoigne la forte présence de foraminifères planctoniques – *Guembelitra cretacea*, *Guembelitra cenomana*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix globulosa*, *Hedbergella* gr. *simplex*, *Hedbergella planispira*, *Whiteinella baltica*, *Whiteinella paradubia*, *Whiteinella archaeocretacea* ; *Whiteinella prae-helvetica*, *Helvetoglobotruncana helvetica*, *Praeglobotruncana gibba*, *Praeglobotruncana stephani* – ; mais aussi d'ammonites – *Watinoceras* sp., *Vascoceras proprium*, *Fagesia catinus*, *Mammites/Kamerunoceras* – et d'inocérames – *Mytiloides kossmati kossmati* –, associés à des microfilaments, des calcisphères/pithonelles, des ossicules d'ophiures et des roveacrinidae, recueillis dans la partie inférieure de l'unité T1. Ces faciès, de nature crayeuse, traduisent la phase d'inondation maximale de la plate-forme en relation avec une montée relative du niveau marin ; la partie supérieure de cette même unité, constituée de bancs calcaires massifs, de nature packstone à grainstone, riche en lamellibranches, marque le retour à des environnements de plate-forme restreinte.

Les unités T2 et T3, lithologiquement comparables à T1, mais biologiquement mal caractérisées, sont attribuables, sensu lato, à des dépôts infralittoraux. L'unité T4, calcaréodolomitique, marque le retour à des conditions plus confinées, dans un environnement médiolittoral de tidal flats dominé par une sédimentation de type dolomitique et stromatolithique.

Sur la coupe de Ouaouizaght (Fig. 3), les unités sont moins épaisses que sur la coupe de Ben Cherrou. L'unité C, calcaréomarneuse, montre une faune peu diversifiée de foraminifères benthiques : *Pseudorhapydionina laurinensis*, *Trocholina* gr. *Trocholina arabica*, *Fronicularia* sp., discorbidae, miliolidae ; les foraminifères planctoniques sont nombreux et variés avec *Rotalipora* aff. *cushmani*, *Anaticinella* sp., *Guembelitra cretacea*, *Guembelitra cenomana*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix globulosa*, *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella simplex*, *Asterohedbergella asterospinosa*, *Whiteinella aprica*, *Whiteinella archaeocretacea* ; les ostracodes ne sont représentés que par la forme *Reticulocosta* gr. *tarfayaensis* ; les inocérames sont : *Mytiloides* (?) gr. *hercynicus*, *Inoceramus labiatoidiformis*, *Mytiloides* cf. *kossmati*. Cette association se complète de microfilaments, de calcisphères, de pithonelles, de spicules de spongiaires, d'asteridae, d'ossicules d'ophiures, de roveacrinidae et d'holothuriidae. L'ensemble de cette faune traduit un environnement infralittoral ouvert.

Les unités T1 à T4 sont crayeuses, massives, fortement bioturbées ; les ammonites sont peu abondantes avec en par-



Fig. 3. Stratigraphic column, unconformities, microfacies and distribution of the organisms in Ouaouizaght section.

commun legend for all sections

- | | |
|--|-----------------------|
| | <i>Thalassinoides</i> |
| | bioturbation |
| | cristaux de dolomites |
| | pellets |
| | vacuoles |
| | fenestrae |
| | discontinuité |
| | quartz (Qz) |
| | bipyramidal |
| | mouches de manganèse |
| | Fe |
| | cristaux de pyrite |
| | Py. |
| | phosphate |
| | matière organique |
| | M.o |
| | Gl. |
| | changement d'échelle |

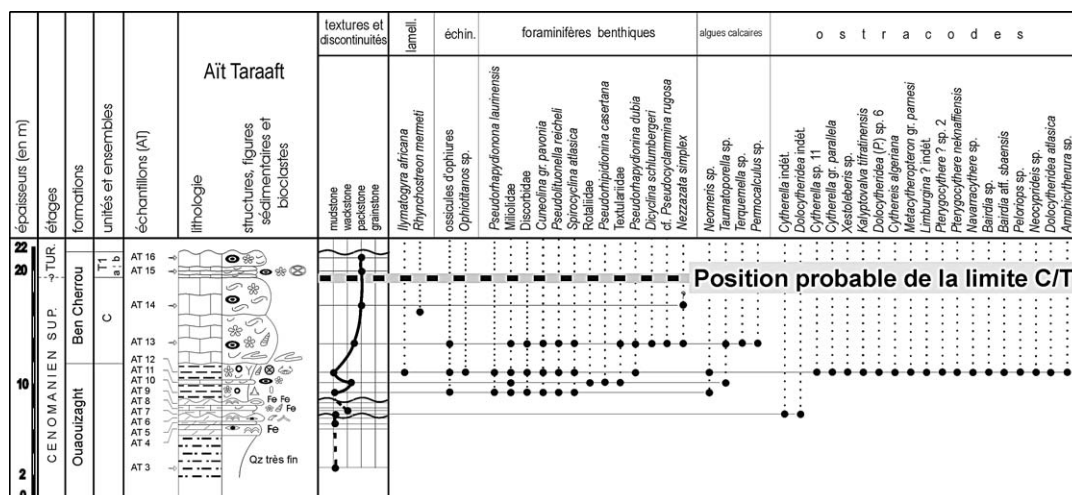


Fig. 4. Colonne stratigraphique, discontinuités, microfaciès et répartition des organismes dans la coupe de Aït Taraaft.

Fig. 4. Stratigraphic column, unconformities, microfacies and distribution of the organisms in Aït Taraaft section.

ticulier *Romaniceras ornatissimum* dans l'unité T2, alors que les échinodermes sont nombreux et diversifiés.

Sur la coupe d'Aït Taraaft (Fig. 4), la dalle carbonatée n'est représentée que par ses assises inférieures, corrélables aux unités C et T1, riches en foraminifères benthiques : *Pseudorhapydionina dubia*, *Spirocyclina atlasica*, *Pseudolituonella reicheli*, *Cuneolina gr. pavonia*, *Dicyclina schlumbergeri*, cf. *Pseudocyclammina rugosa*, *Nezzazata simplex*, discorbiidae, miliolidae, textulariidae, et algues calcaires : *Taumatoporella* sp., *Terquemella* sp., *Permocalculus* sp., associées localement à des chaetétidés, ossicules d'ophiures et lamellibranches dont *Rhynchostreon mermeti*.

Les microfaciès correspondent pour l'essentiel à des biopelmicrites reflétant des conditions de dépôt proximales dans l'étage infralittoral restreint.

4. Corrélations à l'échelle du domaine haut atlasique central

Les cinq unités lithostratigraphiques C, T1, T2, T3 et T4, sont limitées par des discontinuités sédimentaires repérées à l'échelle des trois coupes analysées (Fig. 5). La discontinuité 1, localisée entre C et T1, correspond à une surface d'inondation maximale ; elle est bien représentée dans les deux coupes, de Ouaouizaght et de Ben Cherrou, par un horizon très bioclastique et lumachellique. Les autres discontinuités (entre T1 et T2 ; T2 et T3 ; T3 et T4) sont assimilées à des limites de séquences de dépôt de 3^e ordre, au sens de Vail et al. (1987) ; elles sont matérialisées généralement par la dernière surface des barres massives bioclastiques, témoignage d'une diminution de la tranche d'eau, surmontée par des calcaires micritiques en petits bancs d'environnements plus profonds.

Dans les coupes de Ouaouizaght et de Ben Cherrou, le sommet de l'unité T4, montre des faciès dolomitiques associés à des structures stromatolithiques, et est assimilé à une nouvelle discontinuité.

L'unité C résulte d'une transgression généralisée avec homogénéisation des dépôts carbonatés sur l'ensemble de la plate-forme. Les milieux sont cependant plus ouverts vers le nord-est, comme en témoigne déjà la présence de niveaux marins ponctuels apparus au sein de la Formation de Ouaouizaght sous-jacente (Figs. 2 et 5), avant l'installation de la plate-forme carbonatée de la Formation Ben Cherrou. Citons, par exemple, des marnes à glauconie, foraminifères planctoniques, ostracodes, roveacrinidae et ossicules d'ophiures à Ben Cherrou, à environ 70 m en dessous de la plate-forme carbonatée ; des carbonates à échinodermes, pellets et microlamellibranches, à Ouaouizaght, et des faciès dolomitiques à fenestres et stromatolithes, à Aït Taraaft, respectivement à 7 m et 6 m sous les premiers dépôts carbonatés.

Cette tendance à l'ouverture des milieux de dépôt en direction du nord-est est nettement confirmée par l'organisation d'ensemble des unités T1 à T4. La forte épaisseur de l'unité C observée à Ouaouizaght ne serait que la conséquence d'une subsidence différentielle héritée d'événements géodynamiques antérieurs (Souhel, 1996).

5. La limite Cénomanien-Turonien

La confrontation des données livrées par les différents groupes paléontologiques nous a amené à présenter un découpage biostratigraphique précis de la Formation Ben Cherrou (Fig. 6).

L'unité C présente sur l'ensemble des coupes, une microfaune variée composée de foraminifères benthiques et planctoniques, et d'ostracodes. L'association *Pseudorhapydionina casertana*, *Pseudorhapydionina laurinensis*, *Pseudorhapydionina dubia*, *Pseudolituonella reicheli*, *Trocholina gr. Trocholina arabica*, *Spirocyclina atlasica*, *Paracypris mdaouensis* et *Reticulocosta gr. tarfayaensis*, caractérise classiquement le Cénomanien moyen à supérieur (Saint-Marc et Rahhali, 1982 ; Bilotte, 1984 ; Schroeder et Neu-

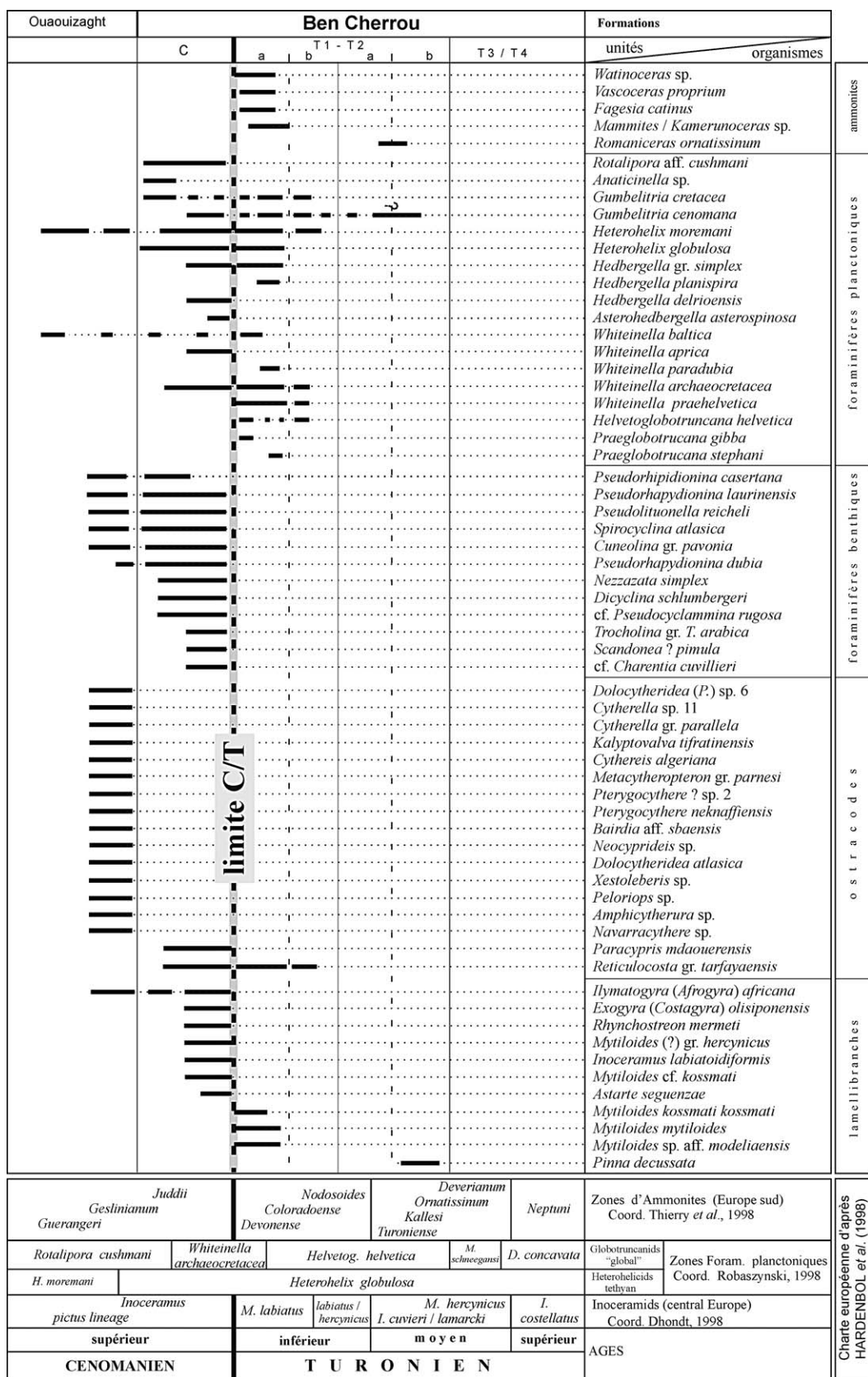


Fig. 6. Distribution verticale de la biophase dans les unités lithostratigraphiques de la Formation Ben Cherrou et comparaison avec la charte européenne.
Fig. 6. Vertical distribution of the organisms in the lithostratigraphical units of the Ben Cherrou Formation and comparison with the European chart.

mann, 1985 ; Andreu, 1991 ; Ettachfini, 1992 ; Andreu et al., 1996 ; Andreu, 2002) ; la présence, dans cette même unité, des foraminifères planctoniques (Fig. 7), *Rotalipora* aff. *cusmani*, *Anaticinella* sp., *Asterohedbergella asterospinosa*, *Heterohelix globulosa* et *Whiteinella archaeocretacea*, nous incite à la rapporter au Cénomanién supérieur (Robaszynski et Caron, 1979 ; Caron, 1985 ; Abdallah, 2000).

L'unité T1 montre, dès la base, la présence assez fréquente d'ammonites (Fig. 7) telles *Watinoceras* sp., *Mammites/Kamerunoceras* sp., et dans une moindre mesure *Vascoceras proprium*, *Fagesia catinus*, associées aux inocérames, *Mytiloides mytiloides* et *Mytiloides kossmati kossmati*, et aux foraminifères planctoniques (Fig. 7), *Heterohelix globulosa*, *Whiteinella archaeocretacea*, *Whiteinella prae-helvetica* et *Helvetoglobotruncana helvetica*. Cette association caractérise la base du Turonien inférieur (Caron, 1985 ; Hardenbol et al., 1998 ; Tröger, 1998 ; Kennedy et al., 2000).

La présence de *Romaniceras ornatissimum*, dans la moitié inférieure de l'unité T2, permet d'attribuer cette dernière au Turonien moyen pro-parte.

La moitié supérieure de l'unité T2 et les unités T3 et T4, sans fossile de zone caractéristique, sont rapportées au Turonien moyen pro-parte-Turonien supérieur ?

La limite Cénomanién-Turonien se situerait donc entre la disparition de la quasi-totalité des foraminifères benthiques et l'apparition des premières *Watinoceras* et de *Helvetoglobotruncana helvetica*, les foraminifères planctoniques de la zone à *archaeocretacea* étant présents de part et d'autre de cette limite. On y note également, l'arrivée massive des hétérohélicidés, ou « *Heterohelix shift* » (terminologie proposée par Leckie et al., 1998), arrivée déjà reconnue en Tunisie (Robaszynski et al., 1990 ; Caron et al., 1999 ; Nederbragt et Fiorentino, 1999 ; Abdallah, 2000 ; Dall'agnolo et al., 2002).

D'un point de vue lithologique, c'est au changement de faciès, entre les derniers niveaux des calcaires massifs bioclastiques et lumachelliques de l'unité C et les premières apparitions des calcaires marneux blancs en petits bancs de l'unité sus-jacente T1 que se situerait la limite entre les deux étages.

6. Origine téthysienne de la transgression

L'existence au sein de la Formation Ben Cherrou, de variations d'épaisseurs et de faciès caractéristiques, nous amène à préciser l'origine probable de la transgression majeure sur le Haut Atlas central au voisinage du passage Cénomanién-Turonien.

Dans les trois coupes étudiées, l'épaisseur et la fréquence des niveaux marins au sein de la plate-forme carbonatée augmentent du Sud-Ouest vers le Nord-Est, ce qui implique la présence d'une mer ouverte au Nord-Est, vers le domaine téthysien, contrairement à ce qui a été classiquement proposé jusqu'à ce jour (Choubert et Faure-Muret, 1962 ; Souhel et Canérot, 1989).

L'origine atlantique ou téthysienne de la transgression cénomano-turonienne qui a recouvert la majeure partie du

domaine atlasique marocain a été discutée par de nombreux auteurs (Choubert et Faure-Muret, 1962 ; Andreu, 1991 ; Philip et al., 1993 ; Philip et Floquet, 2000 ; Canérot et al., 2002). Dans la Haute Moulouya (Fig. 1(a)), où la plate-forme carbonatée cénomano-turonienne semble s'installer de façon plus précoce que dans notre secteur, la transgression vient du Nord-Est (Ensslin, 1993 ; Ciszak et al., 1999 ; Ettachfini, en cours).

Nous suggérons donc que la transgression téthysienne a atteint le Haut Atlas central à la limite Cénomanién-Turonien. Toutefois, la confirmation de cette hypothèse reste tributaire des données à recueillir à l'ouest et au Nord-Ouest, sur le domaine mésétien marocain, et l'hypothèse d'une influence atlantique ne peut être exclue.

7. Conclusion

La confrontation des données biostratigraphiques nous a amené à présenter un découpage précis du Cénomanién supérieur-Turonien inférieur à moyen. La limite Cénomanién-Turonien se situerait entre la disparition de la majorité des foraminifères benthiques et ostracodes, et l'apparition des premières *Watinoceras*, associées au foraminifère planctonique *Helvetoglobotruncana helvetica*. Sur le plan lithologique, c'est le changement de faciès, dans la partie inférieure de la formation, entre les derniers niveaux des calcaires massifs de l'unité C et les calcaires en petits bancs de l'unité T1, qui marquerait la limite entre ces deux étages.

Nous considérons en outre, dans les synclinaux hauts atlasiques, la coupe de Ben Cherrou, près du village du même nom, dans le synclinal de Naour, comme coupe de référence pour la Formation anciennement appelée Aït Attab. Nous lui attribuons en conséquence le nom de « Formation Ben Cherrou. » Sa limite inférieure coïncide avec les premiers dépôts carbonatés massifs ; sa limite supérieure est représentée par les derniers bancs carbonatés dolomitiques à stromatolithes. Cette nouvelle proposition de dénomination devrait, selon nous, être prise en considération dans les futurs travaux de cartographie régionale.

L'ensemble des données lithologiques et paléoenvironnementales montrent un approfondissement des faciès vers le nord-est, au cours du Cénomanién supérieur-Turonien, avec une obédience plus téthysienne qu'atlantique pour la transgression à l'échelle du domaine étudié et du Haut Atlas central dans son ensemble.

Remerciements

El M. Ettachfini a réalisé ce travail dans le cadre de la préparation d'un Doctorat d'État ; il tient à exprimer sa gratitude et ses remerciements à Mme M. Caron pour ses remarques constructives sur le terrain au cours de l'excursion du CAG 19.

Les auteurs remercient sincèrement M. F. Robaszynski (Institut Polytechnique de Mons, Belgique) pour le contrôle

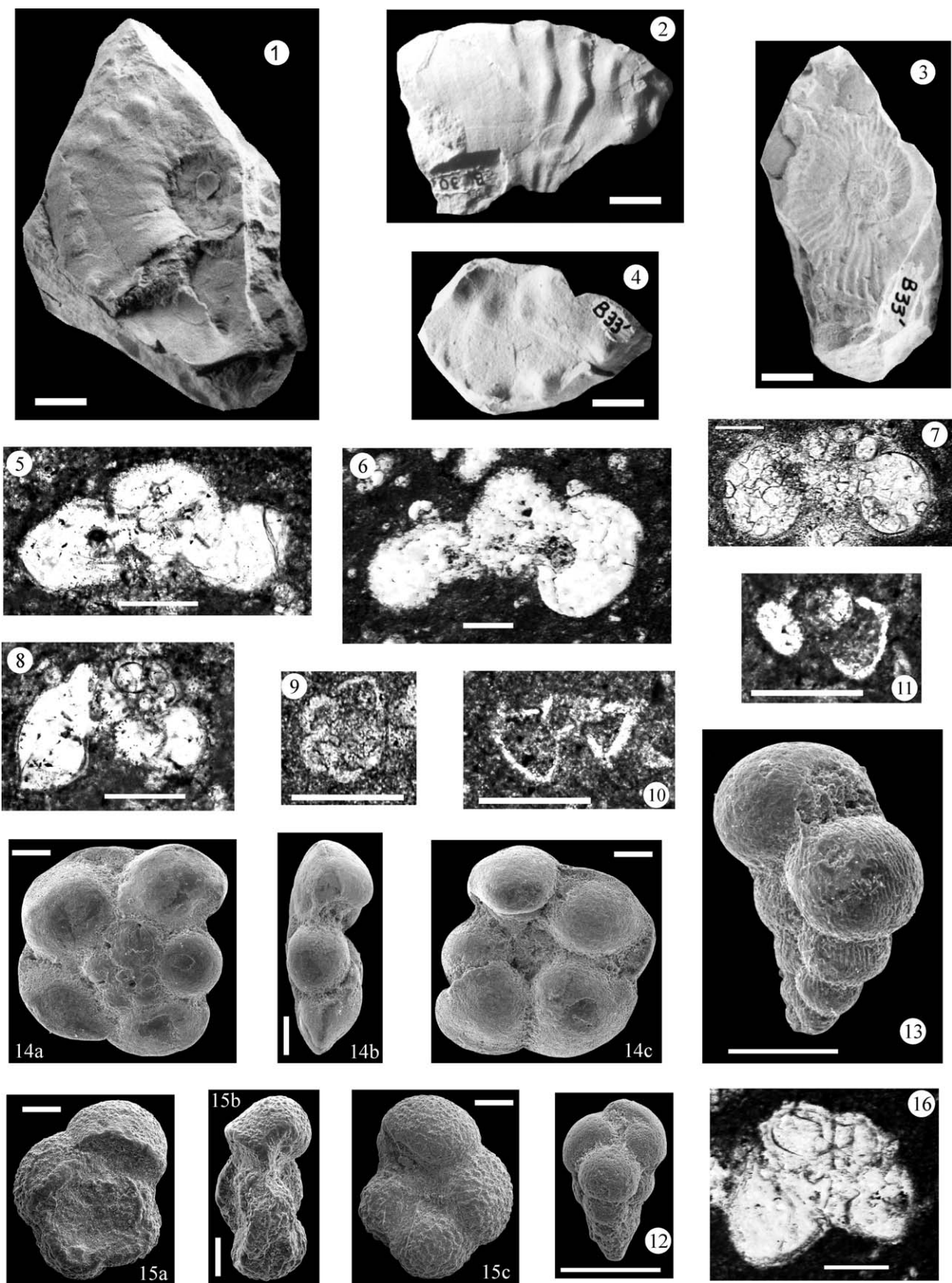


Fig. 7. 1–4. Ammonites du Turonien inférieur, coupe de Ben Cherrou, la barre d'échelle représente 1 cm. 1, 2. *Watinoceras* sp., Turonien basal, éch. B30. 3, 4. *Mammites/Kamerunoceras* sp. Turonien inférieur, éch. B33'. 5–16. Foraminifères planctoniques du Cénomanien supérieur-Turonien inférieur, la barre d'échelle représente 100 µm. 5. *Rotalipora* aff. *cushmani*, éch. Ouab. 6. *Whiteinella praehelvetica*, éch. B31. 7. *Whiteinella praehelvetica*, éch. B34. 8. *Anaticinella* sp.,

éch. Ouab. 9–11. *Asterohedbergella asterospinosa*, éch. BC7. 12. *Guembelitra cretacea*, éch. Ouac. 13. *Heterohelix globulosa*, éch. B32. 14a–c. *Whiteinella archaeocretacea*, éch. B32. 15a–c. *Helvetoglobotruncana helvetica*, éch. B30. 16. *Praeglobotruncana gibba*, éch. B31.

Fig. 7. 1–4. Lower Turonian ammonites, Ben Cherou section, scale bar represents 1 cm. 1, 2. *Watinoceras* sp., Lowermost Turonian, sample B30. 3, 4. *Mammites/Kamerunoceras* sp., Lower Turonian, sample. B33'. 5–16. Upper Cenomanian-Lower Turonian planktonic foraminifera, scale bar are 100 µm. 5. *Rotalipora* aff. *cushmani*, sample Ouab. 6. *Whiteinella praeaelvetica*, sample B31. 7. *Whiteinella praeaelvetica*, sample B34. 8. *Anaticinella* sp., sample Ouab. 9–11. *Asterohedbergella asterospinosa*, sample BC7. 12. *Guembelitra cretacea*, sample Ouac. 13. *Heterohelix globulosa*, sample B32. 14a–c. *Whiteinella archaeocretacea*, sample B32. 15a–c. *Helvetoglobotruncana helvetica*, sample B30. 16. *Praeglobotruncana gibba*, sample B31.

des foraminifères planctoniques ; MM. K.A. Tröger (Institut de Géologie, Freiberg, Allemagne), G. Lopez (Institut de Paléontologie, Barcelone, Espagne) et Mme A.V. Dhondt (Institut Royal des Sciences naturelles, Bruxelles, Belgique) pour leur aide dans la détermination des inocérames, et MM. F. Amédéo (Calais, France) et R. Martinez (Institut de Paléontologie, Barcelone, Espagne) pour celle des ammonites. Ils remercient en outre les rapporteurs, MM. Michel Bilotte (Université Paul Sabatier, Toulouse-III, France) et Francis Robaszynski pour leurs conseils avisés et remarques pertinentes.

Ces recherches ont été rendues possibles grâce à l'appui des programmes suivants : Programme de Coopération Maroc-Belge « CAMG », entre l'Université Chouaib Doukali, El Jadida, Maroc, et l'Université Catholique de Louvain La Neuve, Belgique ; Programme d'Appui à la Recherche Scientifique « PARS SDU 53 », Maroc ; Bourse du Deutscher Akademischer Austauschdienst « DAAD », Allemagne et Bourse de l'Université de Fribourg, Suisse.

Références

- Abdallah, H., 2000. Stratigraphie intégrée et paléogéographie des séries sédimentaires à la limite Cénomanien-Turonien en Tunisie méridionale. Doctorat d'État Es-Sciences, Université de Tunis-II, Tunisie (inédit).
- Andreu, B., 1991. Les ostracodes du Crétacé moyen (Barrémien à Turonien) le long d'une transversale Agadir-Nador (Maroc). Doctorat d'État Es-Sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse. Strata, série 2, 14, 1–765.
- Andreu, B., 2002. Cretaceous ostracode biochronology of Morocco. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 95, 133–152.
- Andreu, B., Bilotte, M., Ettachfni, El M., Grambast-Fessard, N., 1996. Microfaunes (foraminifères, ostracodes) et microflores (algues, charophytes) de l'Albien supérieur? - Cénomanien-Turonien du Bassin d'Essaouira (Haut Atlas occidental, Maroc) : biostratigraphie et paléocologie. *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud. Actes du 12^e Colloque Africain de Micropaléontologie, Angers 1994, France. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, 521–539.
- Bilotte, M., 1984. Les grands foraminifères benthiques du Crétacé supérieur pyrénéen. *Biostratigraphie. Réflexion sur les corrélations mésogènes. Benthos* 83, 61–67.
- Canérot, J., Andreu, B., Souhel, A., 2002. Mesozoic carbonate platforms and associated siliciclastic spreadings in Morocco. *Nato Advanced Research Workshop (ARW). North African Cretaceous rudists and coral formations and their contributions to carbonate platform development, Tunisia, Abstracts*, p. 13–14.
- Caron, M., 1985. Cretaceous Planktic foraminifera. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton stratigraphy*. Cambridge University Press, pp. 17–86.
- Caron, M., Robaszynski, F., Amédéo, F., Baudin, F., Deconinck, J.-F., Hochuli, P., et al., 1999. Estimation de la durée de l'événement anoxique global au passage Cénomanien/Turonien. *Approche cyclostratigraphique dans la formation Bahloul en Tunisie centrale. Bulletin de la Société Géologique de France* 170 (2), 145–160.
- Ciszk, R., Andreu, B., Charrière, A., Ettachfni, E.M., Rossi, A., 1999. Le Crétacé antéturonien du Moyen Atlas méridional et de la Haute Moulouya, Maroc : stratigraphie séquentielle et paléoenvironnements. *Bulletin de la Société Géologique de France* 170 (4), 451–464.
- Choubert, G., Faure-Muret, A., 1962. Évolution du domaine atlasique marocain depuis les temps paléozoïques. *Livre à la mémoire du professeur Paul Fallot, tome 1. Bulletin de la Société Géologique de France Mémoire hors série*, 1–657.
- Dall'Agnolo, S., Caron, M., Accarie, H., Amédéo, F., Robaszynski, F., 2002. De la téthys centrale à l'atlantique ouest : corrélations stratigraphiques pendant l'événement OAE 2 (Cénomanien/Turonien). 19^e Colloque de Géologie Africaine, El Jadida, Mars 2002, résumé p. 56.
- Ensslin, R., 1993. Die Kreide des zentralen Mittleren Atlas und der Haute Moulouya, Marokko. *Stratigraphie, mikrofazies, paläogeographie und paläotektonik. Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A)* 153, 1–85.
- Ettachfni, El M., 1992. Le Vraconien, Cénomanien et Turonien du bassin d'Essaouira (Haut Atlas occidental, Maroc). *Analyses lithologique, biostratigraphique et sédimentologique, stratigraphie séquentielle. Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier, Toulouse. Strata* 2, 18, 1–247.
- Fadile, A., 1987. Structure et évolution alpine du Haut Atlas central sur la transversale Aghbala - Imilchil (Maroc). *Thèse Docteur Ingénieur Sciences, Toulouse (inédit)*.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.-B., Jacquin, T., De Graciansky, P.-C., Vail, P.-R., 1998. Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins. *SEPM Special Publication* 60, 763–781.
- Hedberg, H.D., 1979. *Guide stratigraphique international. Classification, terminologie et règles de procédures. Traduction de l'anglais. Doin, Paris*.
- Jenny, J., 1988. *Mémoire explicatif de la carte géologique du Maroc, feuille d'Azilal au 1/100.000. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, Rabat, 339 bis*.
- Kennedy, W.J., Walaszczyk, I., Cobban, W.A., 2000. Pueblo Colorado, USA, candidate Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Turonian Stage of the Cretaceous, and for the base of the Middle Turonian Substage, with a revision of the Inoceramidae (Bivalvia). *Acta Geologica Polonica* 50, 295–334.
- Leckie, R.M., Yuretich, R.F., West, O.L.O., Finkelstein, D., Schmidt, M.G., 1998. Paleocyanography of the southwestern West Interior sea during the time of the Cenomanian-turonian boundary (Late Cretaceous). In: Dean, W., Arthur, M.A. (Eds.), *Stratigraphy and Paleoenvironments of the Cretaceous western Interior Seaway, USA. SEPM Concepts in sedimentology and Paleontology, Tulsa* 6. pp. 101–126.
- Le Marrec, A., 1985. Carte géologique du Maroc au 1/100.000, feuille de Demnat. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, Rabat, 338*.
- Monbaron, M., 1985. Carte géologique du Maroc : feuille de Béni-Mellal à 1/100.000. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, Rabat 341*.
- Nederbragt, A.J., Fiorentino, A., 1999. Stratigraphy and palaeocyanography of the Cenomanian-Turonian Boundary Event in Oued Mellegue, North Western Tunisia. *Cretaceous Research* 20, 47–62.

- Philip, J., Babinot, J.F., Tronchetti, G., Fourcade, E., Ricou, L.E., Guiraud, R., et al., 1993. Late Cenomanian (94 to 92 Ma). In: Dercourt, J., Ricou, L.E., Vrielynck, B. (Eds.), *Atlas Tethys. Palaeoenvironmental maps*, pp. 153–178.
- Philip, J., Floquet, M., 2000. Late Cenomanian (94.7–93.5 Ma). In: Dercourt, J., Gaetani, M., Vrielynck, B., Barrier, E., Biju-Duval, B., Brunet, et al. (Eds.), *Atlas Peri-Tethys. Palaeogeographical maps*, pp. 129–152.
- Rahhali, I., 1979. Le Cénomanien supérieur et le Turonien inférieur bitumineux du bassin côtier de Tarfaya et du Haut Atlas. *Mines, Géologie et Energie*, Rabat 46, 63–69.
- Robaszynski, F., Caron, M., [coord.] 1979. *Atlas des foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (mer boréale et téthys)*. Groupe de travail européen des foraminifères planctoniques. *Cahiers de Micropaléontologie*, Éditions du CNRS, 1^{re} partie, 1–185 ; 2^e partie, 1–181.
- Robaszynski, F., Caron, M., Dupuis, C., Amédéo, F., Gonzalez-Donozo, J.-M., Linares-Rodriguez, D., et al., 1990. A tentative integrated stratigraphy in the Turonian of central Tunisia: formations, zones and sequential stratigraphy in the Kalaat Senan area. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine* 14, 213–384.
- Rolley, J.-P., 1973. Étude géologique de l'Atlas d'Afourer, Haut Atlas central, Maroc. Doctorat 3^e cycle, Université de Grenoble (inédit).
- Rolley, J.-P., 1978. Carte géologique du Maroc au 1/100.000 : feuille d'Afourer. Notice explicative. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, Rabat 247, 247 bis, 1–103.
- Saint-Marc, P., Rahhali, I., 1982. Sur la présence du genre *Spirocyclina* (foraminifère) dans le Cénomanien supérieur du Maroc. *Revue de Micropaléontologie* 25, 133–140.
- Schroeder, R., Neumann, M., (Coord), 1985. Les grands foraminifères du Crétacé moyen de la région méditerranéenne. *Geobios*, MS 7, 1–161.
- Souhel, A., 1987. Dynamique sédimentaire des couches rouges intercalaires (Bathonien-Cénomanien) dans l'Atlas de Beni-Mellal (Haut Atlas central, Maroc). *Strata* 2, 8, 1–173.
- Souhel, A., 1996. Le mésozoïque dans le Haut Atlas de Béni Mellal (Maroc). *Stratigraphie, sédimentologie et évolution géodynamique*. *Strata* 2, 27, 1–249.
- Souhel, A., Canérot, J., 1989. Polarités sédimentaires téthysienne puis atlantique : l'exemple des couches rouges jurassico-crétacées du Haut Atlas central (Maroc). *Colloque franco-marocain de Géologie*, Strasbourg, 1989. *Sciences Géologiques Mem.* 83, 39–46.
- Souhel, A., Canérot, J., Andreu, B., 1986. Précisions stratigraphiques et sédimentologiques sur le Jurassique moyen-supérieur et le Crétacé inférieur-moyen du synclinal d'Aït Attab (Haut Atlas central, Maroc). 5e Conférence Scientifique PICG-UNESCO 183, Marrakech 1985, Maroc. *Revue de la Faculté des Sciences de Marrakech*, numéro spécial 2, 463–477.
- Tröger, K.A., 1998. Remarks concerning morphometric parameters, biostratigraphy and palaeobiogeography of Turonian inoceramids (*Bivalvia*) in Europe. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil I, 1996 (11/12), 1489–1499.
- Vail, P.-R., Colin, J.-P., Jan Du Chêne, R., Kuchly, J., Mediavilla, F., Trifilieff, V., 1987. La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du bassin de Paris. *Bulletin de la Société Géologique de France* 8 (3), 1301–1322.
- Verset, Y., 1988. Mémoire explicatif de la carte géologique du Maroc au 1/100.000, feuille de Quasba-Tadla. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, Rabat, 340bis, 1–131.