

# Le Crétacé moyen de la chaîne des Palmyrides (Syrie centrale)

Mikhail MOUTY  
Ahmad Khaled AL-MALEH  
Hicham Abou LABAN

Département de Géologie, Université de Damas, Damas (Syrie)

Mouty M., Al-Maleh A. K. & Laban H. A. 2003. — Le Crétacé moyen de la chaîne des Palmyrides (Syrie centrale). *Geodiversitas* 25 (3) : 429-443.

## RÉSUMÉ

L'étude biostratigraphique, lithostratigraphique et sédimentologique du Crétacé moyen des Palmyrides (Syrie centrale) apporte des données stratigraphiques nouvelles, permettant de différencier les étages et sous-étages, ainsi que des formations et des unités lithologiques. La position de différentes formations et autres unités repères est établie dans toutes les coupes, rendant possibles les corrélations stratigraphiques à l'intérieur de la chaîne et avec les régions avoisinantes. Les répartitions stratigraphiques des microfaunes et des macrofaunes identifiées dans les carbonates de plate-forme sont conformes à celles que l'on connaît dans les séries de même âge des autres régions méditerranéennes. L'étude sédimentologique a permis de suivre l'évolution latérale et verticale des milieux de dépôts du Crétacé moyen dans la chaîne des Palmyrides et de reconstituer la paléogéographie de cette région durant cette époque.

## MOTS CLÉS

Crétacé moyen,  
Palmyrides,  
Syrie,  
bio-lithostratigraphie,  
milieux de sédimentation.

## ABSTRACT

*The Middle Cretaceous in the Palmyrides chain (Central Syria).*

Biostratigraphical, lithostratigraphical and sedimentological studies of the Mid-Cretaceous series of the Palmyrides chain (Central Syria) yield new stratigraphical data for this region. This thick sedimentary series is now subdivided in stages and sub-stages. Several measured sections and lithostratigraphic data enable us to correlate sequences from the Palmyrides chain with those of neighbouring regions. The sedimentological study enables us to follow the lateral and vertical evolution of Middle Cretaceous environments in Palmyrides chain and to reconstruct the paleogeography of this region during this epoch. Our biostratigraphic results from these Palmyrides series are in good agreement with those of the same ages in the Mediterranean area. A correlation of the Mid-Cretaceous series with the adjacent area of Routbah in Iraq indicates that the Hamad Uplift which existed during the Jurassic period between the Palmyrean basin to the north-west and the Routbah basin to the south-east persisted in the Middle Cretaceous.

## KEY WORDS

Mid-Cretaceous,  
Palmyrides,  
Syria,  
bio-lithostratigraphy,  
sedimentary environments.

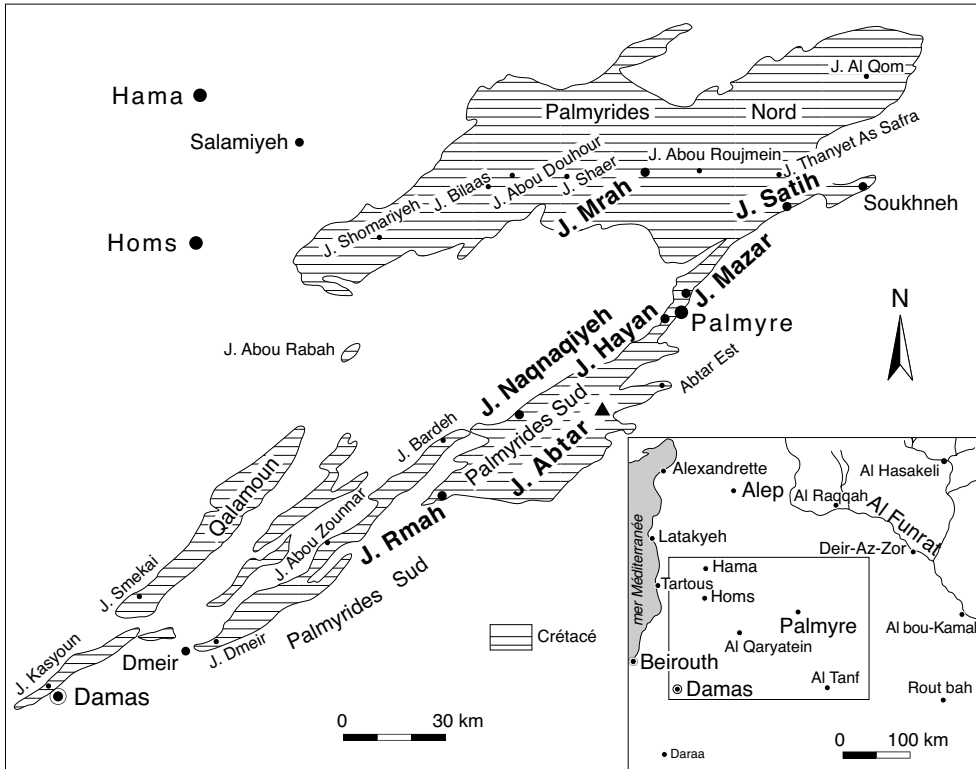


Fig. 1. — Carte de localisation des principales coupes du Crétacé moyen de la chaîne des Palmyrides.

## INTRODUCTION

Les Palmyrides sont une chaîne de montagnes situées au centre de la Syrie (Fig. 1), dans la partie septentrionale de la plaque arabique. Elles sont constituées d'une série d'anticlinaux allongés selon une direction SW-NE. Leur structure est dissymétrique : les flancs nord-ouest ont des pentes relativement doux, les flancs sud-est sont, en revanche, fortement inclinés, parfois verticaux ou même renversés et faillés aux endroits des plus forts plissements anticlinaux (en dos de baleine) dus aux poussées diapiriques perçantes du gypse triasique (Khoury & Mouty 1986) et à un « plissement disharmonique des sédiments mésozoïques au-dessus des évaporites triasiques » (Searle 1994).

Les terrains les plus anciens dans les Palmyrides sont datés du Trias supérieur (Mouty 1976,

1997 ; BRGM 1977 ; Mouty & Al-Maleh 1983) et sont représentés par du gypse et de l'anhydrite, affleurant au cœur de certains anticlinaux. Cette formation évaporitique connue sous le nom d'« Hayan gypsum » (Daniel 1963) est surmontée par une série carbonatée du Jurassique (Dubertret & Vautrin 1937), elle-même coiffée par une série détritique du Crétacé inférieur connue sous le nom de « Palmyra Sandstone » (Mouty & Al-Maleh 1983) ou « Grès de base » (Dubertret & Vautrin 1937). Le Crétacé moyen essentiellement carbonaté (calcaires et dolomies en général) forme l'ossature des montagnes. Le Crétacé supérieur et le Paléogène sont représentés par une série marneuse en général très épaisse et couronnée, dans le secteur oriental par les Grès de Bichri d'âge oligocène supérieur. À cause de leur nature tendre, facilement attaquable par l'érosion, les marnes du Crétacé supérieur et du

Paléogène ne se trouvent en général qu'au pied des montagnes et dans les cuvettes des synclinaux. Les terrains jurassiques, crétacés supérieur et paléogènes ont déjà été l'objet d'études stratigraphiques détaillées (Daniel 1963 ; Dubertret 1966 ; Ponikarov *et al.* 1966 ; BRGM 1977 ; Mouty & Al-Maleh 1983 ; Mouty 1997), mais ceux du Crétacé moyen n'avaient été étudiés que d'une façon très générale (Ponikarov *et al.* 1966 ; Mouty & Al-Maleh 1983).

L'objet de ce travail est de présenter une synthèse stratigraphique des terrains du Crétacé moyen des Palmyrides à partir de l'étude d'une dizaine de coupes (Fig. 1) effectuées dans tous les affleurements de la chaîne qui s'étend sur plus de 350 km.

Notre étude paléontologique et sédimentologique du Crétacé moyen apporte des précisions stratigraphiques par rapport aux données des travaux antérieurs. Ces précisions permettent de différencier, au sein de la série des Palmyrides, les étages Albien, Cénomaniens et Turonien. De plus, les formations et les unités repères (Mouty & Al-Maleh 1983) sont calées stratigraphiquement, ce qui rend possible les corrélations à l'échelle de la chaîne des Palmyrides et avec les régions voisines (Liban, Chaîne Côtière, Kurd Dagh).

#### LITHO- ET BIOSTRATIGRAPHIE, SÉDIMENTOLOGIE (Figs 2 ; 3)

Le Crétacé moyen des Palmyrides est constitué d'une série essentiellement carbonatée bien encadrée à sa base par une série détritique argilo-gréseuse (Grès de Palmyre ou Palmyra Sandstone) du Crétacé inférieur et à son sommet par une série marno-calcaire hémipélagique à bancs minces de silex (Rmah Formation). Il se compose de formations lithostratigraphiques (Mouty & Al-Maleh 1983) qui sont, de bas en haut : la Formation de Zbeideh, la Formation d'Abou Zounnar, la Formation de l'Abtar et la Formation de Hallabate. À ce groupe de formations nous proposons le nom de « Groupe du Mazar » ou « Mazar Group », dont la localité type

se situe au Jabal Al Mazar, à 5 km au NE de Palmyre (Fig. 1).

#### SUBSTRATUM DU CRÉTACÉ MOYEN : FORMATION DES GRÈS DE PALMYRE OU « PALMYRA SANDSTONE »

##### *Lithologie*

Reposant en discordance sur le Jurassique, la Formation des Grès de Palmyre a une puissance de 10 à 45 m. Elle est formée de grès quartzeux à ciment ferrugineux en général et de marnes argilo-gréseuses jaunes limonitiques, parfois avec quelques bancs de calcaire dolomitique au sommet. Du basalte à olivine est intercalé par endroits (Jabal Rmah : Figs 1 ; 4). Les quartz sont fins à moyens accompagnés souvent par quelques grains de zircon, de tourmaline, de biotite, de hornblende et d'oxydes de fer. Les bancs calcaires sont en général des dolosparites quartzueuses et des bio-dolomicrosparites à biomicrites argilo-ferrugineuses. Les grains de quartz portent des traces de chocs éoliens et des figures de dissolution.

##### *Microfaune*

*Choffatella decipiens* Schlumberger est présent à la partie supérieure de la formation. Ce foraminifère indique un âge Aptien inférieur (Saint-Marc 1977). L'âge de la partie inférieure de la formation est difficile à attribuer en raison de l'absence totale de faune.

##### *Sédimentologie*

La sédimentation détritique s'est produite dans un milieu marin très peu profond, littoral et partiellement continental. L'altération des roches volcaniques est à l'origine des dépôts ferrugineux et argileux à kaolinite (Al-Maleh & Mouty 1988). Au sommet de la formation, la sédimentation devient carbonatée, avec certaines influences détritiques, montrant la progression de la transgression marine sur toute la région palmyrienne.

#### FORMATION DE ZBEIDEH

##### *Lithologie*

De 10 à 180 m de puissance, la Formation de Zbeideh est composée de bancs calcaires et

calcaires dolomitiques avec quelques interbancs de calcaires marneux et de marnes. Par sa lithologie résistante et sa position entre deux unités gréséo-argileuses et marneuses tendres, elle est facilement identifiable sur le terrain et constitue un bon repère cartographique. On y distingue une unité inférieure, formée de calcaires organogènes, parfois coquilliers ; et une unité supérieure, formée de calcaires dolomitiques en gros bancs, massifs par endroits. La surface du banc sommital est durcie.

Les microfaciès principaux de cette formation sont :

- dans les bancs calcaires, des biomicrites dont la texture varie de mudstone à packstone ;
- dans les bancs dolomitiques, des dolomicrites et dolomicrosparites à dolosparites, avec des laminites, dont certaines sont des stromatolites à birds' eyes. Des pseudomorphoses calcitiques d'évaporites (gypse et anhydrite) apparaissent parfois dans les faciès dolomitiques.

#### Macrofaune

Les bancs marneux de l'unité inférieure ont livré *Knemiceras* sp., *Ceratostreon flabellatum* Goldfuss, *Tylostoma syriacum* Conrad, *Hemiasper syriacus* Conrad, *Diplopodia hermonensis* De Loriol, *Heteraster delgadoi* De Loriol. Ponikarov *et al.* (1966) ont récolté au Jabal Dmeir (60 km à l'est de Damas) une faune abondante de pélecypodes, de gastéropodes, d'ammonites et d'oursins. Parmi ces derniers on trouve *Caenholectypus pentagonalis* Blau. (1907).

#### Microfaune

*Hemicyclammina sigali* Maync, *Cuneolina laurentii* Sartoni & Crescenti, *C. pavonia* d'Orbigny, *Dictyopsella* cf. *libanica* Saint-Marc, *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, *Pseudocyclammina* aff. *rugosa* (d'Orbigny), *Orbitolina* aff. *minuta* Douglass, *Nezzazata simplex* Omara, *Flabellammina* sp., *Permoalculus irenae* Elliott, *Boueina pygmaea* Pia. Les bancs sommitaux ont fourni *Ovalveolina maccagnoii* De Castro, *Pseudedomia vialli* (Colalongo), *Spiroloculina* sp., *Trochammina* sp.

#### Âge

Le contenu faunique de cette formation indique un âge Albien à Cénomaniens basal. La présence de *Ovalveolina maccagnoii* et de *Pseudedomia vialli* dans les niveaux sommitaux de cette formation marque le début du Cénomaniens (Saint-Marc 1974). Le passage Albien-Cénomaniens se situe donc au sein de la partie supérieure de cette formation.

#### Sédimentologie

La sédimentation carbonatée s'était produite dans un milieu franchement marin, mais relativement peu profond. Un arrêt de sédimentation marqué par la surface durcie sommitale terminait cette séquence. Il est accompagné dans le NE de la chaîne par des petites émersions locales et le développement de faciès gypseux comme au Jabal Satih (Figs 1 ; 4).

#### FORMATION D'ABOU ZOUNNAR

##### Lithologie

De 40 à 177 m de puissance, la Formation d'Abou Zounnar est composée d'une unité inférieure essentiellement marneuse, très fossilifère, avec certains bancs calcaires au milieu (« Marne d'Abou Zounnar » *in* Mouty & Al-Maleh 1983), et d'une unité supérieure, essentiellement calcaire et calcaire dolomitique en gros bancs, formant une falaise qui fait saillie dans le paysage (« Falaise d'Abou Zounnar » *in* Mouty & Al-Maleh 1983).

Les microfaciès des bancs calcaires sont micritiques-biomicritiques. La texture est mudstone-wackestone en général. Les faciès marneux et marno-calcaires deviennent marno-dolomitiques dans la partie NE des Palmyrides.

Les microfaciès de l'unité supérieure sont dolomicrosparitiques à dolosparitiques, fins, parfois grossiers, avec des restes de mollusques, spongiaires et coraux par endroits, avec des pellets et oolithes dolomitisés.

##### Macrofaune

*Rhynchostreon suborbiculatum* (Lamarck), *Pycnodonta vesicularis* (Lamarck), *Ilymatogyra africana* (Lamarck) (détermination Freneix),

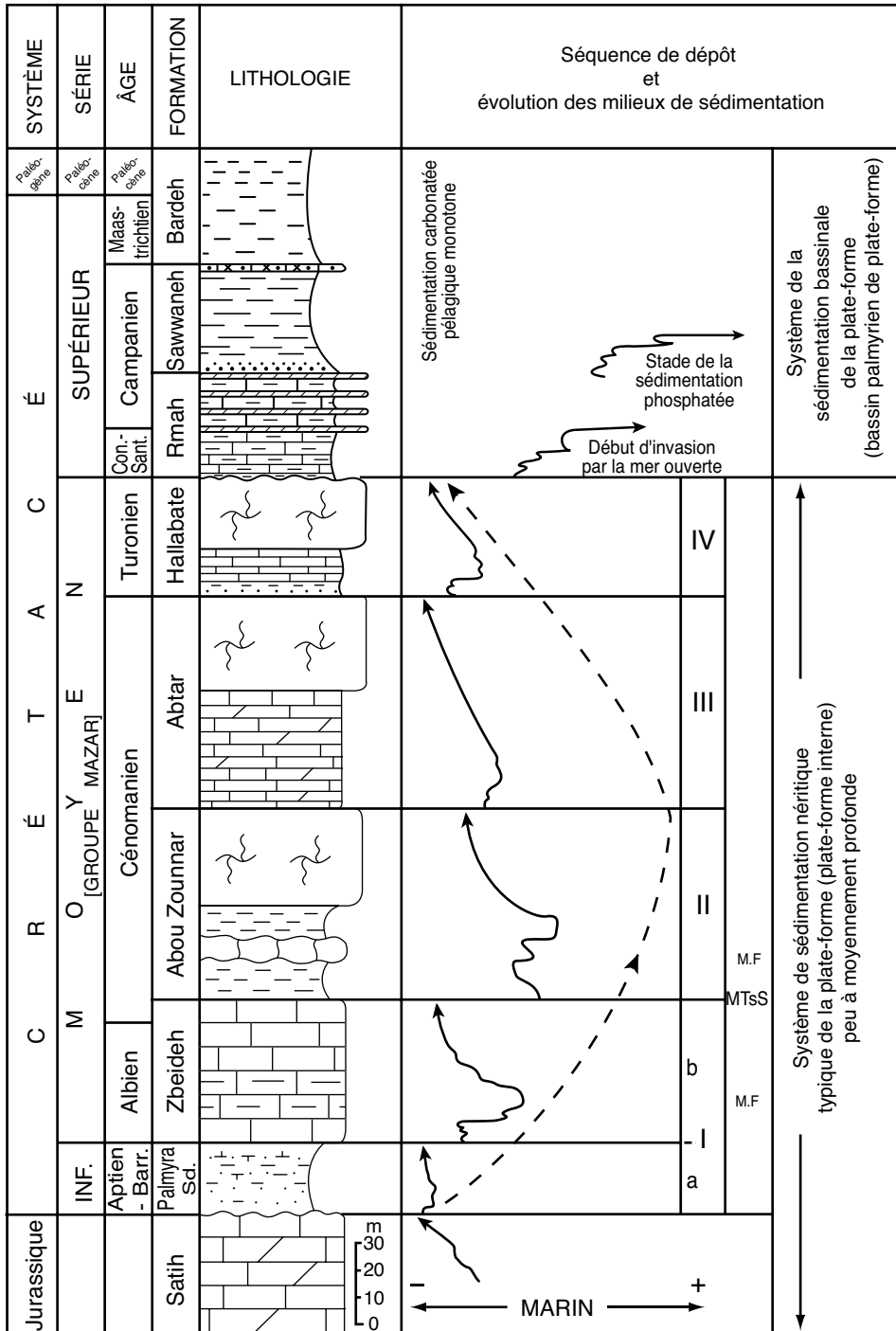


Fig. 2. – Colonne lithostratigraphique synthétique du Crétacé moyen des Palmyrides. Abréviations: **MTsS**, surface de transgression maximale; **M.F.**, inondation maximale. Symboles : voir Fig. 4.

*Goniopygus menardi* (Desmarest), *Heterodiadema lybicum* Cotteau, *Hemiaster orbignyi* Desor, *H. proclivis* Peron & Gauthier, *Discoidea jullieni* Gauthier (détermination Roman), *Acompsoceras* aff. *spathi* Basse, *Mantelliceras* sp., *Neolobites* aff. *fourteaui* Pervinquiere (détermination Thomel).

#### Microfaune

*Nezzazata simplex*, *Cuneolina pavonia*, *Pseudedomia vialli*, *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Thomasinella punica* Schlumberger, *Biconcava bentori* Saint-Marc & Hamaoui, *Dicyclina* sp., *Tritaxia* sp., *Permocalculus irenae* Elliott, *Veniacythereis* cf. *strablolophata* El Razaq.

#### Âge

Le contenu faunique, en particulier les ammonites, indique un âge Cénomaniens moyen-base Cénomaniens supérieur (Thomel 1972).

#### Sédimentologie

Les dépôts marneux fossilifères de la partie inférieure de la formation (Marne d'Abou Zounnar) indiquent qu'un approfondissement très net du milieu de sédimentation survint. Celui-ci redevint très peu profond avec la partie supérieure de la formation (Falaise d'Abou Zounnar).

Le secteur sud-ouest de la région (J. Abou Zounnar, J. Smekai) (Fig. 1) ainsi que le secteur nord (J. Mrah, J. Bilaas, J. Shaer) (Fig. 1) étaient relativement plus profonds et plus subsidents que les autres secteurs durant le dépôt de la partie inférieure de la formation. Le secteur nord-est (J. Mazar, J. Satih, J. Tanyet As-Safra) (Fig. 1) était, par contre, très peu profond à supratidal, avec confinement, d'où une sédimentation marno-dolomitique à évaporitique.

Les organismes dans les sédiments marneux, en particulier les ammonites, indiquent le maximum d'inondation à l'échelle de la transgression du Crétacé moyen (Fig. 2).

#### FORMATION D'AL-ABTAR

##### Lithologie

De 54 à 197 m de puissance, la Formation d'Al-Abtar est composée de deux grandes unités. L'unité inférieure est essentiellement calcaire et

calcaréo-dolomitique en bancs homogènes en faciès et en épaisseur, nommée « la série stratifiée » in Mouty & Al-Maleh (1983). Certains bancs présentent des laminites. Des surfaces de bancs montrent des bioturbations, des croûtes limonitiques et parfois des surfaces durcies. L'unité supérieure est essentiellement formée de calcaire dolomitique à nodules de silex par endroits, en bancs gros massifs formant une puissante falaise qui fait saillie dans le paysage (« Falaise d'Al-Abtar » in Mouty & Al-Maleh 1983). Quelques bancs de marnes et de calcaires marneux apparaissent dans la partie supérieure de cette formation dans le secteur sud-ouest des Palmyrides. La surface du banc sommital est bosselée et présente par endroits des traces d'érosion assez vigoureuses.

Les microfaciès sont souvent dolomicrosparitiques à dolomicritiques dans l'unité inférieure et plus ou moins finement dolosparitiques dans l'unité supérieure. Les restes organiques appartiennent à des foraminifères benthiques, algues, ostracodes, petits gastéropodes et échinodermes, associés à des coprolithes, des pellets, des gravelles et quelques micro-intraclastes.

##### Macrofaune

La macrofaune, pauvre dans cette formation essentiellement dolomitique ou calcaréo-dolomitique, est composée d'échinides dont *Goniopygus conicus* Peron, *Hemiaster africanus* Coquand (détermination Rey) et de pélicypodes dont *Pycnodonta* (*Phygrea*) *vesicularis* (Lamarck), *Rhyncostreon* sp., *Cardium* sp. (détermination Freneix).

##### Microfaune

*Chrysalidina gradata*, *Nummoloculina heimi* Bonet, *Cuneolina pavonia*, *Pseudorhapydionina laurinensis* De Castro, *Valvulammina picardi* Henson, *Nezzazata simplex*, *Gavelinella* sp., *Pithonella sphaerica* (Kaufmann), *Scandonea* sp., *Gumbellina* sp. et *Dicyclina* sp.

##### Âge

L'association de foraminifères benthiques, dont *Pseudorhapydionina laurinensis*, caractérise le Cénomaniens supérieur (Saint-Marc 1977).

ÂGE		SENONIEN	TURONIEN	CÉNOMANIEN	ALBIEN	APTIEN	JURASSIQUE
FAUNE							
AMMONITES	<i>Knemiceras syriacum</i>				■		
	<i>Mantelliceras</i> sp.			■			
	<i>Acompsoceras</i> aff. <i>spathi</i>			■			
	<i>Neolobites</i> aff. <i>fourteaui</i>			■			
	<i>Choffaticeras segne</i>		■				
	<i>Thomasites rollandi</i>		■				
	<i>Hemitissotia morreni</i>		■				
	<i>Coilopoceras</i> sp.		■				
	<i>Barroisiceras onilahyensis</i>	■					
<i>Reesideoceras</i> cf. <i>gallicum</i>	■						
ÉCHINIDES	<i>Heteraster delgadoi</i>					■	
	<i>Diplopodia hermonensis</i>				■		
	<i>Hemiaster proclivis</i>			■	■		
	<i>Hemiaster saulcyi</i>			■	■		
	<i>Heterodiadema libycum</i>			■	■		
	<i>Goniopygus menardi</i>			■	■		
	<i>Discoidea jullieni</i>			■	■		
	<i>Goniopygus conucus</i>	■	■				
	<i>Hemiaster africanus</i>	■	■				
FORAMINIFÈRES	<i>Hauranaia deserta</i>						■
	<i>Choffatella decipiens</i>					■	
	<i>Dictyopsella</i> cf. <i>libanica</i>				■		
	<i>Orbitolina minuta</i>				■		
	<i>Cuneolina laurentii</i>				■		
	<i>Nezzazata simplex</i>		■	■	■		
	<i>Cuneolina pavonia</i>		■	■	■		
	<i>Hemicyclammina sigali</i>			■	■		
	<i>Pseudocyclammina rugosa</i>			■	■		
	<i>Ovalveolina maccagnoi</i>			■	■		
	<i>Thomasinella punica</i>			■	■		
	<i>Sellialveolina viallii</i>			■	■		
	<i>Biconcava bentori</i>			■	■		
	<i>Pseudorhapydionina laurinensis</i>			■	■		
	<i>Pseudorhapydionina casertana</i>		■	■	■		
	<i>Chrysalidina gradata</i>		■	■	■		
	<i>Valvulammina picardi</i>		■	■	■		
<i>Hedbergella asterospinosa</i>	■	■	■	■			
<i>Montcharmontia apenninica</i>	■	■	■	■			

Fig. 3. — Répartition stratigraphique des principales espèces (macrofaune, foraminifères) dans le Crétacé moyen des Palmyrides.

### Sédimentologie

Le milieu de sédimentation était généralement littoral peu profond. Les milieux de dépôts de la partie inférieure de cette formation étaient rela-

tivement plus profonds que ceux de sa partie supérieure caractérisée par une dolomitisation syngénétique très précoce dans un environnement infratidal à énergie moyenne ou rarement

forte. La succession des sédiments, des structures sédimentaires et diagénétiques correspondent bien au développement d'une séquence régressive. La dolomitisation de nature diagénétique s'est produite probablement à la fin de cette séquence à la suite d'une émergence et d'une action d'eaux continentales.

#### FORMATION DE HALLABATE

##### *Lithologie*

De 50 à 125 m de puissance, la Formation de Hallabate est composée de deux unités lithologiques bien distinctes. L'unité inférieure est formée de calcaires marneux et de marno-calcaires avec des intercalations de bancs calcaires plus ou moins dolomitiques. Cette unité renferme à sa base, dans l'extrême partie sud de la chaîne des Palmyrides (J. Abtar) (Figs 1 ; 4), des dépôts détritiques (conglomérats, grès) et dans la partie nord de la chaîne (J. Abou Douhour) (Figs 1 ; 4), des dépôts évaporitiques (gypse, anhydrite). L'unité supérieure se compose de gros bancs calcaires et calcaires dolomitiques, massifs, coquilliers par endroits, biocalcarénite à rudistes. Les microfaciès des calcaires sont des biomicrites, biomicrosparites, biopelmicrites et biopelmicrosparites à oolithes calcaires et quelques gravelles. La texture est souvent wackestone-packstone, rarement grainstone.

Les microfaciès des dolomies sont dolomicrosparitiques à dolosparitiques avec des pellets et des gravelles.

##### *Macrofaune*

Cette formation contient dans sa partie inférieure qui est, par endroits, plus ou moins marneuse, des ammonites assez fréquentes. Dans le SW de la chaîne (J. Kasyoun qui surplombe Damas (Fig. 1), Dubertret (1948, 1966) signale, dans l'unité inférieure, la présence de *Thomasites rollandi* (Thomas & Peron), *Choffaticeras (Leoniceras)* sp. et des hippurites dans l'unité supérieure. Dans cette localité, dans le Jabal Smekai (45 km au NE de Damas) et dans le Jabal Abou Douhour (70 km au NW de Palmyre) (Fig. 1), Ponikarov *et al.* (1966) signalent en plus la présence de nombreuses ammonites dont :

*Scaphites* ex gr. *geinitzi* d'Orbigny, *Neoptychites xetiformis* Pervinquier, *Paramammites* cf. *polymorphum* Pervinquier, *Choffaticeras (Leoniceras)* cf. *alaoutensis* Basse, *C. (L.)* cf. *segne* Solger, ainsi que des hippurites. Nous avons récolté dans cette dernière localité quelques ammonites dont : *Hemitissotia morreni* (Qoquand) et *Coilopoceras* sp. (détermination Amédéo).

##### *Microfaune*

*Montcharmontia appenninica* De Castro, *Valvulammina picardi* Henson, *Peneroplis turonicus* Said & Kenawy, *Heteroporella lepina* Praturlon, *Pseudorhipidionina casertana*, *Cuneolina pavonia*, *Nezzazata simplex*, *Hedbergella* sp.

##### *Âge*

Les ammonites de cette formation (*Thomasites rollandi*, *Choffaticeras (Leoniceras)* sp.) sont connues dans le Turonien inférieur de différents pays au Proche-Orient (Dubertret 1966, 1975 ; Wetzel & Morton 1959 ; Freund 1961 ; Saint-Marc 1974 ; Mouty & Saint-Marc 1982). *Hemitissotia morreni* et *Coilopoceras* sp. sont des formes du Turonien (Robaszynski *et al.* 1990). L'unité supérieure calcaire est couronnée par endroits par des bancs à rudistes.

L'unité supérieure est surmontée par des niveaux marno-calcaires à *Barroisiceras* cf. *onilahyense* Basse, *Reesideoceras* cf. *gallicum* Basse, ammonites caractéristiques du Coniacien (Ponikarov *et al.* 1966). Ces niveaux marneux contiennent une microfaune importante de foraminifères planctoniques qui caractérisent le Coniacien : *Marginotruncana schneeganzii* (Sigal), *M. coronata* (Bolli), *M. renzi* (Gandolfi) (Ejel 1968). Cet entourage faunique permet d'attribuer à l'unité supérieure de la Formation de Hallabate un âge Turonien supérieur.

Selon les répartitions stratigraphiques des spécialistes de la macrofaune céno-mano-turonienne (Kennedy 1984 ; Robaszynski *et al.* 1990 ; Philip 1998), il nous semble que les formes citées par Ponikarov *et al.* (1966) dans le Turonien (ammonites et rudistes) représentent un mélange faunique provenant probablement de deux niveaux différents qui se succèdent sur le terrain dans



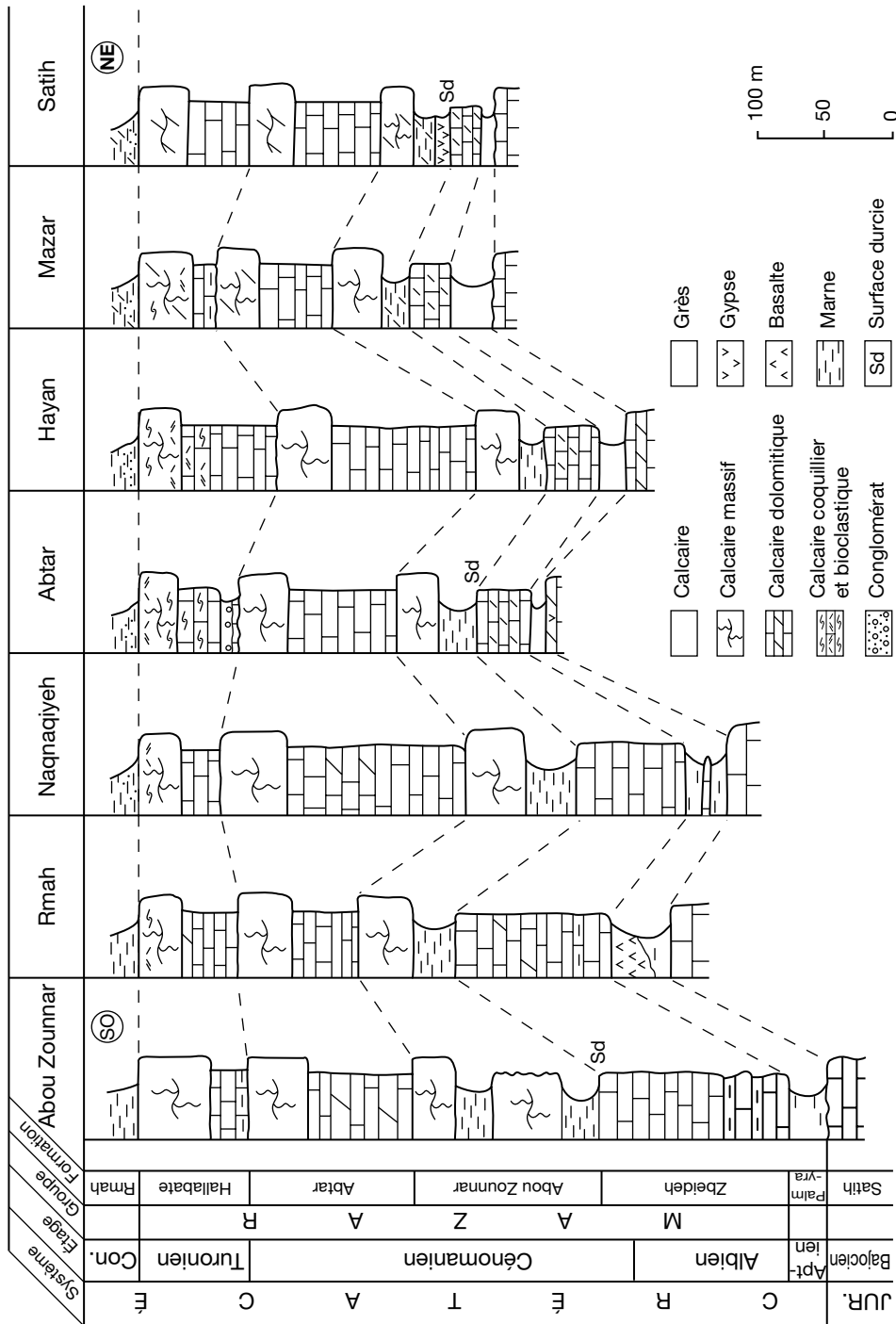


FIG. 4. — Corrélation des coupes du Crétacé moyen des Palmyrides.

différents endroits dans les Palmyrides, l'un du Cénomanién sommital, l'autre du Turonien basal.

### *Sédimentologie*

Les dépôts et les organismes indiquent que les milieux de sédimentation étaient peu profonds à profonds, ouverts sur la mer franche tout en subissant localement certains apports du continent.

Les sédiments de la partie inférieure de cette formation sont divers. Ils sont détritiques dans le secteur centre-sud des Palmyrides (J. Abtar), partiellement évaporitiques dans le secteur centre-nord (J. Abou Douhour). Par contre, dans le secteur NW et SW (J. Smekai et J. Kasyoun), les sédiments sont marneux plus ou moins pélagiques à ammonites et hedbergelles et passent à des calcaires dolomitiques coquilliers riches en pélecypodes, en alternance avec des calcaires fins à débris d'échinodermes, d'hedbergelles et spicules de spongiaires. Cette diversité des sédiments reflète les caractères d'un milieu très varié : littoral à très peu profond, confiné par endroits et profond par d'autres endroits.

La partie supérieure de cette formation est formée de calcaire dolomitique en gros bancs massifs (packstone à grainstone) et de biocalcarénites riches en débris de pélecypodes dont des rudistes au sommet. Avec ces milieux, une séquence sédimentaire régressive s'est développée sur toute la région palmyrienne.

### CORRÉLATIONS LITHOLOGIQUES DES COUPES (Fig. 4)

Les formations du Crétacé moyen dans la chaîne des Palmyrides présentent des changements latéraux assez importants. Elles sont en général plus dolomitiques et moins épaisses dans les secteurs centre-sud (J. Abtar) et nord-est de la chaîne (J. Satih et J. Tanyet As-Safra). En revanche, elles sont plus calcaires avec des unités marneuses assez importantes et une augmentation de l'épaisseur dans les secteurs sud-ouest (J. Abou Zounnar) et nord de la chaîne (J. Abou Ad-Douhour).

Des dépôts évaporitiques gypseux assez importants caractérisent le Cénomanién inférieur (base de la Formation d'Abou Zounnar) dans le secteur nord-est (J. Satih). De même pour le Turonien inférieur (base de la Formation Hallabate) dans le secteur nord (J. Abou Douhour). Les dépôts évaporitiques gypseux dans ce dernier secteur correspondent aux dépôts détritiques conglomératiques et quartzeux du secteur centre-sud (J. Abtar). Cela indique que les séquences carbonatées de type plate-forme du Crétacé moyen se sont développées dans le bassin palmyrien depuis des milieux littoraux supratidaux ou confinés lagunaires au NE, jusqu'à des milieux marins peu profonds infratidaux au SW (Fig. 5).

Les forages profonds dans la région d'Al-Hamad (Fig. 6), au sud-est des Palmyrides, montrent l'absence totale de dépôts crétacés, aussi bien du côté syrien d'Al Hamad (Al-Saad *et al.* 1992) que du côté irakien (Al-Bassam *et al.* 1983).

Cela nous permet de conclure que la région d'Al-Hamad, déjà émergée dès le Trias supérieur et pendant tout le Jurassique (« Hamad Uplift » ; Mouty & Al-Maleh 1983 ; Mouty 1997), resta toujours émergée durant le Crétacé (Fig. 7).

Le « Hamad Uplift » de grande envergure et de direction SW-NE, parallèle aux Palmyrides, est d'une importance capitale pour la prospection pétrolière, aussi bien que pour la prospection des phosphates, la phosphatogenèse s'étant développée sur les deux flancs de cette paléostucture dès le début du Crétacé supérieur (Al-Maleh & Mouty 1994).

### LES MILIEUX DE SÉDIMENTATION

La série carbonatée du Crétacé moyen de la chaîne des Palmyrides s'est formée dans des milieux de sédimentation de plate-forme infratidale à intertidale, parfois supratidale, voire lagunaire dans la partie septentrionale de la chaîne (J. Satih et J. Abou Ad Douhour). La sédimentation est :

– détritique quartzo-silteuse à l'Aptien (Palmyra Sandstone), avec de rares carbonates de faible profondeur, et accompagnée, par endroits, d'intrusions volcaniques ;

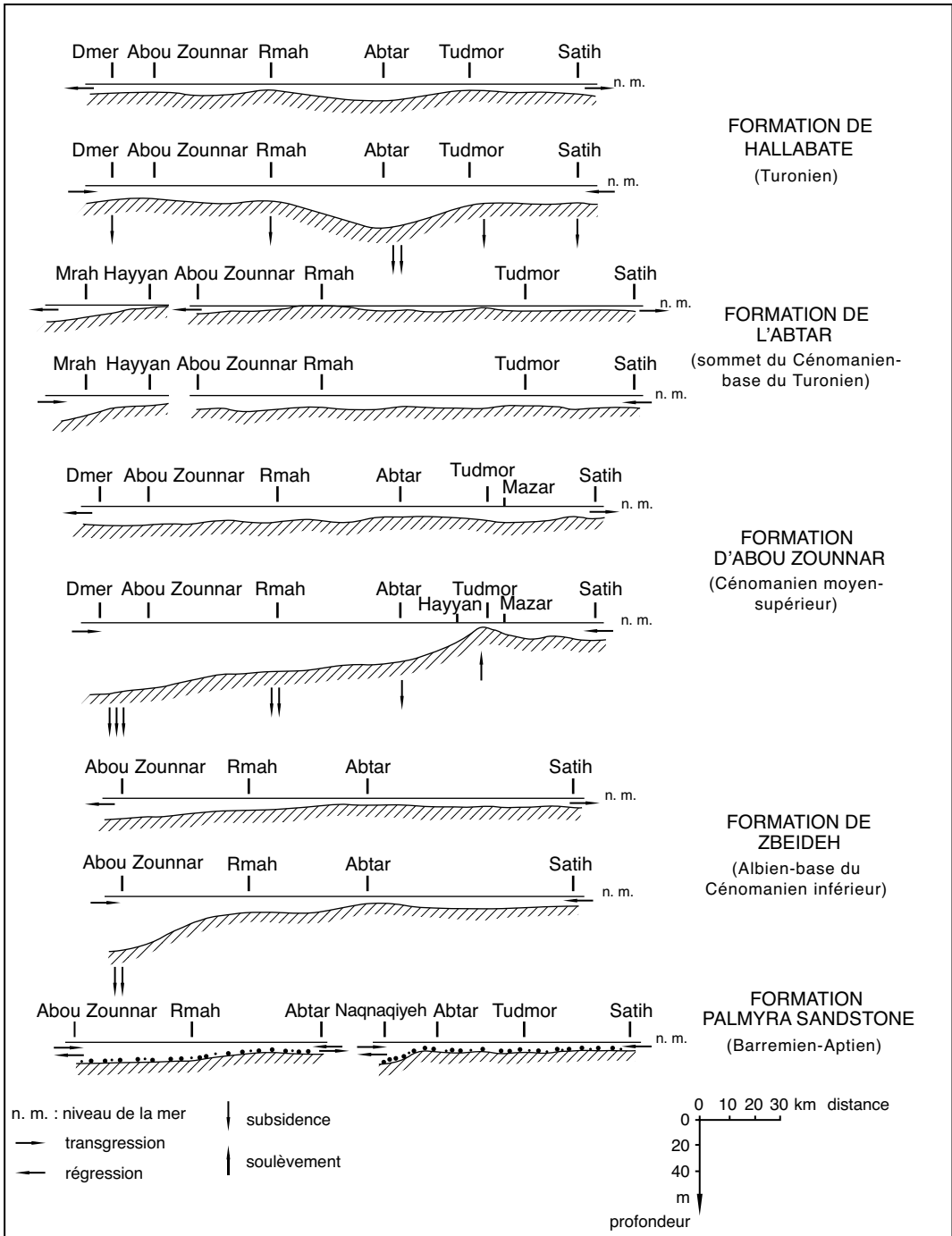


Fig. 5. — L'évolution des milieux de sédimentation dans la région palmyrienne durant le Crétacé moyen.

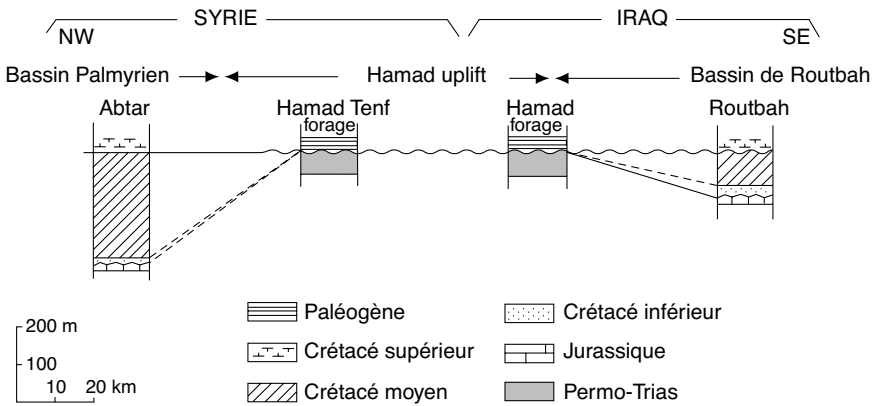


Fig. 6. — Corrélation des coupes du bassin palmyrien et du bassin de Routbah (Iraq).

- néritique de faible profondeur et de large extension, à faciès divers, parfois marneux, de l’Albien jusqu’à la fin du Turonien ;
- carbonatée pélagique pendant tout le Sénonien, marneuse et marno-calcaire à coccolithes et foraminifères planctoniques, incluant des dépôts siliceux ou phosphatés.

L’extension des aires de sédimentation, la régularité des milieux de dépôts essentiellement carbonatés étaient surtout contrôlées par les mouvements transgressifs et régressifs de la mer. La séquence la plus marquante est celle comprenant la « Formation d’Abou Zounnar » car elle présente le maximum de transgression marine et d’approfondissement durant le Crétacé moyen. Des transgressions moins prononcées ont caractérisé l’Albien et le Turonien inférieur. La surface de transgression principale (MTsS, Fig. 2) se situe à la base de la Formation d’Abou Zounnar.

Les séquences sont généralement bien marquées par les limites des différentes formations. Chaque séquence comporte une partie inférieure qui reflète l’approfondissement (sédiments fins déposés dans des environnements à faible énergie) et une partie supérieure, souvent caractérisée par des dépôts massifs, qui reflète une diminution de profondeur (environnements à moyenne ou forte énergie).

Les sédiments dolomitiques ont des origines diverses syngénétiques à diagénetiques tardives.

Ainsi des dolomites se sont formées pendant des émergences locales de courte durée qui ont permis l’infiltration des eaux continentales dans les sédiments marins. Les analyses du  $\delta^{18}\text{O}$  ont mis en évidence le mélange d’eaux continentales et marines dans la diagenèse des dolomites du sommet de la Formation de Zbeideh, de la Formation d’Abtar et de la Formation de Hallabate (Al-Maleh & Fontes 1986). Les dépôts les plus monotones sont ceux de la partie inférieure de la Formation d’Abtar, à dolomitisation syngénétique précoce d’une vase carbonatée dont les seuls témoins organiques sont les bioturbations.

Une subsidence continue a permis les accumulations importantes de sédiments marins de faible profondeur.

Cette sédimentation typique de plate-forme carbonatée durant le Crétacé moyen a été suivie par un approfondissement général et une ouverture des milieux de dépôts durant le Sénonien. Les eaux profondes téthysiennes ont envahi l’ensemble de la plate-forme où la sédimentation marneuse et calcaréo-marneuse pélagique a prédominé. La subsidence différentielle a joué un rôle principal dans la création des bassins tel que le bassin palmyrien. Les bords de ces bassins ont permis la genèse des phosphates dans la région palmyrienne (Al-Maleh & Mouty 1988, 1994).

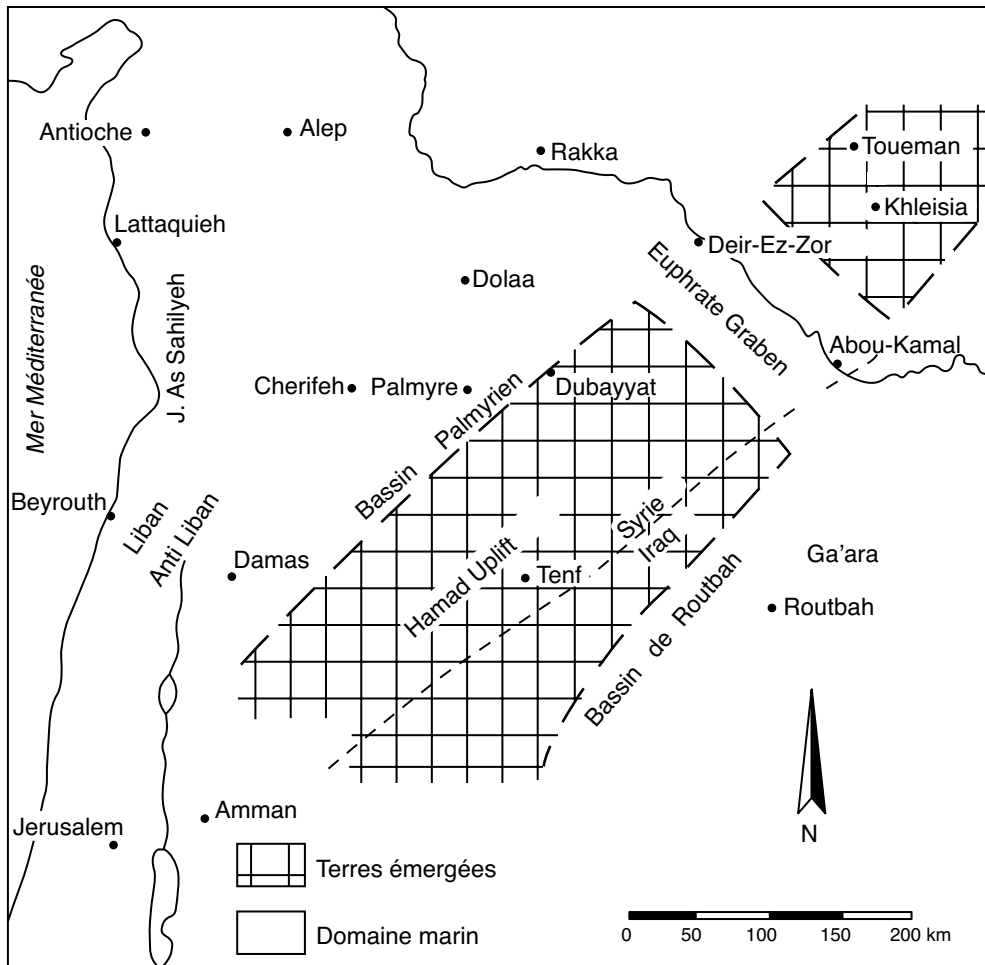


Fig. 7. — Esquisse paléogéographique schématique du « Hamad Uplift » durant le Crétacé moyen.

## CONCLUSION

Les formations lithostratigraphiques du Crétacé moyen de Syrie représentent des séquences lithologiques bien distinctes par leurs caractères sédimentologiques et paléobiologiques qui dépendaient principalement des mouvements eustatiques du niveau de la mer sur la plate-forme carbonatée.

Les études bio- et lithostratigraphiques ainsi que sédimentologiques apportent des éléments nouveaux sur le Crétacé moyen de la chaîne des Palmyrides, en permettant :

- d'attribuer à l'Albien et au Cénomanién basal la première séquence carbonatée correspondant à la Formation de Zbeideh, la limite Albien-Cénomanién se situant au sein de la partie supérieure de cette formation ;
- de placer la limite Cénomanién-Turonien à la base de la Formation de Hallabate ;
- de différencier à l'intérieur du Turonien deux unités, l'une inférieure à tendance généralement marneuse, comportant à sa base des ammonites du Turonien inférieur, l'autre supérieure étant localement caractérisée par des hippurites ;

– le Crétacé moyen montre peu de variations latérales de faciès : les grandes unités lithologiques repères (falaises calcaires, vires marneuses) permettent des corrélations relativement aisées ;  
 – les répartitions stratigraphiques des foraminifères benthiques, abondants dans ces faciès carbonatés de plate-forme, sont conformes à celles que l'on observe dans les régions mésogéennes (Saint-Marc 1977 ; Mouty & Saint-Marc 1982).  
 La confrontation des résultats de cette étude avec ceux déjà obtenus, à partir d'études au Liban (Saint-Marc 1974), Kurd Dagh (Al-Maleh 1976), Liban central (Noujaim 1977) et Chaîne Côtière (Mouty & Saint-Marc 1982) permettra de suivre l'évolution latérale et verticale des milieux de dépôts et de reconstituer la paléogéographie de cette partie de la plaque arabique durant cette époque.

### Remerciements

Nous sommes très reconnaissants à François Baudin et Monique Troy pour l'organisation de la journée scientifique à la mémoire d'Éric Fourcade au cours de laquelle ce travail a été présenté. Nous tenons à remercier vivement Pierre Saint-Marc pour les déterminations des foraminifères, Gérard Thomel et Francis Amédéo pour les déterminations des ammonites, Jean Roman et Jacques Rey pour les déterminations des oursins et Suzanne Freneix pour les déterminations des pélicypodes. Nous remercions également Francis Robaszynski et le rapporteur anonyme qui, par leurs corrections, leurs critiques et leurs suggestions, ont contribué à l'amélioration de ce manuscrit. L'intervention de Y. Radwan, I. Layous, H. Najjar et A. Lethiers pour la réalisation graphique d'illustrations a été très appréciée, ainsi que celle de M. Troy pour son aide précieuse lors de la finalisation technique de cette note.

### RÉFÉRENCES

AL BASSAM K. S., AL-DAHAN A. A. & JAMIL 1983. — Campanian-Maastrichtian phosphorites of Irak. *Mineralium Deposita* 18: 215-233.

AL-MALEH A. K. 1976. — *Étude stratigraphique, pétrographique, sédimentologique et géochimique du Crétacé du N.W. syrien (Kurd-Dagh et environs d'Aafrine)*. Thèse d'État, Paris, France, 620 p., 73 pls.  
 AL-MALEH A. K. & FONTES J. C. 1986. — Petrological and geochemical results from the Jurassic and Cretaceous dolostone of the Palmyrides (Central part of Syria). *Geochemistry of the Earth Surfaces and Processes of Mineral Symposium, Granada*.  
 AL-MALEH A. K. & MOUTY M. 1988. — The sedimentologic and paleogeographic evolution of the Palmyrian region during the Cretaceous, in SAFFARINI G. A. *et al.* (eds), *Geology of Jordan and adjacent area. Proceedings of the Third Jordanian Geological Conference Special Publication 3*: 213-244.  
 AL-MALEH A. K. & MOUTY M. 1994. — Lithostratigraphy of Senonian phosphorite deposits in the Palmyridean region and their general sedimentological and paleogeographic framework. *Proceeding of the 29<sup>th</sup> International Geological Congress Part C*: 225-232.  
 AL-SAAD D., SAWAF T., GEBRAN A., BARAZANGI M., BEST J. & CHAMOV T. 1992. — Crustal structure of central Syria: The intracontinental Palmyride mountain belt. *Tectonophysics* 207: 345-358.  
 BRGM 1977. — *Cartes photogéologiques au 1/50000 de la partie centrale des Palmyrides*. Ministère du Pétrole et des Ressources minières (Rapport Inédit), Damas, Syrie.  
 DANIEL E. J. 1963. — *Syrie intérieure. Lexique stratigraphique international*. 3. *Asie*. Fasc. 10c1 : *Liban et Syrie, chaîne des grands massifs côtiers et confins*. CNRS, Paris: 157-291.  
 DUBERTRET L. 1948. — *Carte géologique au 1/50000 de Zebdani*. Ministère de Travaux publics, Damas, Syrie.  
 DUBERTRET L. 1966. — Liban, Syrie et bordure des pays voisins, 1<sup>ère</sup> partie, tableau stratigraphique avec carte géologique au millionième. *Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient* 8: 251-358, 35 figs.  
 DUBERTRET L. 1975. — Introduction à la carte géologique à 1/50000 du Liban. *Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient* 13: 345-402, 29 figs.  
 DUBERTRET L. & VAUTRIN H. 1937. — Révision de la stratigraphie du Crétacé du Liban, in Contribution à l'étude géologique de la côte libano-syrienne. *Notes et Mémoire sur le Moyen-Orient* 2: 43-73.  
 EJEL F. 1968. — *Étude géologique et micropaléontologique du Crétacé supérieur et du Paléogène dans la région de Damas (Syrie)*. Thèse d'État, Faculté des Sciences, Paris, France, 245 p.  
 FREUND R. 1961. — Distribution of the lower Turonian Ammonites in Israel and the neighbouring countries. *Bulletin of Research Council of Israel* 10 G (1-2): 79-100.

- KENNEDY W. J. 1984. — Ammonites faunas and the “standard zones” of the Cenomanian to Maastichtian stages in their type areas, with some proposals for the definition of the stage boundaries by Ammonites. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 33: 147-161.
- KHOURY Y. & MOUTY M. 1986. — Étude de silexite campanienne dans la région de Damas. *Bulletin de la Société géologique de Syrie* 1: 4-8.
- MOUTY M. 1976. — [Le Trias et le Jurassique des Palmyrides], in MOUTY M. (ed.), [*Géologie stratigraphique*]. Édition de l'Université de Damas, Damas, 392 p. (en arabe).
- MOUTY M. 1997. — Le Jurassique de la chaîne des Palmyrides. *Bulletin de la Société géologique de France* 168 (2): 181-186.
- MOUTY M. & SAINT-MARC P. 1982. — Le Crétacé moyen du Massif Alaouite (NW Syrie). *Cahiers de Micropaléontologie* 3: 55-69.
- MOUTY M. & AL-MALEH A. K. 1983. — *Étude géologique de la chaîne des Palmyrides*. Établissement général de Géologie et de Ressources minières, Damas, Syrie IV, 257 p.
- NOUJAIM G. 1977. — *Péetrographie et environnement sédimentaire de l'Albien, Cénomanien, Turonien dans les environs N de Beyrouth (Liban)*. Thèse, Paris, France, 120 p., 18 pls.
- PHILIP J. 1998. — Biostratigraphie et paléogéographie des rudistes : Évolution des concepts et progrès récents. *Bulletin de la Société géologique de France* 169, 5: 689-708.
- PONIKAROV V. P., KAZMIN V. G., MIKHAILOV I. A., RAZVALIAYEV A. V., KRASHENINNIKOV V. A., KOZLOV V. V., SOULIDI-KONDRATIYEV E. D., MIKHAILOV K. YA., KULAKOV V. V., FARADZHEV V. A. & MIRZAYEV K. M. 1966. — *The Geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, Scale 1/500000*: Part I, *Stratigraphy, Igneous Rocks and Tectonics*. Ministry of Industry, Syria, 229 p.
- ROBASZYNSKI F., CARON M., DUPUIS C., AMEDRO F., GONZALES-DONOSO J. M., LINARES D., HARDENBOL J., GARTNER S., CALANDRA F. & DELOFFRE R. 1990. — A tentative integrated stratigraphy in the Turonian of Central Tunisia: Formations, zones and sequential stratigraphy in the Kalaat Sena area. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine* 14, 1: 213-384.
- SAINT-MARC P. 1974. — Étude stratigraphique et micropaléontologique de l'Albien, du Cénomanien et du Turonien du Liban. *Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient* 13, 342 p., 57 figs, 20 pls.
- SAINT-MARC P. 1977. — Répartition stratigraphique de grands foraminifères benthiques de l'Aptien, de l'Albien, du Cénomanien et du Turonien dans les régions méditerranéennes. *Revista Española Micropaleontología* 9, 3: 317-325, 2 tabl.
- SEARLE M. P. 1994. — Structure of the intraplate eastern Palmyride Fold belt, Syria. *Geological Society of America, Bulletin* 106 (10): 1332-1350.
- THOMEL G. 1972. — Les Acanthoceratidae céno-maniens des chaînes subalpines méridionales. *Mémoires de la Société géologique de France* LI, 116: 1-204, pl. LXXXVIII.
- WETZEL R. & MORTON M. 1959. — Contribution à la géologie de la Transjordanie. *Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient* 7: 95-191.

Soumis le 11 décembre 2001 ;  
accepté le 24 juillet 2002.