

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/256714944>

# Zonation des brachiopodes du Jurassique moyen sur la marge sud de la Téthys occidentale (Maroc, Algérie occidentale): Comparaison avec la marge nord-téthysienne française

Article in *Geobios* · February 2007

DOI: 10.1016/j.geobios.2006.01.003

CITATIONS

32

READS

2,034

5 authors, including:



**Yves Alméras**

Claude Bernard University Lyon 1

**141** PUBLICATIONS **1,314** CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Raymond Enay**

Retired from Lyons I University

**161** PUBLICATIONS **2,566** CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Paléontologie des ammonites du Jurassique inférieur et moyen [View project](#)



Etude des Brachiopodes du Jurassique [View project](#)

Article original

Zonation des brachiopodes du Jurassique moyen sur la marge  
sud de la Téthys occidentale (Maroc, Algérie occidentale)  
Comparaison avec la marge nord-téthysienne française  
Brachiopod biostratigraphy of the Middle Jurassic on the southern  
margin of the western Tethys (Morocco, western Algeria)  
Comparison with the French northern Tethyan margin

Yves Alméras<sup>a</sup>, Philippe Fauré<sup>b,\*</sup>, Serge Elmi<sup>a</sup>, Raymond Enay<sup>a</sup>, Charles Mangold<sup>a</sup>

<sup>a</sup> UFR des sciences de la Terre, université Claude-Bernard Lyon 1, bâtiment Géode, 2, rue Raphaël-Dubois, Villeurbanne cedex, France

<sup>b</sup> Laboratoire des mécanismes et transferts en géologie, université Paul-Sabatier, 14, avenue Edouard-Belin, 31400 Toulouse, France

Reçu le 1 septembre 2005 ; accepté le 22 Janvier 2006

Disponible sur Internet le 17 janvier 2007

Résumé

De très nombreuses faunes de brachiopodes ont été collectées ces trente dernières années dans le Jurassique moyen du Maroc et de l'Algérie occidentale lors de missions communes et/ou de travaux de thèses. Les déterminations initiales fournies aux différents auteurs et incluses dans leurs travaux ont toutes été revues au cours d'une étude paléontologique exhaustive, encore inédite, et dont les résultats les plus importants sont pris en compte et résumés dans ce travail. Cette nouvelle étude paléontologique et l'analyse des publications antérieures nous permettent de proposer une échelle zonale des brachiopodes jurassiques moyens valable pour l'ensemble de la marge sud de la Téthys occidentale. Cette zonation obtenue sur une plus large étendue et s'appuyant sur d'importantes données supplémentaires, souvent récentes, précise et complète la biostratigraphie précédemment proposée [Alméras, Y., Elmi, S., Mekahli, L., Ouali-Mehadjii, A., Sadki, D., Tlili, M., 1994. Biostratigraphie des brachiopodes du Jurassique moyen dans le domaine atlasique (Maroc, Algérie) Contraintes environnementales et relation avec l'évolution verticale des peuplements d'ammonites. In : Cresta, S., Pavia, S. (Eds.), Proceedings of 3rd International Meeting on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Marrakech, 25-31 May 1994. Miscellanea 5, Roma, pp. 219–241]. Elle comporte huit zones et six sous-zones corrélées avec la chronostratigraphie standard des ammonites et cinq zones ou sous-zones d'intervalle (= zones d'absence des brachiopodes). En outre, les brachiopodes n'ont pas été découverts dans l'Aalénien inférieur et le Callovien supérieur. Les deux zonations établies pour les marges nord et sud de la Téthys occidentale sont ensuite comparées. Au plan paléontologique, l'espèce *Burmirhynchia athiensis* fait l'objet d'une nouvelle définition qui permet de mieux la situer dans le temps (zones à Parkinsoni et à Zigzag) et de bien la séparer de *Burmirhynchia termierae* (zones à Humphriesianum et à Niortense).

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Abstract

A new and yet unpublished palaeontological revision of very important collections accomplished these last thirty years in many localities of Morocco and Western Algeria joined to the already published data, allow us to propose a biostratigraphical succession of the Middle Jurassic Brachiopods suitable to the Southern Margin of the Western Tethys. This Brachiopod scale is correlated with the standard chronostratigraphy based on ammonites. It involves eight zones and six sub-zones separated by five interval zones where Brachiopods are missing. Moreover, brachiopods have not been discovered in Early Aalenian and Late Callovian. Afterwards, the two brachiopod zonations established on the northern and southern margins of the Western Tethys are compared. On a paleontological plane, a new definition of the species *Burmirhynchia athiensis* warrants to

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [philipfaure@wanadoo.fr](mailto:philipfaure@wanadoo.fr) (P. Fauré).

precise its vertical distribution (Parkinsoni and Zigzag zones) and to give a better distinction with *Burmhirynchia termierae* (Humphriesianum and Niortense zones).

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

*Mots clés* : Biostratigraphie ; Paléontologie ; Brachiopodes ; Jurassique moyen ; Maroc ; Algérie occidentale

*Keywords*: Biostratigraphy; Palaeontology; Middle Jurassic; Brachiopods; Morocco; Western Algeria

## 1. Introduction

L'abondant matériel bien repéré stratigraphiquement et collecté à l'occasion de thèses au Maroc et en Algérie occidentale ainsi que nos propres collectes lors de missions communes ont permis une étude, encore inédite, de la systématique des brachiopodes du Jurassique moyen de ces régions et le réexamen de l'extension verticale et de la répartition géographique des espèces (Fig. 1). A cette occasion, les déterminations de brachiopodes effectuées au cours de ces trente dernières années et insérées dans les travaux des différents auteurs ont toutes été revues lors de cette étude (plus de 5000 spécimens ont été examinés).

Aux résultats paléontologiques et biostratigraphiques nouveaux obtenus, sont intégrées les données issues de publications antérieures (et référencées dans le texte) et en particulier la thèse de Rousselle (1965) sur les brachiopodes marocains. Celle-ci a fait l'objet d'une étude attentive, tant sur le plan de l'acceptation des espèces que sur leur extension verticale et leur répartition géographique. Les espèces telles qu'elles furent étudiées par Rousselle sont le plus souvent conçues avec une grande variabilité. Une autre difficulté dans cette thèse réside dans le fait que les gisements propres à chaque espèce sont difficiles à situer car ils ne sont indiqués que par des sigles dans les descriptions. Il faut alors se reporter à la provenance du matériel indiquée fort précisément d'ailleurs (pages 26–33). Pour faciliter notre travail de synthèse, nous avons reporté les informations sur l'âge et la distribution géographique des espèces au Maroc sur nos fiches paléontologiques. Ce report nous a permis de prendre en compte pour la première fois, et dans le détail, les données de Rousselle. Les schémas cartographiques I et II (Rousselle, 1965, entre les pages 26–29) indiquant la localisation des gisements marocains nous ont été fort utiles (voir plus loin, à propos de la cartographie des Formations (Fm.) Bou Akrabène et Ich Timellaline), de même que l'esquisse géologique des synclinaux d'El Mers et de Skoura, dans le Moyen-Atlas (Du Dresnay, 1963a : Fig. 2) et du Jbel Mechkakour, dans le Haut-Atlas oriental (Du Dresnay, 1963b).

L'analyse des travaux antérieurs et les nouveaux résultats biostratigraphiques et paléontologiques obtenus (certains résultant de collectes très récentes) nous permettent de proposer une échelle biostratigraphique des brachiopodes jurassiques moyens valable pour la marge sud de la Téthys occidentale (Fig. 2). Celle-ci précise et complète la biostratigraphie précédemment établie (Alméras et al., 1994 : Fig. 7). Une attention particulière sera accordée aux corrélations avec la marge nord-téthysienne française (Provence méridionale,

Corbières, Quercy). Les gisements étudiés du Maroc et de l'Algérie occidentale se répartissent en plusieurs ensembles paléogéographiques et paléostructuraux, qui sont souvent compartimentés en bassins et en seuils selon une mosaïque complexe (Elmi, 1998; Elmi et al., 1998).

## 2. Zonation du Jurassique moyen par les brachiopodes

Cette zonation est corrélée avec la chronostratigraphie standard des ammonites de la province subméditerranéenne (Enay et al., 1987; Elmi et al., 1998; Groupe Français d'Étude du Jurassique, 1997) (Figs. 2 et 3)

### 2.1. Intervalle d'absence

(Aalénien inférieur, zone à Opalinum).

Cet intervalle localement daté par ammonites ne nous a pas livré de brachiopodes.

### 2.2. Zone à *Stroudithyris pisolithica*

(Aalénien moyen, zones à *Murchisonae* et à *Bradfordensis*) (Faune F1).

#### 2.2.1. Espèce-indice : *Stroudithyris pisolithica* (Buck.)

Espèce-indice retenue car beaucoup plus fréquente dans le Haut-Atlas central que *Monsardithyris trilineata* (Y. et B.) adoptée et bien représentée sur la marge nord-téthysienne française (Alméras et al., 1997 : tabl. XIXa). La deuxième espèce-indice, *Pseudoglossothyris brebissoni* (Desl.), de morphologie très caractéristique, n'a pas été découverte sur la marge sud-téthysienne. Les *Ferrythyris* n'ayant également pas été observés, la sous-zone inférieure à *Ferrythyris elianae* corrélée en Provence avec la sous-zone à *Haugi* (base de la zone à *Murchisonae*) (Fig. 2), n'a pu être mise en évidence.

#### 2.2.2. Faune associée (F1)

*Curtirynchia oolithica* (Dav.), *Globirynchia subobsoleta* (Dav.), *Gl. tatei* (Dav.), *Stroudithyris arenaria* (Buck.) (dernière apparition) dans le Haut-Atlas central (Jbel Mjdidier) et (seulement à Amellago) *Monsardithyris trilineata* (Y. et B.). A Igueur-Aourarh, dans le Causse moyen-atlasique, dans des niveaux calcaires à faunes silicifiées avec *Ludwigia* sp. (Rousselle, 1965, 1972) : *Rhynchonelloidea dresnayi* (Rouss.), *R. dubari* (Rouss.) et *Loboidothyris ? perovalis ?* (non Sow.) in Rousselle, 1965 : pl. 6, Figs. 1–13. Nous rapportons au genre *Rhynchonelloidea* Buck. ces deux espèces de Rhynchonellidés attribuées avec doute au genre *Stolmorhynchia* Buck. lors de

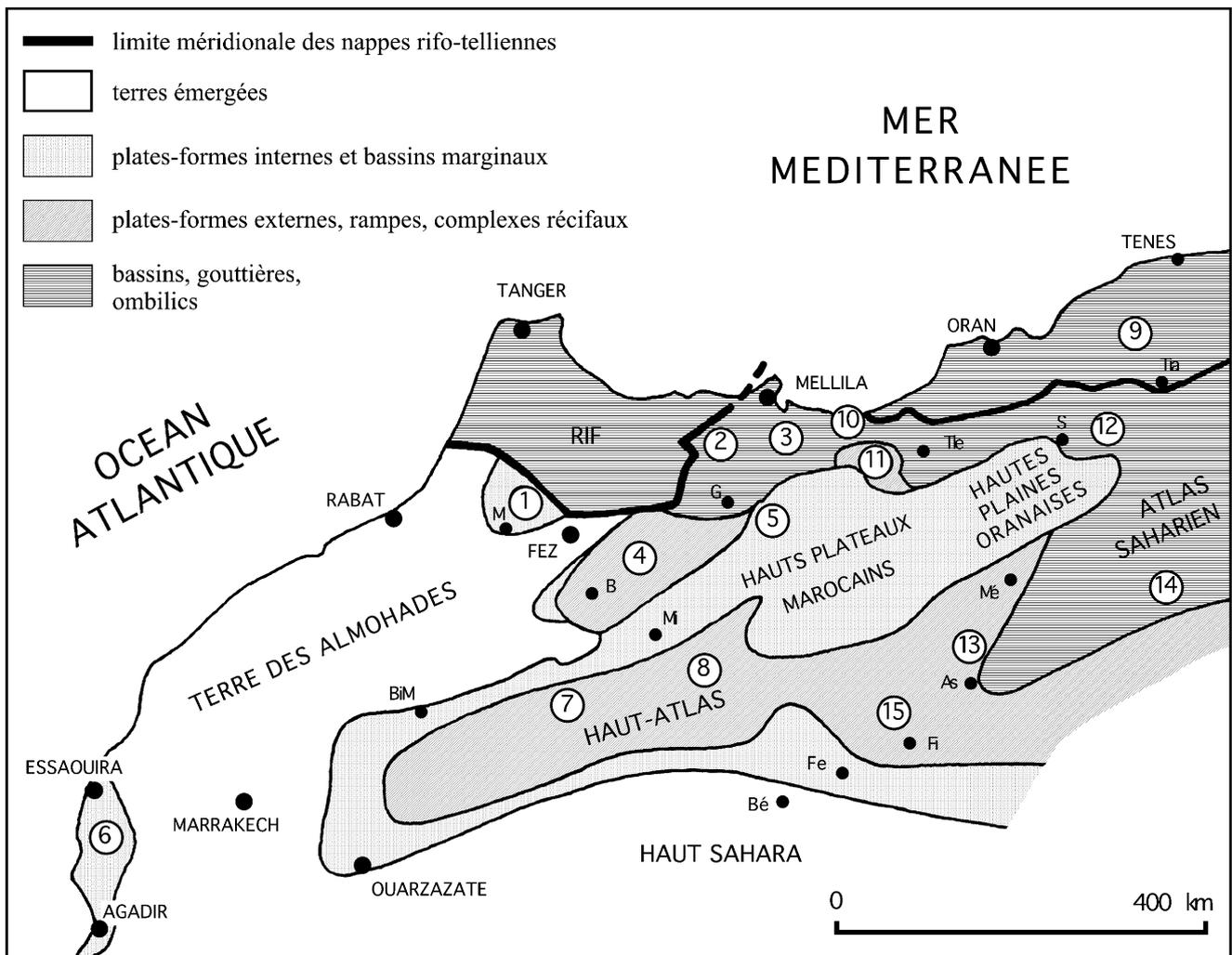


Fig. 1. Principales régions du Maroc et de l'Algérie occidentale, supports de l'étude biostratigraphique et paléobiogéographique des brachiopodes du Jurassique moyen, replacées dans une paléogéographie simplifiée du Bajocien supérieur. Les références bibliographiques aux cartes ou schémas géologiques détaillés permettant de situer les gisements à brachiopodes cités dans le texte sont indiquées à propos de chaque région. **1. Rides Sud-Rifaines** (Maroc septentrional) (Faugères et Rousselle, 1972 : Fig. 1) : Jbel Zerhoun. **2. Maroc nord-oriental** (Mehdi et al., 1994 : Fig. 1) : Terni Masgout. **3. Monts d'Oujda** : Jbel Zraig, Oued Tazzougart. **4. Moyen-Atlas** (Du Dresnay, 1963a : Figs. 1, 2 ; Rousselle, 1965, schémas cartographiques I et II), avec : **Causse moyen-atlasique** : Igueur-Aourarh, Talloum. **Moyen-Atlas plissé** : Bou Rached, synclinal de Skoura (Taferdoust, Tazoudat, Tghradouine), Jbel Tichoukt, Boulemane, synclinal d'El Mers (Athia, Amzouj, Ait Kermouss, Bou Izrane, Tizi n'Sougueur), synclinaux d'El Faïchat, Bou-Angar et Ahlas. 4° Ride anticlinale : Tizi Nehassa et Mibladène. **5. Hauts-Plateaux marocains** (Rousselle, 1965, schéma cartographique I) : Taourirt (Bassin de Guercif), Guéfaït, Rekkame, secteur de Tendara. **6. Haut-Atlas occidental** : bassins d'Essaouira et d'Agadir. **7. Haut-Atlas central** (Poisson et al., 1998 : Fig. 1 ; pour le Haut-Atlas de Midelt : Alméras et Sadki, 1992 : Fig. 1). Kasbat Fliho, Aïn Outtat, Talghem, Jbel Msedrid (Haut-Atlas de Midelt). Rich, flancs de l'Oued Rhéris, Amellago, flancs de l'Oued Midjadder, Jbel Mijdidder, Tizi Tagountsa. Régions de Tounfite et Imilchil (Tarsent, Bouali, Trrhist). Secteur de Tinghir-Dadès. Synclinal d'Aït Attab. **8. Haut-Atlas oriental**. Anoual (Haddoumi et al., 1998 : Fig. 1). Jbel Mechkakour (Aïn Mellouk) (Du Dresnay, 1963b). **9. Ouarsenis (Tell algérien)**. Kef Sidi Amar (Grand Pic) (Benhamou, 1996 : Fig. 2). Secteur de Mendès : Bou Hadjar, Douar Ardja Efrad (Atrops et Alméras, 2005 : Fig. 1). **10. Monts des Traras** (Ameur, 1999 : Fig. 3) : Djebel Nador Srir (Fillaoussène), Sidi Mohammed Chérif (Djebel Gorine). Chabet Sof Ahmed, Bou Amoud, Fenakech, Sidi Boudjenane. **11. Monts de Tlemcen et de Rhar Roubane** (Elmi, 1983 : Fig. 2 ; Mekahli, 1988 : Fig. 1). Sidi Yaya Ben Sefia, Sidi Yacoub ; Bled el Kerial, près des Beni Bahdel ; Horsts occidentaux (Déglène, Rochers en face de Déglène, Khorchef). **12. Monts de Saïda** : Djebel Ben Kmer, Djebel Modzbab. **13. Monts des Ksour occidentaux** (Mekahli, 1998 : Figs. 2, 3) : El Harchaïa, Djebel Souïga (avec Djebel Tifkirt), Aïn Ouarka, Djebel Zerga de Sfisifa, Ben Ikrou, Si-Sliman-ben-Moussa (près d'Aïn Sefra), Forthassa Rhabia, Djebel Guettaï. **14. Monts des Ksour orientaux** : El Bayadh, El Ghassoul, Kheneg es-Somm, Khanguet Melah, Djebel Taggout. **15. Haut-Atlas de Figuig** : Djebel Grouz (Hassi Diab) à l'Ouest de Figuig. Jbel Klakh (M' Daouir) (Du Dresnay, 1963c). **Principales localités** : As, Aïn Sefra ; B, Boulemane ; Bé, Béchar ; BiM, Béni-Mellal ; Fe, Fendi ; Fi, Figuig ; G, Guéfaït ; M, Meknès ; Mé, Mécheria ; Mi, Midelt ; S, Saïda ; Tia, Tiaret ; Tle, Tlemcen.

Fig. 1. Main areas of Morocco and Western Algeria replaced in a Late Bajocian simplified palaeogeography. References to geological maps or schemes allowing to situate localities with Middle Jurassic brachiopods, are mentioned for each area.

leur création (Rousselle, 1965), puis rapportées au genre plus récent *Rhynchonelloidella* Muir–Wood (Rousselle, 1972) dont l'espèce-type *Rhynchonelloidella smithi* (Walker–Dav.) se situe dans le Fuller's Earth Rock (Bathonien moyen) d'Angleterre.

En Algérie occidentale, dans les Monts de Rhar Roubane (Sidi Yacoub), le membre médian des Calcaires en bancs lités (Fm. Dolomie de Déglène) a livré *Stroudithyris pisolithica* et *S. frederici-romani* (Roché) (Mekahli et al., 1993).

ETAGES	ZONATION AMMONITES		BRACHIOPODES			
	ZONES	sous-zones	MARGE SUD-TETHYSIENNE		MARGE NORD-TETHYSIENNE	
	ZONES	sous-zones	ZONES	sous-zones	sous-zones	ZONES
CALLOVIEN	LAMBERTI					
	ATHLETA					
	CORONATUM		BIHENITHYRIS WEIRI			DORSOPLICATHYRIS DORSOPLICATA
	ANCEPS					
	GRACILIS		DORSOPLICATHYRIS DORSOPLICATA			ROBUSTIRHYNCHIA TENUIFORMIS AROMASITHYRIS ALMERASI
	BULLATUS					
BATHONIEN	DISCUS					
	RETROSTATUM	Hannoveranus Blanazense			WATTONITHYRIS CIRCUMDATA - ARCEYTHYRIS DIPTYCHA	
	BREMERI		BURMIRHYNCHIA TURGIDA TUBITHYRIS GLOBATA			BURMIRHYNCHIA TURGIDA TUBITHYRIS GLOBATA
	MORRISI SUBCONTRACTUS					RUGITELA POWERSTOCKENSIS
	AURIGERUS	Tenuiplicatus Recinctus	KALLIRHYNCHIA ORANENSIS CYMATORHYNCHIA REYNESI	Rugitela cadomensis Sphaeroidothyris szajnochai	Rugitela cadomensis Tubithyris whatleyensis	CYMATORHYNCHIA REYNESI (ex. FORMOSARHYNCHIA DUMORTIERI)
	ZIGZAG	Macrescens Parvum		Burmihynchia athiensis (1)	Caucasella voulensis	
BAJOCIEN	PARKINSONI	Bomfordi Densicostata Acris				
	GARANTIANA					
	NIORTENSE			Flabellothyris oranensis		LISSAJOUSITHYRIS MATISCONENSIS
	HUMPHRIESIANUM	Blagdeni Humphriesianum Romani	BURMIRHYNCHIA TERMIERAE	B. termierae		
	PROPINQUANS		MONSARDITHYRIS CORTONENSIS	Morrisithyris phillipsiana	Morrisithyris phillipsiana	MONSARDITHYRIS CORTONENSIS
	LAEVIUSCULA			Rhactorhynchia distracta	M. cortonensis Cym. gingensis	
DISCITES		RUGITELA cf. HUGHESI		Loboidothyris perovalis	CONAROTHYRIS OPIMA	
CONCAVUM				C. opima R. subangulata		
AALINIEN	BRADFORDENSIS		STROUDITHYRIS PISOLITHICA		Stroudithyris pisolithica	PSEUDOGLOSSOTHYRIS BREBISSEI MONSARDITHYRIS TRILINEATA
	MURCHISONAE	Murchisonae Haugi			Ferrythyris elanae	
	OPALINUM					

Fig. 2. Zonations comparées des brachiopodes jurassiques moyens sur les marges nord et sud de la Téthys occidentale. (1) : niveau coquillier majeur à *Holcothyris rotunda* Sahni (Bathonien inférieur basal, sous-zone à Parvum).

Fig. 2. Compared Zonations of the Middle Jurassic Brachiopods on the Northern and Southern Margins of the Western Tethys. (1): major shell deposit with *Holcothyris rotunda* Sahni (Lowermost Early Bathonian, Parvum Subzone).

### 2.3. Zone   *Rugitela cf. hughesi*

(Aalénien supérieur, zone à Concavum–Bajocien inférieur basal, zone à Discites) (**Faune F2**).

#### 2.3.1. Espèce-indice

*Rugitela cf. hughesi* (non Walker–Dav.) in Sadki et Alméras, 1992 : pl. I, figs. 1–3. Les Zeilleriid es abondants dans le Haut-Atlas ne peuvent être que rapproch es de *Rugitela hughesi* (voir commentaire sur la détermination de l'espèce in Sadki et Alméras, 1992 : p. 96 et 98 et in Alméras et al., 1994 : p. 228). Les *Conarothyris*, dont l'espèce-type *C. opima* Cooper identifie la zone à *Conarothyris opima* (corrélée avec les zones à Concavum et à Discites) sur la marge nord-téthysienne

française, n'ont pas été observ es. D'où sa substitution par la zone à *Rugitela cf. hughesi*, espèce-indice largement représentée dans le Haut-Atlas de Midelt.

#### 2.3.2. Faune associée (F2)

*Acanthothyris oligocantha* Branco, *A. tenuispina* Waagen, *Lophrothyris contracta* Buck., *Zeilleria cf. truncatella* (Rothpletz) dans la région de Rich (Haut-Atlas de Midelt) (Sadki et Alméras, 1992). *Rhynchonelloidea subangulata* (Dav.) et *Globirhynchia grayi* (Richardson et Upton) au Jbel Mijdidier. *Pseudogibbirhynchia petitclerci* (Haas) et *Monsardithyris loubensis* Alméras et Moulan   Tizi Nehassa, sur la 4<sup>e</sup> ride anticlinale du Moyen-Atlas, dans les couches de passage des Couches de Mibladène aux Couches d'Iwansitn (Benshili,

ETAG.	ZONATION AMMONITES		ESPECES-INDICES DE ZONES ET SOUS-ZONES ET FAUNES ASSOCIEES (F1-F8)
	ZONES	sous-zones	
CALLOVIEN	LAMBERTI		
	ATHLETA		
	CORONATUM		
	ANCEPS		
	GRACILIS		
	BULLATUS		
BATHONIEN	DISCUS		
	RETROSTATUM	Hannoveranus	
		Blanazense	
	BREMERI		
	MORRISI SUBCONTRACTUS		
	AURIGERUS	Tenuiplicatus	
		Recinctus	
ZIGZAG	Macrescens		
	Parvum		
BAJOCIEN	PARKINSONI	Bomfordi	
		Densicostata	
		Acris	
	GARANTIANA		
	NIORTENSE		
	HUMPHRIESIANUM	Blagdeni	
		Humphriesianum	
Romani			
PROPINQUANS			
LAEVIUSCULA			
DISCITES			
AALENIEN	CONCAVUM		
	BRADFORDENSIS		
	MURCHISONAE		
	OPALINUM		

Fig. 3. Zonation synthétique (espèces-indices et Faunes associées F1 à F8 ; voir texte) des brachiopodes jurassiques moyens sur la marge sud de la Téthys occidentale.  
Fig. 3. Synthetic Zonation (Index-species and associated Faunas F1 to F8, see explanation and species lists in the text) of the Middle Jurassic Brachiopods on the Southern Margin of the Western Tethys.

1989). En Algérie occidentale, *Linguithyris hugheni* (Rollier) dans les Traras (Sidi Boudjenane).

#### 2.4. Zone à *Monsardithyris cortonensis*

(Bajocien inférieur, zones à *Laeviuscula* et à *Propinquans*)  
(Faune F3).

##### 2.4.1. Espèce-indice

*Monsardithyris cortonensis* (Buck.). Voir figuration in Alméras et Moulan, 1988 : pl. 7, Figs. 6–10. Espèce-indice

rencontrée dans le Moyen-Atlas (Tizi Nehassa et Mibladène sur la 4<sup>e</sup> ride anticlinale) et dans le Haut-Atlas (région de Rich et Jbel Mijdider).

##### 2.4.2. Faune associée (F3)

*Rhactorhynchia brevis* Buck., *Euidothyris dorsoplana* (Waagen), *Monsardithyris loubensis* Alméras et Moulan, *Rugitela hughesi* (Dav.) au Jbel Mijdider et pour le seul secteur de Rich : *Acanthothiris tenuispina* (Waagen). Faune également présente dans les Couches d'Iwansitn du Moyen-Atlas (Tizi Nehassa, Mibladène) avec *Rhactorhynchia distracta*

(Waagen), *Parvirhynchia parvula* (Desl.), *Monsardithyris cortonensis*, *M. loubensis* et *Rugitela hughesi*.

#### 2.4.3. Subdivisions

- Sous-zone à *Rhactorhynchia distracta*

(Bajocien inférieur, zone à *Laeviuscula*) (**Faune F3a**).

*Rhactorhynchia distracta* (Waagen), étant bien représenté à Rich et au Jbel Mijdid, devient espèce-indice de sous-zone en lieu et place de *Cymatorhynchia gingensis* (Waagen) (cf. Alméras et al., 1997 : tabl. XIXa), espèce également présente mais moins fréquente.

**Faune associée (F3a)** : aux espèces de la Faune F3, il faut ajouter : *Cymatorhynchia gingensis*, *C. fageae* (Besairie), *Charltonithyris uptoni* Buck., *Conarothyris eudesiana* (Buck-Dav.) au Jbel Mijdid. Pour le seul secteur de Rich (et à la base de la zone à *Laeviuscula*, sous-zone à *Ovalis*) : *Zeilleria* cf. *truncatella* (Rothpletz).

- Sous-zone à *Morrisithyris phillipsiana*

(Bajocien inférieur, zone à *Propinquans*) (**Faune F3b**).

L'espèce-indice, *M. phillipsiana* (Walker-Dav.) et la **Faune associée (F3b)** (excepté *P. parvula*) n'ont été observées qu'au Jbel Mijdid. Il s'agit de : *Parvirhynchia parvula* (Desl.), « *Rhynchonella* » *andreae* Haas et Petri, *Monsardithyris germanica* (Rollier) et *Millythyris* (?) *brusquetensis* Alméras et Moulan. *Parvirhynchia parvula* a aussi été collecté dans les Couches d'Iwansitn à Mibladène et dans le Haut-Atlas central (secteur d'Imilchil).

*Morrisithyris phillipsiana* est représenté par de nombreux et grands exemplaires caractéristiques dans le secteur d'Amellago (Haut-Atlas central), dans des niveaux situés à mi-hauteur du flanc nord de la vallée de l'Oued Rhéris (au-dessus de la première falaise datée de l'Aalénien). Ces niveaux peuvent être assimilés aux « *Phillipsiana beds* » des auteurs anglais.

#### 2.5. Zone à *Burmhirhynchia termierae* (*sensu stricto*, in Alméras et Sadki, 1992)

(Bajocien inférieur terminal, zone à *Humphriesianum*–Bajocien supérieur, zone à *Niortense*) (**Faune F4**).

##### 2.5.1. Espèce-indice : *Burmhirhynchia termierae* Rouss. pars (*sensu Alméras et Sadki, 1992*)

L'espèce-indice existe également dans la zone à *Humphriesianum*, à la base de la Fm. Mahmal du Negev (Parnès, 1981). En Arabie Saoudite centrale, son extension verticale recouvre l'intervalle zone à *Humphriesianum* — zone à *Garantiana* (= zone avec « *Ermoceras primitifs* » — zone à *Magharensis* de la province arabique ; Enay et Mangold, 1994 : Fig. 2).

##### 2.5.2. Nouveaux résultats paléontologiques et biostratigraphiques

Nous restreignons l'acception de *Burmhirhynchia termierae* aux formes des zones à *Humphriesianum* et à *Niortense*. La description de cette espèce-indice de zone et de sous-zone, sa variabilité morphologique, ses caractères internes sont le mieux documentés dans le Haut-Atlas au Sud de Midelt (voir Alméras

et Sadki, 1992). Les différences avec *Burmhirhynchia athiensis* sont indiquées à propos de cette espèce.

##### 2.5.3. Faune associée (F4)

*Cymatorhynchia quadriplicata* (Zieten), « *Rhynchonella* » *andreae* Haas et Petri, *Monsardithyris ventricosa* (Zieten), *Zeilleria subbucculenta* (Chapuis et Dewalque).

La zone comporte deux sous-zones séparées par un intervalle d'absence.

##### 2.5.4. Subdivisions

- Sous-zone à *Burmhirhynchia termierae* (*sensu stricto* in Alméras et Sadki, 1992)

(zone à *Humphriesianum*, sous-zones à *Romani* et à *Humphriesianum*) (**Faune F4a**).

**Espèce-indice** : *Burmhirhynchia termierae* (*sensu stricto*, in Alméras et Sadki, 1992).

**Faune associée (F4a)** : les espèces de la Faune (F4) auxquelles il faut adjoindre : *Burmhirhynchia* nov. sp. 2 (Alméras, 1987 : pl. 1, Figs. 11–16), *Rhactorhynchia brevis* Buck., « *Rhynchonella* » cf. *phaseolina* (non Desl., in Rousselle, 1965 : pl. 2, Figs. 9, 10), *Acanthothiris subglobosa* Seifert, *Parvirhynchia parvula* (Desl.), *Sphenorhynchia* cf. *longula* (Rollier), *Monsardithyris germanica* (Rollier), *M. ronzevauxi* Alméras, *M. cf. crickleyensis* (Buck.), *Stiphrothyris* (?) *mouterdei* Alméras, *Tubithyris* sp. gr. *T. wrighti* (Dav.), *Rugitela* cf. *Zeilleria cuneata* Rollier (in Rousselle, 1965 : pl. 17, Figs. 5–7).

**Répartition géographique** : l'association (F4a) est bien représentée dans le Haut-Atlas de Midelt (Kasbat Fliilo, Aïn Outtat et environs, ride de Talghemt). Elle se retrouve dans le Haut-Atlas central, au Tizi Tagountsa (Jbel Mijdid), dans les régions de Tounfite et Imilchil (Tarsent, Bouali, Trrhist) ainsi que, sur sa bordure sud, dans le secteur de Tinghir-Dadès. L'extension verticale de la sous-zone est la mieux documentée à Kasbat Fliilo (Alméras et Sadki, 1992 : Fig. 2 ; Sadki, 1996) et sur la ride de Talghemt (Sadki, 1996 : p. 64, Fig. 26). A Kasbat Fliilo, la Faune associée (F4a) n'est plus représentée dans la sous-zone à *Blagdeni* identifiée par *Chondroceras orbignyanum* (Wright), *Normannites orbignyi* (Buck.) et *Teloceras* cf. *quenstedti* (Roché). Au col de Talghemt, elle se situe aussi dans la zone à *Humphriesianum*, sous le « Calcaire corniche » dans lequel un joint marneux a fourni des spécimens miniaturisés de *Rugitela* cf. *Zeilleria cuneata*.

Dans le Moyen-Atlas, la Faune associée (F4a), sans *Burmhirhynchia termierae* s. str., se situe dans la Fm. Marnes de Boulemane, sur la coupe-type de Boulemane, au pied sud-est du Jbel Tichoukt et à Aït Kermouss. Rousselle (1965) cite la Faune (F4a), sans *B. termierae*, dans la Causse moyen-atlasique (Talloum), dans le Moyen-Atlas (secteur de Bou-Rached, synclinaux de Skoura, d'El Mers, d'El-Faïchat et de Bou-Angar), ainsi que dans le Haut-Atlas central (secteur de Tounfite). Nous n'avons rencontré *B. termierae* s. str. qu'au Sud du Moyen-Atlas, dans le secteur de Mibladène où l'espèce est associée à de nombreux spécimens caractéristiques de *Stiphrothyris* (?) *mouterdei* dont l'extension verticale admise jusqu'ici se limite à la zone à *Humphriesianum*.

*Burmihynchia termierae* s. str. et la Faune associée (F4a) n'ont pas été observés dans la zone à Humphriesianum d'Algérie occidentale, excepté dans l'Ouarsenis où au Kef Sidi Amar (coupe des galeries) quelques exemplaires de *Monsardithyris ventricosa* (Zieten) ont été trouvés avec *Chondroceras* sp. (coll. Benhamou).

- Intervalle d'absence

(Bajocien inférieur terminal, sous-zone à Blagdeni).

En Algérie occidentale et au Maroc, il est difficile de mettre en évidence la sous-zone à Blagdeni. Lorsque la sous-zone est reconnue grâce aux ammonites (à Kasbat-Flilo et peut-être à Aït Kermouss), les brachiopodes y sont absents.

- Sous-zone à *Flabellothyris oranensis*

(Bajocien supérieur basal, zone à Niortense) (**Faune F4b**).

**Espèce-indice** : *Flabellothyris oranensis* (Flamand)

L'âge de *Fl. oranensis* a fait l'objet de nombreuses publications (voir Alméras et al., 1994 : p. 230). Cette espèce épirécifale a d'abord été utilisée pour identifier le Bathonien (Flamand, 1911 : pl. 11, Fig. 11), mais l'ambiguïté de sa valeur stratigraphique a été déjà soulignée (Gardet et Gérard, 1946). Son âge est en réalité plus ancien. Dans la Fm. Récifa (Moyen-Atlas plissé), *Fl. oranensis* est associé aux *Ermoceras* du « Calcaire corniche » (Choubert et Faure-Muret, 1960–1962; Rousselle, 1963, 1965). Cette association avec les *Ermoceras* est également bien documentée dans le Haut-Atlas oriental (Du Dresnay, 1963b, 1963c), en bordure des Rides sud-rifaines (Faugères et Rousselle, 1972). En Algérie occidentale, dans les Monts des Ksour, l'holotype de l'espèce provient de Si-Sliman ben-Moussa, près d'Aïn Sefra (Flamand, 1911). Les autres gisements cités par Flamand se situent le long de la route d'Aïn Sefra à Founassa, à l'Ouest d'Aïn Sefra et au Djebel Zerga de Sfisifa.

*Flabellothyris oranensis* est également connu dans la Fm. Mahmal du Negev. L'espèce y est corrélée avec la faune à *Ermoceras* au Gebel Maghara (Parnès, 1981).

**Faune associée (F4b)** : la faune (F4) avec *Burmihynchia termierae* s. str. à laquelle il faut adjoindre : *Rhactorhynchia termieri* Rouss., *Baeorhynchia transversa* Cooper, *Monsardithyris uniplicata* (Rouss.), *M. buckmaniana* (Walker-Dav.), *Tubithyris chouberti* Rouss., *T. wrighti* (Dav.), *Gigantothyris gigantea* Seifert et *Rugitela prebullata* Rouss.

**Répartition géographique** : la faune associée (F4b) existe dans la Fm. Grès du Zerhoun, du Jbel Zerhoun, dans les Rides sud-rifaines (Faugères et Rousselle, 1972). Dans le Moyen-Atlas, le matériel collecté nous a permis de la retrouver dans les synclinaux d'El Mers (Aït Kermouss, Amzouj) et de Skoura (Taferdoust, Oued Guigou au niveau de Taferdoust et sud de Tazoudat dans la région de Tghradouine). A Aït Kermouss, nous avons collecté *M. ventricosa* (Zieten), *T. agapae* (De Gregorio) et *R. prebullata* au sommet de la première Corniche (Récifa 1), au-dessus du niveau à *Teloceras* (coll. Fedan) et sous les *Ermoceras* (coll. Du Dresnay). Rousselle (1965) cite la Faune (F4b) avec *Fl. oranensis* sur les Hauts-Plateaux marocains (Guéfait et Rekkame) ainsi que dans le Moyen-Atlas plissé (secteur de Bou-Rached, synclinaux de Skoura et d'El Mers).

La faune associée (F4b) se retrouve dans le Haut-Atlas de Midelt : coupes au SW de Midelt (Kasbat Flilo, Aïn Outtat) et sur

la ride de Talghemt (coll. Igroulan et Sadki) où *B. termierae* s. str., *Fl. oranensis*, *R. prebullata* et *Z. subbucculenta* (Chapuis et Dewalque) ont été collectés juste au-dessus de la première barre comparable au « Calcaire corniche » (Sadki, 1996). Elle se rencontre aussi (déterminations Y. Alméras) dans le Haut-Atlas central (Tizi Tagountsa au Jbel Mijdidier et synclinal des Aït Attab) ainsi que dans le Haut-Atlas oriental (partie occidentale du Jbel Mechkakour, Du Dresnay, 1963b) et dans le Haut-Atlas de Figuig (Jbel Klakh, Du Dresnay, 1963c).

En Algérie occidentale, la sous-zone à *Flabellothyris oranensis* a été mise en évidence dans les Monts de Rhar Roubane (Bled el Kerial, près des Beni Bahdel) et dans les Monts des Ksour (Djebel Guettaï, Forthassa Rhabia, Djebel Zerga de Sfisifa, Aïn Ouarka). Le gisement de Bled el Kerial bien daté par ammonites de la zone à Niortense a livré *Apringia coarctata* (Oppel), *Striirhynchia subechinata* (Oppel), *Monsardithyris uniplicata* (Rousselle), *Linguithyris mykonionensis* (Di Stefano) et *L. seguenzae* (Di Stefano) (Alméras et al., 1994). Dans les Monts des Ksour, au Djebel Guettaï, *B. termierae* s. str., *M. uniplicata* et *R. prebullata* sont fréquents dans plusieurs niveaux des Membres Guettaï et El Gouachiche (Alméras et al., 1994). Une barre de calcaire bioclastique y a fourni des ammonites dont *Ermoceras* gr. *mogharensis* Douvillé. Au-dessus, un niveau (GT 124) a livré 12 spécimens assez mal conservés de *B. termierae* s. str., avec latéralement (mais en éboulis) *Garantiana* cf. *garantiana* (d'Orb.), ce qui conduirait à envisager que la sous-zone à *Flabellothyris oranensis* franchisse la limite zone à Niortense — zone à *Garantiana*. A Aïn Ouarka, la Faune associée (F4b) se situe dans les faciès latéraux aux formations récifales R1 à R3 et au-dessus de R3 (Alméras et al., 1994; Ouali-Mehadjii, 1995). Enfin, dans la partie algérienne du Djebel Grouz, à l'Ouest de Figuig, *B. termierae* s. str. a été collecté à la base de la barre supérieure de Hassi-Diab (Elmi et al., 1998), ce qui permet de reconnaître les zones à Humphriesianum et à Niortense.

## 2.6. Intervalle d'absence (Bajocien supérieur, zone à *Garantiana*—partie inférieure de la zone à *Parkinsoni*)

Les niveaux correspondant à cet intervalle sont généralement mal repérés, soit par lacune stratigraphique, soit par l'absence d'ammonites.

## 2.7. Zone à *Kallirhynchia oranensis* et à *Cymatorhynchia reynesi*

(Bajocien supérieur, partie supérieure de la zone à *Parkinsoni*—Bathonien inférieur, zones à Zigzag et à *Aurigerus*) (**Faunes F5a et F5b**).

### 2.7.1. Espèces-indices

*Kallirhynchia oranensis* (Flamand) représenté dans le Moyen-Atlas (secteur de Bou-Rached, Takaramount entre le Jbel Arhezdis et la Moulouya ; Rousselle, 1965) et (observations personnelles) sur les Hauts-Plateaux marocains (Guéfait) ainsi qu'en Algérie occidentale, dans les Monts des Ksour. *Cymatorhynchia reynesi* (Oppel) présente dans les Traras,

les Monts de Rhar Roubane et de Saïda. *Kallirhynchia oranensis* a aussi été rencontré dans la Fm. Laptal (Bathonien inférieur) de Takkhola (Népal central) (Alméras et al., 1996 : Figs. 10b–c).

### 2.7.2. Remarques paléontologiques

*Kallirhynchia oranensis* a été créé (Flamand, 1911 : pl. 11, Figs. 13–16) sous le nom de « *Rhynchonella* » *royeri* d'Orb. *oranensis* nov. var. pour des spécimens du Bajocien supérieur terminal (sous-zone à Bomfordi) du Khanguet-Melah, au SE de Boualem (voir plus loin, justification de cet âge). « *Rhynchonella* » *sublacunosa* (non Szajnocha, in Flamand, 1911 : pl. 7, Fig. 5) et « *Rhynchonella* » *dumortieri* (non Szajnocha, in *ibid* : pl. 11, Figs. 6, 7), présents dans les mêmes niveaux à El Harchaïa (Monts des Ksour) sont également des *K. oranensis*. En conséquence, *F. dumortieri sensu* Flamand ne doit donc pas rentrer dans la synonymie de *Burmirhynchia termierae sensu lato* contrairement aux hypothèses de Rousselle (1965 : p. 37). D'autre part, *K. oranensis guéfaitensis* (Rouss.) de Guéfait et de Bou-Rached représente un morphotype de *K. oranensis* à commissure frontale le plus souvent symétrique (car les deux formes coexistent dans les mêmes niveaux à El Harchaïa ; voir Alméras et al., 1994 : pl. 2, Figs. 5, 6).

La vraie *Formosarhynchia dumortieri* (Szajnocha, 1879 : pl. 7, Figs. 4–6) et *Cymatorhynchia reynesi* (Oppel, 1865), dont la localité-type se situe sur la bordure ardéchoise (Pont-des-Etoiles, à Rompon), ne constituent qu'une seule et même espèce, *C. reynesi* (Alméras et Elmi, 1996 : p. 232). En fonction de la règle d'antériorité dans la création des espèces, la dénomination de « zone à *Cymatorhynchia reynesi* » doit remplacer celle de « zone à *Formosarhynchia dumortieri* » corrélée avec le Bajocien supérieur terminal et le Bathonien inférieur sur la marge nord-téthysienne française et proposée par Alméras et al. (1997 : tabl. XIX a, b).

### 2.7.3. Subdivision de la zone à *Kallirhynchia oranensis* et à *Cymatorhynchia reynesi*

On distingue deux sous-zones et un niveau coquillier majeur.

- Sous-zone à *Burmirhynchia athiensis*

(Bajocien supérieur, partie supérieure de la zone à Parkinsoni–Bathonien inférieur basal, sous-zone à Convergens = sous-zone à Parvum de l'échelle subméditerranéenne) (**Faune F5a**).

**Définition** : la sous-zone se définit par l'apparition de *Burmirhynchia athiensis* Rouss., *Kallirhynchia oranensis* (Flamand), *Cymatorhynchia reynesi* (Oppel), *Caucasella vultensis* (Oppel) et *Sphenorhynchia zraigensis* (Dareste de la Chavanne) (Fig. 4).

Cette limite inférieure de sous-zone est bien datée à Guéfait (*K. oranensis* dans la sous-zone à Bomfordi) et dans le synclinal d'El Mers, à Amzouj, où de nombreux et beaux spécimens de *B. athiensis* (coll. Enay et Mangold) ont été collectés dans la Fm. Bou Akrabène associés à « *Clydoniceras* » *avus* (Arkel). On note la dernière apparition de *Monsardithyris uniplicata* (Rouss.) (Fig. 4).

**Nouveaux résultats paléontologiques et biostratigraphiques** : Rousselle (1965) a proposé de considérer comme

chronocline l'enchaînement des morphotypes A à F de *Burmirhynchia termierae* à *B. termierae preathiensis*, puis à *B. termierae athiensis*. Cette hypothèse ne résiste pas à un examen minutieux. En effet, la définition de ces transients est essentiellement basée sur des considérations biométriques de morphologie et leur distinction quantitative n'est pas évidente au vu des recouvrements des aires de dispersion des différents paramètres. Les différences signalées semblent plutôt résulter des conditions environnementales favorisant plus ou moins la croissance de ces Rhynchonelles. A notre avis, il s'agit d'une seule espèce *Burmirhynchia athiensis* présente dans le Bajocien supérieur (zone à Parkinsoni) et dans le Bathonien inférieur basal.

En effet, exceptés quelques spécimens de la Fm. Récifa (= Fm. Calcaire corniche), l'ensemble du matériel *B. termierae sensu lato* étudié par Rousselle (1965) provient des Fm. Bou Akrabène et Ich Timellaline situées au-dessus. Remarquons que la quasi-totalité des gisements cités par Rousselle se situe dans la Fm. Bou Akrabène, aucun ne semble être localisé dans la Fm. Ich Timellaline (cf. Rousselle, schéma cartographique II). Si les marnes grises ou roses à intercalations calcaires de la Fm. Bou Akrabène avec *B. athiensis* se rapportent incontestablement à la zone à Parkinsoni du Bajocien supérieur (cf. gisement d'Amzouj), l'âge de la falaise couronnant la Fm. Bou Akrabène et celui de la totalité de la Fm. Ich Timellaline méritent d'être précisés. Les deux formations sont traitées globalement et datées de la zone à Parkinsoni (Rousselle, 1965 : p. 26–33). Par contre, Fedan (1989 : p. 64 et Fig. 47) les rapporte au Bathonien inférieur. *Burmirhynchia athiensis* semble bien représenté dans le Bathonien inférieur (au moins à la base de la zone à Zigzag). En effet, à Athia (localité-type dans le synclinal d'El Mers), « l'espèce pourrait être accompagnée d'ammonites du Bathonien inférieur au niveau de la Fm. Ich Timellaline » (Rousselle, 1965 : p. 51). Du Dresnay (1963a : p. 890) cite *Morphoceras cf. replicatum* Buck. et (dans le synclinal de Skoura) *Morphoceras macrescens* Buck. au même niveau. La forte homogénéité morphologique du matériel de *B. athiensis* figuré par Rousselle et l'association, dans le Maroc nord-oriental (Massif de Terni Masgout), de *B. athiensis* avec *Oraniceras hamyanense* Flamand (Mehdi et al., 1994) confirment bien la présence de l'espèce dans la zone à Zigzag (Fig. 4).

Sur le plan paléontologique, *B. athiensis* se sépare de *B. termierae* par l'uniplication frontale plus tardive de ses coquilles qui sont moins densément costées (Nvd moyen = 13,2 contre 19,5 ; intervalles de variation : 10–18 côtes contre 15–26 côtes chez *termierae*). Le pli dorsal est également moins costé (Nb moyen = 4,7 contre 5,9 ; intervalles de variation : 3–6 contre 4–8 côtes chez *termierae*). L'absence de crêtes sur le crochet et le contour non exclusivement ovale du foramen (plus variable) constituent également des différences significatives avec *B. termierae*. Les caractères internes sont identiques chez les deux espèces.

**Répartition géographique** : on retrouve une situation semblable à celle du Moyen-Atlas dans le Haut-Atlas oriental (Jbel Mechkakour, Anoual) et dans le Haut-Atlas de Figuig (Jbel Klakh) avec les marnes et marno-calcaires à Phalodomyes

Extension verticale des principales espèces de Brachiopodes du Bajocien supérieur terminal et du Bathonien inférieur et moyen				
ETAGES	ZONES ET SOUS-ZONES D'AMMONITES			
BATHONIEN INF.-MOYEN	BREMERI		<i>Burmihynchia athiensis</i> <i>Kallirhynchia oranensis</i> <i>Cymatorhynchia reynesi</i> <i>Caucasella vultensis</i> <i>Sphenorhynchia zraigensis</i> <i>Monsardithyris uniplicata</i> <i>Wattonithyris</i> cf. " <i>T. birdlipensis</i> " <i>W. pseudomaxillata</i> (OPP.) ROUSS. <i>W. sp. gr. wurtembergica</i> (OPP.) ROUSS. <i>Rhactorhynchia termieri</i> <i>Ptyctorhynchia biplicata</i> <i>Sphaeroidothyris szajnochai</i> <i>Linguiothyris curviconcha</i> <i>Tubithyris whatleyensis</i> " <i>Terebratula</i> " <i>subegensis</i> <i>Rugitela cadomensis</i> <i>Rugitela bullata</i> <i>Antipychina bivallata</i>	
	MORRISI SUBCONTRACTUS			
	AURIGERUS	TENUPLICATUS		
		RECINCTUS		
	ZIGZAG	MACRESCENS		
		PARVUM		
BAJOCIEN	PARKINSONI	BOMFORDI		
		DENSICOSTATA		
		ACRIS		

Fig. 4. Extension verticale des principales espèces de brachiopodes dans le Bajocien supérieur terminal–Bathonien moyen de la marge sud de la Téthys occidentale. Fig. 4. Vertical extension of the main Brachiopod species in the Uppermost Late Bajocian–Middle Bathonian on the Southern Margin of the Western Tethys.

parallélisés avec les Fm. Bou Akrabène et Ich Timellalline (Du Dresnay, 1963b; Haddoumi, 1998 : Fig. 44). A Ain Mellouk (Jbel Mechkakour) et à M'Daouir (Jbel Klakh), une épaisse série de marnes et de marno-calcaires séparés par de petits bancs calcaires, parfois oolithiques, avec Pholadomyes, *Bothriopneustes galhauseni* Lambert et « *Clydoniceras* » *avus* (Arkel) nous a livré de nombreux brachiopodes : *B. athiensis*, *Monsardithyris uniplicata* (Rouss.) (dernière apparition), *Wattonithyris* cf. « *Terebratula* » *birdlipensis* Walker (in Rousselle, 1965 : pl. 8, Fig. 10), *W. pseudomaxillata* (non Muir–Wood, in Rousselle, 1965 : pl. 12, Figs. 3–17), *W. sp. gr.* de *W. wurtembergica* (non Oppel, in Rousselle, 1965 : pl. 13, Figs. 5, 6, 8) (zone à Parkinsoni). C'est la faune associée (F5a) du Moyen-Atlas (cf. Rousselle, 1965).

En Algérie occidentale, *Cymatorhynchia reynesi* (Oppel) et *Caucasella vultensis* (Oppel) semblent également apparaître dès la zone à Parkinsoni (au moins dans la partie supérieure de la zone) (Fig. 4). En effet, les deux espèces ont été collectées dans des niveaux placés à la limite Bajocien supérieur–Bathonien inférieur (Chabet Sof Ahmed, Bou Amoud, dans les Traras). Au Djebel Gorine (Sidi Mohammed Chérif), les deux espèces coexistent dans de nombreux niveaux d'une brèche à *Isocrinus* montrant le même faciès de pente qu'au Pont-des-

Etoiles (à Rompon, sur la bordure vivaro-cévenole ; voir Alméras et Elmi, 1996 : p. 204). La variabilité des deux espèces dans leur région-type est illustrée in Alméras (1997 : pl. 1) et in Alméras et Elmi (1996 : pl. 2–4). Enfin, *C. reynesi* est associé à *Sphenorhynchia zraigensis* dans le niveau à Cidaridés du Djebel Ben Kmer (Monts de Saïda), également placé à la limite Bajocien supérieur–Bathonien inférieur.

Dans les Monts des Ksour, *B. athiensis* est représenté à Ben Ikrou par des spécimens (coll. Bouterfa) identiques à ceux d'Amzouj associés avec « *Clydoniceras* » *avus*. A Khanguet-Melah (SE de Boualem), sa localité-type, *K. oranensis* provient de couches calcaréo-marneuses noires, fétides, de l'Oued Melah, où elle est associée à « *Terebratula* » *ventricosa* Hartmann (in Flamand, 1911 : pl. 11, Fig. 24), à *Pholadomya texta* Agassiz et à *Parkinsonia gr. densicostata* (Flamand, 1911 : p. 913). Cette ammonite, figurée par Flamand (pl. 11, Fig. 25) sous le nom de *Parkinsonia densicostata* Quenstedt sp., var. nov., est peut-être un *Planisphinctes* sp. indiquant la sous-zone à Bomfordi du Bajocien terminal. « *Terebratula* » *ventricosa* (in Flamand) est un *Cererithyris linguifera* (non Dav.) *uniplicata* Rouss. (cf. Rousselle, 1965 : pl. 14, Fig. 3). Nous rapportons cette espèce au genre *Monsardithyris* sur la base de sa morphologie générale, de sa planoplication frontale

et de ses caractères internes (= *M. uniplicata*). Cette détermination conduit à étendre jusqu'au sommet de la zone à Parkinsoni l'extension verticale de *M. uniplicata* dont l'acmé se situe néanmoins dans la zone à Niortense (Fig. 4). Signalons encore que la morphologie de *M. uniplicata* (*sensu* *T. ventricosa* de Flamand : pl. 11, Fig. 24) se retrouve chez « *Terebratula* » (= *Monsardithyris*) *ruspolii* Stefanini de l'Oolithe inférieure (Bajocien–Bathonien sans plus de précision) de Somalie (Stefanini, 1932 : pl. 8, Figs. 1, 2).

*Kallirhynchia oranensis* se retrouve 2 km à l'est de Khanguet-Melah, au Djebel Taggout, avec de nombreux exemplaires identiques à ceux de sa localité-type. Ils sont accompagnés de *Burmihynchia moulani* Alméras (qui indique la zone à Parkinsoni) et de *M. uniplicata* représenté par deux grands exemplaires de morphologie identique à celle de « *T.* » *ventricosa sensu* Flamand. Cette association conforte donc l'apparition de *K. oranensis* dès le sommet de la zone à Parkinsoni et l'extension verticale de *M. uniplicata* s'élevant jusqu'au sommet de cette même zone.

Enfin, dans la partie algérienne du Djebel Grouz, dans le Haut-Atlas de Figuig, la base de la barre supérieure de Hassi Diab a livré 15 exemplaires de *B. athiensis* mettant vraisemblablement en évidence la zone à Parkinsoni.

**Faune associée (F5a).** Sa composition résulte de l'exposé précédent. Outre les Rhynchonellidés déjà citées de la Faune (F5) et *Burmihynchia moulani* (1 ex. sur la ride de Talghemt, 1 ex. au Djebel Taggout), il faut ajouter les Térébratulidés : *M. uniplicata* (dernière apparition), *Wattonithyris pseudomaxillata* (non Muir–Wood, in Rousselle, 1965 : pl. 12, Figs. 3–17), *W. cf.* « *Terebratula* » *birdlipensis* Walker (in *ibid.* : pl. 8, Fig. 10) et *W. sp. gr.* de *W. wurttembergica* (non Oppel, in *ibid.* : pl. 13, Figs. 5, 6, 8). Ces dernières espèces de Térébratulidés, représentées par un petit nombre d'exemplaires dans chaque gisement, et dont l'état de conservation n'est pas toujours excellent, ne peuvent faire l'objet d'une étude morphologique et biométrique détaillées. Nous conservons les déterminations approchées de Rousselle (1965).

« **Niveau coquillier majeur** » (sous-zone à Convergens = sous-zone à Parvum de la province subméditerranéenne).

Au Djebel Souïga (Monts des Ksour), la sous-zone à Convergens (base du Bathonien inférieur) a livré, dans la Fm. Teniet-el-Klakh très épaisse (environ 700 m), des peuplements quasi monospécifiques très abondants d'*Holcothyris rotundata* Sahni, situés dans la sous-zone à *Burmihynchia athiensis*. Ils sont accompagnés de quelques exemplaires d'*Acanthorhynchia panacanthina* (Buck. et Walker), *Rugitela bullata* (Sow.) et *Sphaeroidothyris szajnochai* (Flamand) (Alméras et al., 1994). *Holcothyris rotundata* se retrouve au Djebel Tifkirt (coupe de Teniet-el-Klakh) et, dans la partie orientale des Monts des Ksour, au Kheneg-es-Somm (coll. Regagba).

Ces peuplements se sont développés dans le sillon atlasique en voie de comblement avec retour à des conditions néritiques. Ils représentent un (ou plusieurs) « niveaux coquilliers majeurs » (= « major shell deposits ») selon la terminologie de Kidwell (1979, 1986). La présence de plusieurs niveaux difficilement corrélables stratigraphiquement et spatialement à l'échelle de l'Atlas saharien ne doit pas être exclue. La même observation

peut être formulée à propos de l'abondance des brachiopodes liée aux périodes de transgression. L'intervalle de transgression peut contenir plusieurs niveaux à brachiopodes dont le nombre est lié à l'importance et aux pulsations de la transgression. On ne peut donc parler de niveau-repère, concept cher aux partisans de la seule analyse séquentielle, mais d'intervalle de temps matérialisé par plusieurs peuplements successifs. Le concept de niveau-repère ne constitue donc qu'un marqueur apparemment isochrone considéré sur de vastes régions. En réalité, ces niveaux-repère se révèlent hétérochrones lors d'études stratigraphiques régionales plus précises. L'aspect haute-résolution de ce concept est donc souvent illusoire.

À l'inverse, les zones d'absence de brachiopodes (datées par ammonites) correspondent aux périodes de fortes accumulations terrigènes ainsi qu'aux périodes de vacuité sur une plate-forme peu profonde soumise à un fort hydrodynamisme.

• Sous-zone à *Rugitela cadomensis* et à *Sphaeroidothyris szajnochai*

(Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens jusqu'au sommet de la zone à *Aurigerus*, sous-zone à *Tenuiplicatus*) (Faune F5b).

**Espèces-indices :** *Rugitela cadomensis* (Desl.) et *Sphaeroidothyris szajnochai* (Flamand).

**Faune associée (F5b) :** *Kallirhynchia oranensis* n'est représenté que sur les Hauts-Plateaux marocains (Guéfait) et dans les Monts des Ksour. *Cymatorhynchia reynesi* est spécifique aux Traras et aux Monts de Rhar Roubane. *Burmihynchia athiensis* se situe dans le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas. La répartition géographique des faunes associées est également diversifiée. Cette diversification est liée à différentes situations physiographiques :

- passage à la plate-forme carbonatée (Guéfait) ;
- sillon atlasique en voie de comblement avec retour à des conditions néritiques (Monts des Ksour) ;
- zones de transition pente-bassin en voie d'effondrement (Traras avec des faciès de pelmicrites et biomicrites) ;
- bordures de horst balayées par les courants (Monts de Rhar Roubane avec des faciès oolithiques ferrugineux) ;
- plate-forme carbonatée néritique (Moyen-Atlas et Haut-Atlas).

Ce lien entre la répartition des faunes de brachiopodes et les situations physiographiques nous amène à traiter simultanément la liste des espèces et leur répartition géographique :

- *Kallirhynchia oranensis*, *Ptyctothyris biplicata* (Rouss.), *Sphaeroidothyris szajnochai* (Flamand), *Rugitela cadomensis* (Desl.), *R. bullata* (Sow.) dans les Monts des Ksour (Djebel Guettaï, El Harchaïa, Ain Ouarka, Kheneg-es-Somm). *K. oranensis* et *P. biplicata* sur les Hauts-Plateaux marocains (Guéfait) ;
- *Cymatorhynchia reynesi*, *Caucasella vultensis* (Oppel), *Sphenorhynchia zraigensis* (Dareste), *Sph. szajnochai* (Dareste), *Rhactorhynchia termieri* Rouss., *Acanthorhynchia panacanthina* (Buck. et Walker), *A. doultiensis* (Richardson et Walker), *Linguithyris curviconcha* (Oppel), *Tubithyris whatleyensis* (Walker), « *Terebratula* » *subeggensis* Rollier,

*Rugitela cadomensis* (Desl.) rare et *Antiptychina bivallata* (Desl.) dans les Traras (Djebel Nador Srir dans le Fillaoussène, Sidi Mohammed Chérif au Djebel Gorine, Bou Amoud, Fenakech, Chabet Sof Ahmed) et dans les Monts de Rhar Roubane (Rochers en face de Déglène, Déglène, Khorchef) ;  
 – *Sphenorhynchia zraigensis* et *A. bivallata* dans les Monts d'Oujda (Djebel Zraig). *S. zraigensis*, *Sphaeroidothyris szajnochai* et *R. cadomensis* dans le Moyen-Atlas (Taourirt, bassin de Guercif). Rousselle (1965) cite *B. athiensis*, « *Terebratula* » *furciliensis* non Haas = *Ptyctothyris biplicata* dans le Moyen-Atlas (synclinaux de Skoura, El Mers et Ahlas), sur les Hauts-Plateaux marocains (Rekkame et secteur de Tendara) ainsi que *B. athiensis* et *Wattonithyris movelierensis* (non Rollier) = *P. biplicata* dans le Haut-Atlas oriental (Aïn Mellouk, Jbel Mechkakour). Haddoumi (1988) et Haddoumi et al. (1998) ont retrouvé *B. athiensis* dans le Haut-Atlas central (synclinal d'Aït Attab) et oriental (Anoual) ;  
 – enfin, dans le Massif du Terni-Masgout (Maroc nord-oriental), à 300 m au-dessus de la barre subrécifale à polypiers et bryozoaires (zone à Niortense), *B. athiensis* et *Caucasella voutensis* ont été trouvés dans la zone à Zigzag, avec *Oraniceras hamyanense* Flamand, *Oecotraustes niverensis* De Grossouvre, *Partschiceras viator* (d'Orb.) (Mehdi et al., 1994).

**Limites inférieure et supérieure de la sous-zone (Fig. 4) :** toutes les faunes précitées se situent dans le Bathonien inférieur. Elles n'apparaissent qu'avec la sous-zone à Macrescens au Djebel Guettaï et à El Harchaïa (Alméras et al., 1994) ainsi que dans le Fillaoussène (Est du Nador Srir ; cf. Guardia, 1975 : Fig. 44). La limite supérieure de la sous-zone à *Rugitela cadomensis* et *Sphaeroidothyris szajnochai* (et donc de la zone à *Kallirhynchia oranensis*) est la mieux documentée à Guéfait et à El Harchaïa. A Guéfait, *K. oranensis* a été prélevé jusqu'au sommet de la sous-zone à *Yeovilensis* = sous-zone à *Recinctus* de la zone à *Aurigerus* (cf. Enay et al., 1987 : Fig. 3, niv. 29). A El Harchaïa, la Faune (F5b) très abondante a été collectée dans des niveaux dont l'âge est compris entre les sous-zones à *Macrescens* et à *Tenuiplicatus* (= sous-zone supérieure de la zone à *Aurigerus*), ce qui permet de placer la limite supérieure de la zone à *Kallirhynchia oranensis* au sommet du Bathonien inférieur (Alméras et al., 1994 : p. 226).

Dans les Monts de Rhar Roubane (Rochers en face de Déglène), *Cymatorhynchia reynesi* et la faune associée (F5b) ont été échantillonnés dans six niveaux de la Fm. Oolithe ferrugineuse de Déglène (Mekahli, 1988 : p. 119). Cette faune se situe dans le niveau A d'Elmi (1971 : p. 246) avec *Oxycerites yeovilensis* Rollier (= sous-zone à *Yeovilensis* ou sous-zone à *Recinctus* de la province subméditerranéenne). Aucune ammonite n'a pu prouver l'existence de la sous-zone à *Tenuiplicatus* dans l'Oolithe ferrugineuse de Déglène (Elmi, 1971). On retrouve une situation analogue sur la bordure vivaro-cévenole où un spécimen de *C. reynesi* (Alméras et Elmi, 1996 : pl. 4, Fig. 12, gisement de l'Auberge Faure, près de Pourchères) a été trouvé avec *Siemiradzka* aff. *procera* (V. Seebach) qui indique le Bathonien inférieur jusqu'à la sous-zone à *Yeovilensis*. Dans l'état actuel de nos connaissances, la limite supérieure de

l'extension verticale de *C. reynesi* se situerait donc un peu au-dessous de celle de *K. oranensis* (Fig. 4).

Enfin, la localité-type de *Sphenorhynchia zraigensis*, abondante dans les Traras et les Monts de Rhar Roubane, se situe au Jbel Zraig, dans les Monts d'Oujda (Dareste de la Chavanne, 1930), où l'espèce provient de niveaux placés par Dareste dans le Callovien. Son association avec *Antiptychina bivallata* indique le Bathonien inférieur. *Sphenorhynchia zraigensis* a également été rencontré avec *Euidothyris ennouchi* Rouss. au Djebel Msedrid, dans le Haut-Atlas de Midelt (Rousselle, 1960, 1961).

## 2.8. Intervalle d'absence

(Bathonien moyen, zones à *Subcontractus* et à *Morrissi*).

## 2.9. Zone à *Burmirhynchia turgida* et *Tubithyris globata*

(Bathonien moyen, zone à *Bremeri*) (**Faune F6**).

### 2.9.1. Espèces-indices : *Burmirhynchia turgida* Buck., *Tubithyris globata* (Sow.)

Ces espèces n'ont pas été trouvées dans le domaine sud-téthysien occidental. Dans le domaine nord-téthysien français, la zone monte jusque dans le Bathonien supérieur basal (sous-zone à *Blanazense* de la zone à *Retrocostatum*) (Alméras et al., 1997 : tabl. XIXb ; Fauré et Alméras, 2006).

### 2.9.2. Faune observée (F6)

Après le Bathonien inférieur, les conditions environnementales deviennent défavorables aux brachiopodes. Les sillons atlasiques se cicatrisent avec une polarité d'Ouest en Est. Les ammonites et les brachiopodes sont connus dans la partie orientale des Monts des Ksour (El Bayadh). A El Ghassoul, près du col de Cherak (à quelque 35 km au SSE d'El Bayadh), *K. oranensis* a été collecté (coll. Regagba) dans quatre niveaux, avec des ammonites du Bathonien moyen élevé, zone à *Bremeri* : *Prohctioceras ochraceum* Elmi, *Cadomites bremeri* Tsereteli, *Paraecostraustes* sp. Cette dernière apparition de *Kallirhynchia oranensis* est en accord avec la présence de cette espèce dans les niveaux terminaux du Bathonien moyen de Guéfait (niv. 31–34 de Enay et al., 1987 : Fig. 3) où elle constitue des peuplements peu abondants associés à *Bullatimorphites* cf. *ymir* (Oppel), *Choffatia* (*Subgrossouvria*) *uriniacensis* (Liss.), *Cadomites* (*C.*) *bremeri* Tser. et *Siemiradzka pseudorjazanensis* (Liss.). L'acmé de *K. oranensis* se situe dans le Bathonien inférieur (où elle est espèce-indice de zone ; cf. ante).

Enfin dans les Monts d'Oujda (Oued Tazouggart, au Sud de Moulay Abd-el-Kader), on observe la dernière apparition de *Sphenorhynchia zraigensis* (Fig. 4). L'espèce a été signalée au sommet de la Fm. Oolithe ferrugineuse de Déglène dans des niveaux datés par ammonites de la zone à *Bremeri* (Elmi, 1973).

## 2.10. Intervalle d'absence

(Bathonien supérieur, zones à *Retrocostatum* et à *Discus*-Callovien inférieur, zone à *Bullatus*).

Dans de nombreuses régions du domaine tlemcénien, cet intervalle correspond à une lacune généralisée. A l'Ouest, de larges secteurs du Haut et du Moyen-Atlas émergent ou connaissent un régime margino-littoral peu propice aux brachiopodes. Il en est de même dans les Monts des Ksour occidentaux.

### 2.11. Zone à *Dorsoplicathyris dorsoplicata*

(Callovien inférieur, zone à *Gracilis*) (**Faune F7**).

Dans le domaine nord-téthysien français, l'extension verticale de l'espèce-indice se situe entre la zone à *Gracilis* (= zones à *Koenigi* et à *Calloviense* de la province euroboréale) et la zone à *Coronatum* du Callovien moyen (Alméras et al., 1997).

*Dorsoplicathyris dorsoplicata* (Desl.) n'a été trouvé que dans la zone à *Gracilis* des Monts de Tlemcen, à Sidi Yaya Ben Sefia, sur la retombée sud de la Koudiat-er-Ressass. Dans les Monts de Saïda, à l'Est du Djebel Modzbab, dans une lentille située au-dessus des niveaux à rares *Parkinsonia* et sous les argiles de Saïda, une lumachelle à petites *Rhynchonelles* à remplissage calcitisé semble correspondre à la lumachelle à *Rhynchonelloidella cerealis* Buck. du Kelloway Rock, zone à *Calloviense* du Wilshire (Angleterre ; Tytherton Lucas, 3 km à l'ENE de Clippenham-sur-Avon), la zone à *Calloviense* (Callovien inférieur, partie supérieure) étant l'équivalent en province subboréale de la moitié supérieure de la zone à *Gracilis* de la province subméditerranéenne.

La zone à *Gracilis* a été également mise en évidence dans le Tell algérien, au Sud et Sud-Est de Mendès (Ouarsenis) (Benest et al., 1991, 1992 ; figuration in Atrops et Alméras, 2005). Les brachiopodes y sont représentés par *Aromasithyris amauri* Alméras, *Wattonithyris* cf. *roettingensis* (Rollier), *Linguithyris bifrons* (Oppel), *L. vicaria* (Szajnocha), *Antiptychina* cf. *teisenbergensis* (Winkler), *Caucasella trigona* (Quenst.), *C. rectecostata* (Uhlig), « *Rhynchonella* » (? *Lacunosella*) *acutiloba* (Desl.), *Kallirhynchia anglica* Buck., *Goniorhynchia buteo* (Suess–Szajnocha), *Parvirhynchia balinensis* (Szajnocha), *Capillirhynchia solitaria* (Oppel) et « *Rhynchonella* » (? *Capillirhynchia*) *funiculata* (Desl.).

Les brachiopodes sont absents dans les domaines atlasiques du Maroc et d'Algérie occidentale qui sont alors, soit émergés, soit soumis à un régime de comblement par progradation deltaïque. En revanche, le domaine tlemcénien (Monts d'Oujda, Monts de Rhar Roubane, Monts de Saïda) reçoit une sédimentation argilo-gréseuse turbiditique qui n'est pas favorable à l'installation des peuplements de brachiopodes.

Rappelons qu'une partie de cette Faune (F7) se retrouve dans la zone à *Gracilis* du Haut-Var, dans des remplissages de fentes karstiques. Elle est caractéristique des bordures de bassin en cours de fracturation (Alméras et al., 1997 : p. 184).

### 2.12. Intervalle d'absence

(Callovien moyen, zone à *Anceps*).

### 2.13. Zone à *Bihenithyris weiri*

(Callovien moyen, ? zone à *Coronatum*) (**Faune F8**).

*Bihenithyris weiri* et *B. barringtoni* Muir–Wood ont été découverts récemment dans la région d'El Bayadh, dans la partie orientale des Monts des Ksour. Les brachiopodes caractéristiques de la province éthiopienne (espèces des genres *Somalirhynchia*, *Daghanirhynchia*, *Kutchirhynchia* et *Bihenithyris*) sont connus, non seulement à l'Est (Arabie Saoudite, Alméras, 1987 ; Syrie, Alméras et Mouty, 2001 ; corne de l'Afrique ; Sud tunisien, Ben Ismaïl et al., 1989 et Enay et al., 2002) mais aussi au Maroc, dans les bassins d'Agadir et d'Essaouira (Haut-Atlas occidental) (Peybernès et al., 1987). Dans ce dernier secteur, les Fm. Id-Bou-Addi (Essaouira) et Ouanamane (Agadir) ont livré de nombreux brachiopodes dont l'extension verticale recouvre le Callovien inférieur et moyen. Ils sont figurés in Peybernès et al. (1987 : pl. 1). L'absence de ces faunes entre les Ksour orientaux et les bassins d'Agadir et d'Essaouira est liée aux régressions qui affectent le Haut et le Moyen-Atlas ainsi qu'à l'existence de l'obstacle que constituait le massif hercynien du Haut-Atlas central. En Arabie Saoudite (Alméras, 1987), *B. weiri* et *B. barringtoni* se situent dans le Callovien moyen, zone à *Ogivalis* de la province arabe, corrélée avec la zone à *Coronatum* (Enay et Mangold, 1994 : Fig. 2). *Bihenithyris weiri* y atteint même la zone à *Solidum* corrélée avec la zone à *Athleta* du Callovien supérieur.

## 3. Conclusions et comparaison avec la marge nord-téthysienne

### 3.1. Conclusions

La révision de toutes les faunes collectées, la prise en compte des publications antérieures et thèses (notamment celle de Rousselle, 1965), les nouveaux résultats paléontologiques et biostratigraphiques permettent de préciser et de compléter la zonation des brachiopodes du Jurassique moyen proposée par Alméras et al. (1994 : Fig. 7). La succession des Faunes (F1–F8) est résumée sur la Fig. 3. La nouvelle zonation (Fig. 2) comporte huit zones et six sous-zones avec cinq zones d'intervalle (= absence de brachiopodes). Les brachiopodes n'ont pas été découverts dans l'Aalénien inférieur et le Callovien supérieur. Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- mise en évidence d'une zone à ***Stroudithyris pisolithica*** dans les Monts de Rhar Roubane, le Causse moyen-atlasique et le Haut-Atlas central ;
- la zone à ***Rugitela* cf. *hughesi*** bien représentée dans le Haut-Atlas de Midelt (cf. Alméras et al., 1994 : p. 228) a été retrouvée dans le Haut-Atlas central (*Rhynchonelloidea subangulata* au Jbel Mijdidier), dans le Moyen-Atlas (Tizi Nehassa) ainsi que dans les Traras (avec *Linguithyris hughenini*) ;
- la zone à ***Monsardithyris cortonensis*** recouvre les zones à *Laeviuscula* et à *Propinquans*. *Rhactorhychia distracta*, abondante dans le Haut-Atlas, se substitue à *Cymatorhynchia*

*gingensis* (moins fréquente) comme espèce-indice de la sous-zone inférieure corrélée avec la zone à *Laeviuscula* (Fig. 2). La découverte de l'espèce-indice *Morrisithyris phillipsiana* dans le secteur d'Amellago permet de reconnaître (comme sur la marge nord-téthysienne) la sous-zone supérieure corrélée avec la zone à Propinquans ;

- la zone à **Burmihynchia termierae** *sensu stricto*, initialement corrélée avec la zone à Humphriesianum (Alméras et al., 1994), voit son extension étendue à la zone à Niortense, l'espèce-indice (définie in Alméras et Sadki, 1992) étant présente suivant les régions dans l'une ou l'autre de ces deux zones d'ammonites. Ceci nous conduit à considérer *Flabellothyris oranensis* comme espèce-indice de sous-zone et non de zone, mais toujours corrélée avec la zone à Niortense. La sous-zone à Blagdeni demeure une zone d'intervalle. Les brachiopodes n'ont pas été découverts dans les niveaux rarement datés par ammonites ;
- les niveaux fossilifères du début de la zone à Niortense sont de vrais niveaux-repère : ils sont faits d'assemblages variés qui se retrouvent sur de vastes étendues, soit sur des plates-formes, soit dans des bassins dispersés. Ils soulignent une transgression que l'on peut suivre de l'Europe au Caucase et à l'Iran ainsi que sur une grande partie de l'Afrique du Nord. Notons que cette transgression peut être une saccade au sein d'une série globalement régressive (domaine atlasique du Maroc et d'Oranie) ou, au contraire, marquer une étape d'amplification et d'approfondissement au cours d'une évolution globalement transgressive (domaine tlemcénien). Cette opposition souligne l'influence du contrôle tectonique régional sur un événement eustatique global ;
- la zone à **Formosarhynchia dumortieri** d'Alméras et al., 1994 a été profondément remodelée pour plusieurs raisons. Tout d'abord, *F. dumortieri* (*sensu* Szajnocha, 1879) est synonyme de *Cymatorhynchia reynesi* de création plus ancienne (Oppel, 1865). Ensuite, *C. reynesi* n'est présente qu'en Algérie occidentale, dans les Traras et les Monts de Rhar Roubane alors que *K. oranensis* et *B. athiensis* possèdent une répartition géographique plus étendue. Comme espèce-indice de zone, nous remplaçons *F. dumortieri* par l'association *K. oranensis* et *C. reynesi*. Ces deux espèces-indices apparaissent simultanément dans le Bajocien supérieur terminal (sous-zone à Bomfordi). La limite supérieure de l'extension verticale de *K. oranensis* se situe au sommet du Bathonien inférieur (sous-zone à Tenuiplicatus) alors que celle de *C. reynesi* se situerait un peu au-dessous (sous-zone à Recinctus) (Fig. 4). *Burmihynchia athiensis* abondamment représenté au Maroc, notamment dans les Fm. Bou Akrabène et Ich Timellaline du Moyen-Atlas (partie supérieure de la zone à Parkinsoni—zone à Zigzag, *pars*) devient espèce-indice de la sous-zone inférieure à la place de *Caucasella voutensis*. En effet, cette dernière espèce est uniquement présente (comme *Cymatorhynchia reynesi*) dans les Traras et les Monts de Rhar Roubane. La zone à *Rugitela cadomensis* et *Sphaeroidothyris szajnochai* d'Alméras et al. (1994) (avec mêmes espèces-indices et faune associée) est ramenée au rang de sous-zone supérieure de la zone à *Kallirhynchia oranensis* et

*Cymatorhynchia reynesi*. L'acmé de *K. oranensis* se situe dans l'intervalle sous-zone à *Macrescens*—sous-zone à *Tenuiplicatus* ;

- contrairement à Alméras et al. (1994 : Fig. 7), l'intervalle Bathonien moyen–Callovien ne peut plus être considéré comme une zone d'intervalle ;
- bien que les deux espèces-indices de la zone à **Burmihynchia turgida** et **Tubithyris globata** (corrélée avec la zone à Bremeri du Bathonien moyen élevé) n'aient pas été trouvées sur la marge sud-téthysienne occidentale, la zone à Bremeri a livré *K. oranensis* (dernière apparition en petit nombre d'exemplaires) sur les Hauts-Plateaux marocains et dans la partie orientale des Monts des Ksour (El Ghassoul). La dernière apparition de *Sphenorhynchia zraigensis* (peu abondante) a été observée dans les mêmes niveaux dans les Monts d'Oudja (Oued Tazougart) ;
- zone à **Dorsoplicathyris dorsoplicata** (corrélée avec la zone à *Gracilis*). En général, les brachiopodes sont absents dans les faciès de bassin du domaine tlemcénien (Monts de Saïda et de Tlemcen). La zone à *Dorsoplicathyris dorsoplicata* n'a été matérialisée que très localement dans les Monts de Saïda par un seul exemplaire de *D. dorsoplicata* ainsi que par une lumachelle à *Rhynchonelloidella cerealis*. Par contre, une faune très abondante, figurée par Atrops et Alméras (2005) a été trouvée à Bou Hadjar et au Douar Ardja Efrad, dans l'Ouarsenis (Tell algérien). Elle permet de dater de la zone à *Gracilis* la transgression callovienne ayant recouvert un paléorelief magmatique tardi-hercynien (Benest et al., 1991, 1992) ;
- enfin, la zone à **Bihenithyris weiri** est représentée au Maroc (bassins d'Essaouira et d'Agadir) par une faune abondante illustrée par Peybernès et al. (1987). *Bihenithyris weiri* et *B. barringtoni* n'ont été collectés que récemment dans la région d'El Bayadh (Sud algérien).

La quasi-totalité des espèces citées dans ce travail a déjà été figurée dans les publications antérieures.<sup>1</sup>

En Figs. 5–7, nous en illustrons les principales, notamment les espèces-indices, provenant de secteurs où elles n'avaient jamais été figurées et/ou même signalées.

### 3.2. Comparaison avec la marge nord-téthysienne

La Fig. 2 donne les corrélations entre les zonations de brachiopodes établies sur les marges nord et sud de la Téthys occidentale. Les observations suivantes peuvent être formulées :

<sup>1</sup> Les références suivantes concernent des ouvrages avec figuration et description de brachiopodes : Alméras, 1971; Alméras, 1987; Alméras, 1997; Alméras et al., 1997; Alméras et al., 1996; Alméras et Elmi, 1996; Alméras et Elmi, 1998; Alméras et al., 1994; Alméras et Moulán, 1988; Alméras et Mouty, 2001; Alméras et Sadki, 1992; Atrops et Alméras, 2005; Darest de la Chavanne, 1930; Fauré et Alméras, 2006; Flamand, 1911; Gardet et Gérard, 1946; Mekahli et al., 1993; Ouali-Mehadjji, 1995; Parnès, 1981; Peybernès et al., 1987; Rousselle, 1960; Rousselle, 1961; Rousselle, 1963; Rousselle, 1965; Rousselle, 1972; Sadki et Alméras, 1992; Stefanini, 1932; Szajnocha, 1879.

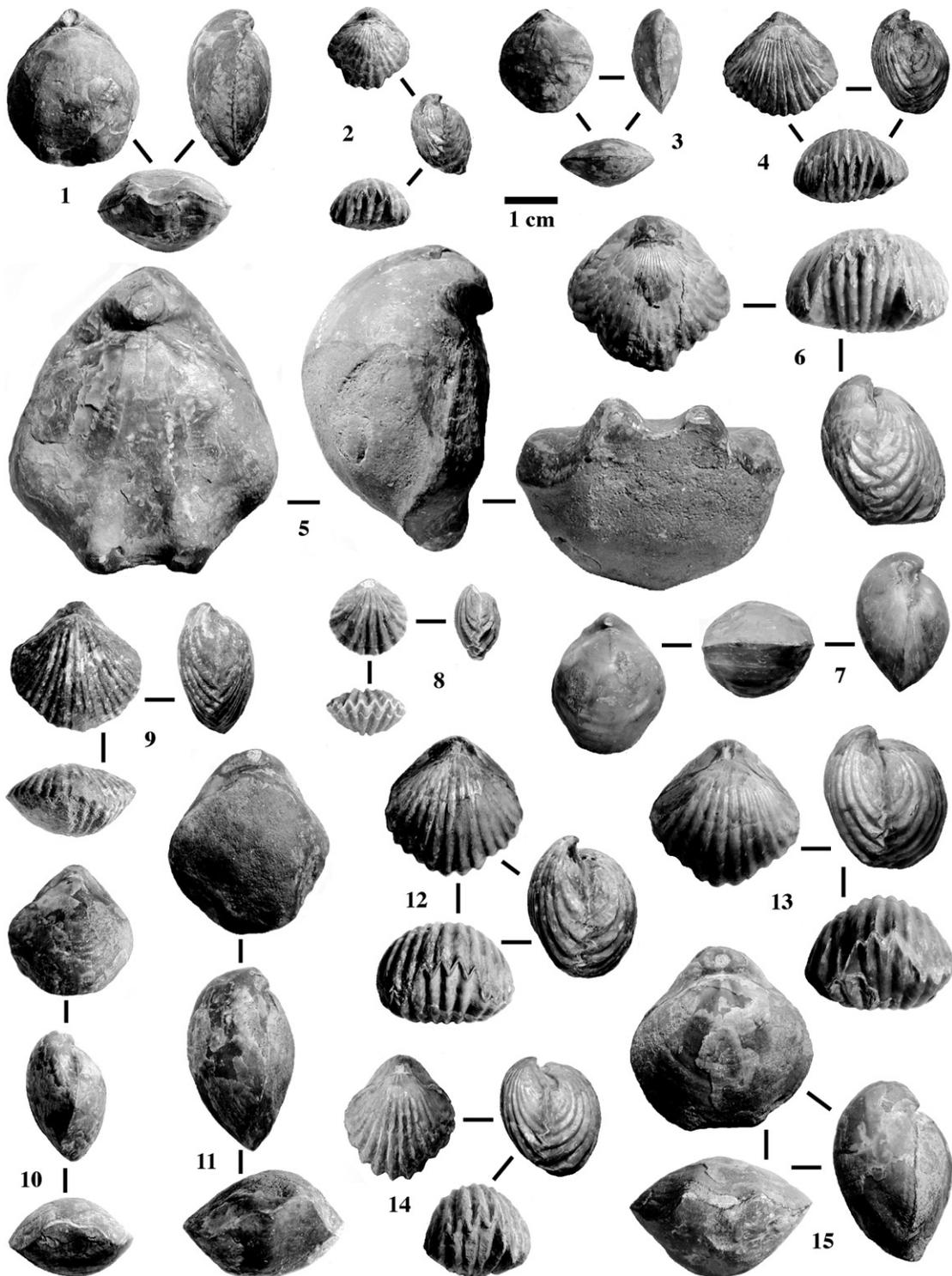


Fig. 5. **1.** *Stroudithyris pisolithica* (Buck.) et **2.** *Curtirhynchia oolithica* (Dav.), Aalénien moyen, zones à Murchisonae et à Bradfordensis, Jbel Mijddider (Haut-Atlas central). **3.** *Rugitela* cf. *hughesi* (Dav.), Bajocien inférieur, zone à Discites, Jbel Mijddider. **4.** *Rhactorhynchia distracta* (Waagen), Bajocien inférieur, zone à Laeviuscula, Jbel Mijddider. **5.** *Morrisithyris phillipsiana* (Dav.), Bajocien inférieur, zone à Propinquans, Amellago (Haut-Atlas central). **6.** *Cymatorhynchia quadriplicata* (Zieten), Bajocien inférieur, zone à Humphriesianum, Boulemane (Moyen-Atlas). **7.** *Rugitela prebullata* (Rouss.), Bajocien supérieur, zone à Niortense, Ait Kermouss (Moyen-Atlas). **8, 9.** *Flabellothyris oranensis* (Flamand), Bajocien supérieur, zone à Niortense ; **8.** Outtat SW (Haut-Atlas de Midelt) ; **9.** Djebel Sou ga (Monts des Ksour). **10, 11.** *Monsardithyris uniplicata* (Rouss.), Bajocien supérieur, zone à Niortense, Taferdoust, 2 ex. collectés avec *Fl. oranensis*. **12–14.** *Burmirhynchia athiensis* Rouss. ; **12** : Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, Amzouj, synclinal d’El Mers (Moyen-Atlas) ; **13** : zone à Parkinsoni, M’Daour, Jbel Klakh (Haut-Atlas de Figuig) ; **14** : Bathonien inférieur, zone à Zigzag, synclinal d’Ait Attab (Haut-Atlas oriental). **15.** *Wattonithyris pseudomaxillata* (non M.-W.) in Rouss., Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, Taferdoust, synclinal de Skoura (Moyen-Atlas).

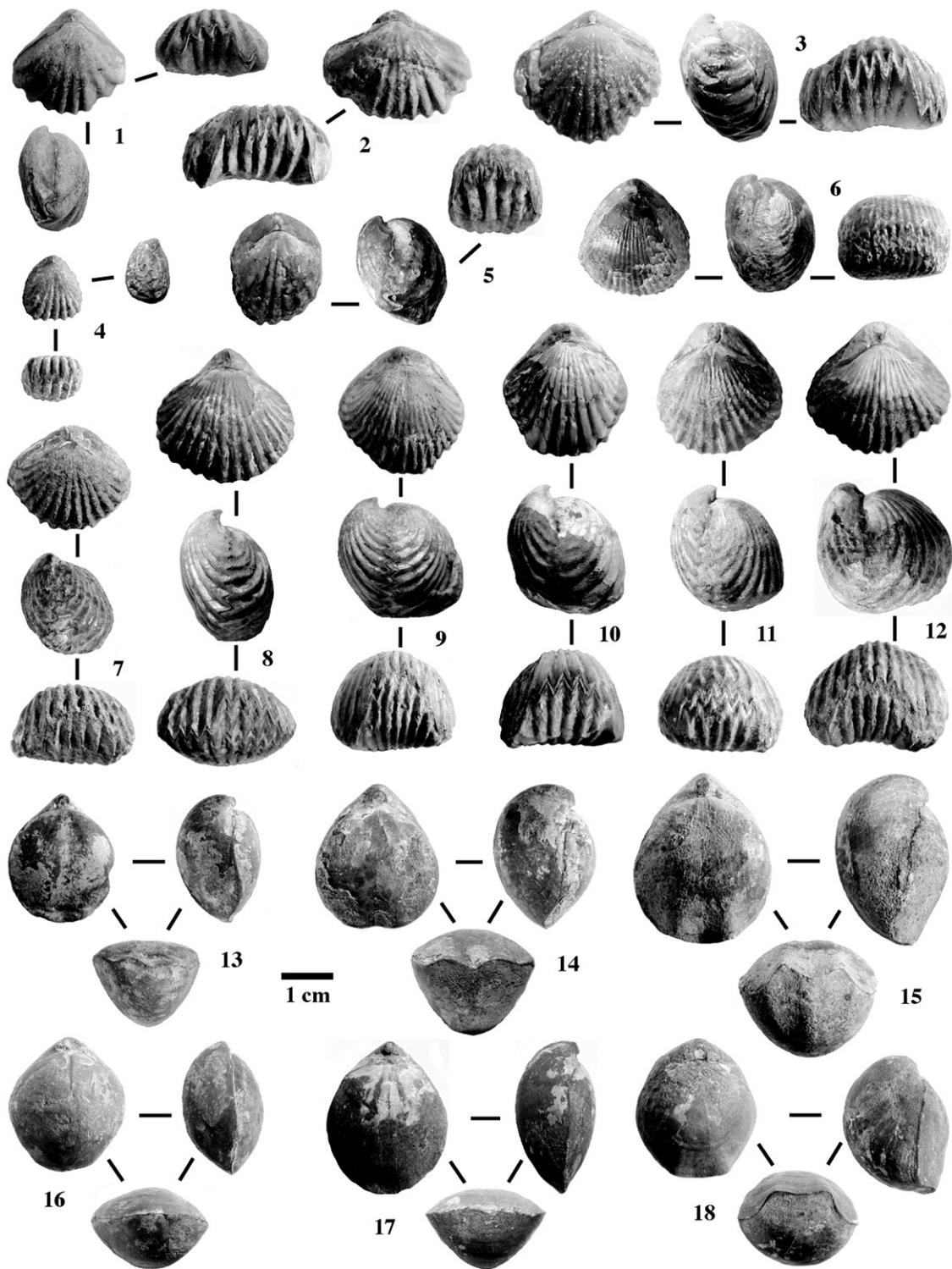


Fig. 6. 1–3. *Cymatorhynchia reynesi* (Oppel) ; 1 : Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, Djebel Ben Kmer (Monts de Saïda) ; 2, 3 : Bajocien supérieur terminal, sous-zone à Bomfordi–Bathonien inférieur basal, zone à Zigzag, Chabet Sof Ahmed (Traras). 4. *Caucasella vultensis* (Oppel), sous-zone à Bomfordi–zone à Zigzag, Chabet Sof Ahmed (Traras). 5. *Sphenorhynchia zraigensis* (Dareste), Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens, Djebel Nador Srir (Traras). 6. *Sphenorhynchia szajnochai* (Dareste), sous-zone à Bomfordi–zone à Zigzag, Sof Ahmed (Traras). 7–12. *Kallirhynchia oranensis* (Flamand), extension verticale dans les différents niveaux ; 7 : Bajocien supérieur, sous-zone à Bomfordi, Djebel Taggout (Monts des Ksour, partie orientale) ; 8 : Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens, Guéfait (Hauts-Plateaux marocains) ; 9 : Bathonien inférieur, zone à Aurigerus, sous-zone à Recinctus, Guéfait ; 10 : Bathonien moyen, zone à Bremeri, Guéfait ; 11, 12 : Bathonien inférieur, depuis la sous-zone à Macrescens jusqu'à la sous-zone à Tenuiplicatus, El Harchaïa (Monts des Ksour). 13–15. *Holcothyris rotundata* Sahni, 3 ex. illustrant la morphogénèse, Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Parvum, Djebel Souïga (Monts des Ksour). 16, 17. *Rugitela cadomensis* (Desl.), Bathonien inférieur, zone à Aurigerus, Djebel Tifkirt (Souïga, Monts des Ksour). 18. *Sphaeroidothyris szajnochai* (Flamand), zone à Aurigerus, Djebel Tifkirt.

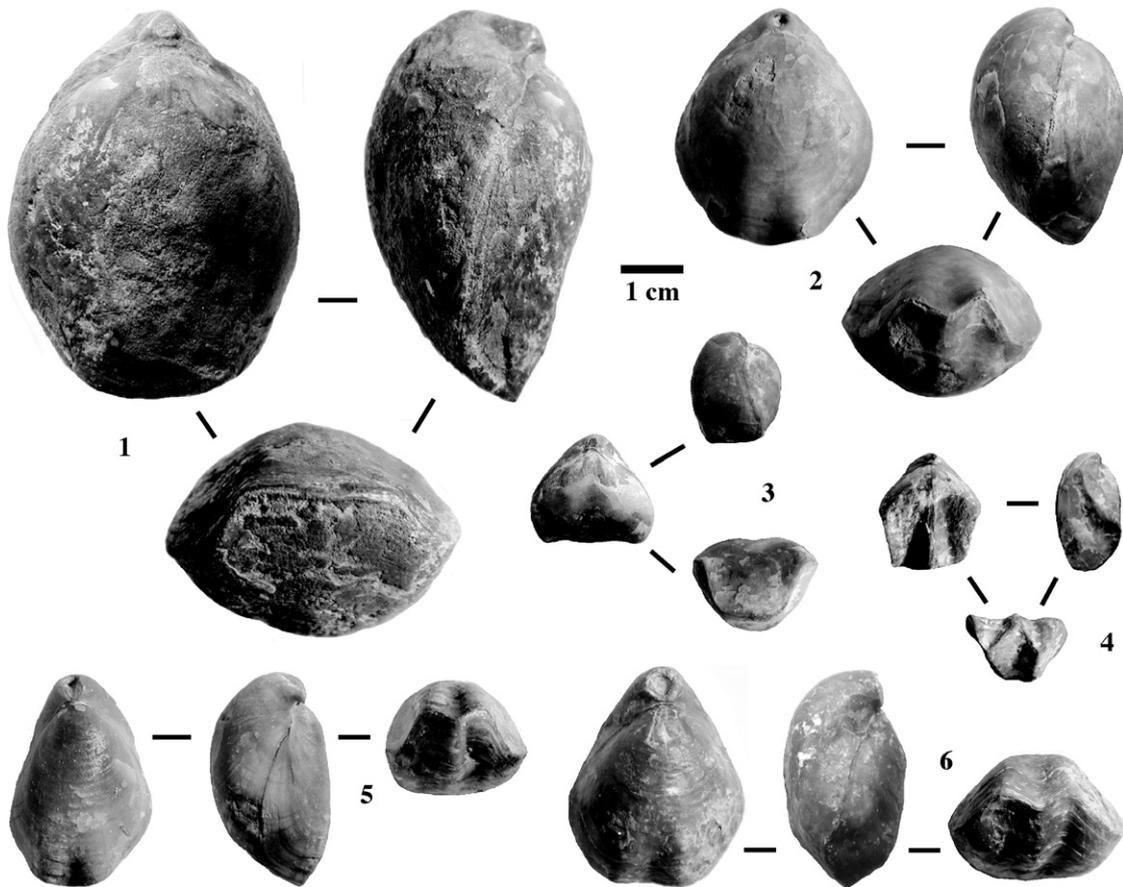


Fig. 7. 1. *Monsardithyris uniplicata* (Rouss.), Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi (dernière apparition), Djebel Taggout (Monts des Ksour, partie orientale). Exemple comparable à « *Terebratula* » *ventricosa* (Zieten) in Flamand, 1911 : pl. 11, Fig. 24. 2. *Ptyctothyris biplicata* (Rouss.), Bathonien inférieur, à partir de la sous-zone à Macrescens, Guéfaït (Hauts-Plateaux marocains). 3. *Linguithyris curviconcha* (Oppel), Bathonien inférieur, zone à Aurigerus, sous-zone à Recinctus, Rochers en face de Déglène (Monts de Rhar Roubane). 4. *Antitychina bivallata* (Desl.), mêmes âge et localité que *L. curviconcha*. 5. *Bihenithyris weiri* M.-W., Callovien moyen, ? zone à Coronatum, El Bayadh (Monts des Ksour, partie orientale). 6. *Bihenithyris barringtoni* M.-W., mêmes âge et localité que *B. weiri*.

- une première différence porte sur l'intervalle zone à Concavum–zone à Discites, les *Conarothyris* n'ayant pas été découverts au Maroc et en Algérie occidentale ;
- l'intervalle d'absence correspondant à la zone à Humphriesianum est plus étendu sur la marge nord-téthysienne. Sur la marge sud, les brachiopodes sont uniquement absents dans la sous-zone à Blagdeni dans laquelle les séries datées par ammonites n'ont pas fourni de brachiopodes. Les faunes des sous-zones à *Burmihynchia termierae sensu stricto* et à *Flabellothyris oranensis* présentent des affinités sud-téthysiennes ;
- l'introduction de deux espèces-indices, *Kallirhynchia oranensis* (marge sud-téthysienne) et *Cymatorhynchia reynesi* (marge nord-téthysienne, Traras et Monts de Rhar Roubane) avec des extensions verticales quasi-identiques, assure une bonne corrélation entre les deux marges aux cours du Bajocien supérieur terminal et du Bathonien inférieur. Les faunes associées diffèrent, au moins partiellement, non seulement entre les deux marges, mais aussi sur la seule marge sud-téthysienne. On y observe des compositions différentes entre 1) Hauts-Plateaux marocains et Monts des Ksour, 2) Traras et Monts de Rhar Roubane, 3) Moyen et Haut-Atlas. Les faunes du Bajocien supérieur terminal et du

Bathonien inférieur des Traras et des Monts de Rhar Roubane se retrouvent sur la bordure vivaro-cévenole, dans des conditions paléoenvironnementales semblables (bordures de hauts-fonds) (Alméras et Elmi, 1998) ;

- les « niveaux coquilliers majeurs » à *Holcothyris* (sous-zone à *Convergens*) sont spécifiques aux Monts des Ksour et plus précisément aux gisements ayant occupé une position relativement plus distale à l'intérieur du sillon atlasique qui subit alors, globalement, un comblement progressif d'Ouest en Est (Djebel Souiga). L'attribution au genre *Holcothyris* des formes du Bathonien inférieur du Bugey (Jura méridional), de morphologie assez voisine, mériterait d'être revue ;
- à la zone d'intervalle du Bathonien moyen (zones à *Subcontractus* et à *Morrisi*) de la marge sud-téthysienne, correspond sur la marge nord-téthysienne française la zone à *Rugitela powerstockensis*. Cette zone avec *R. powerstockensis* comme espèce-indice se substitue à la zone à *Antitychina bivallata* proposée en 1997 Alméras et al. : (tabl. XIXb). En effet, il a été montré (Alméras et Elmi, 1998) qu'*Antitychina bivallata*, définie sur la bordure ardéchoise, n'est pas datée du Bathonien moyen. L'espèce, associée à *Capillirhynchia ardescica* (Rollier), y acquiert son acmé dans le Bathonien inférieur. Elle existe aussi, quoique représentée

par un nombre plus restreint de spécimens, dans la « Couche ocreuse » de Crussol datée du Bathonien moyen élevé (zone à Bremeri). Dans ces conditions, nous avons proposé (Fauré et Alméras, 2006) de remplacer *A. bivallata* par *R. powerstockensis* représenté par de nombreux spécimens dans la Fm. Villedaigne des Corbières orientales ;

- par rapport à la marge nord-téthysienne, les brachiopodes calloviens sont beaucoup plus rares au Maroc (sauf dans les bassins d'Essaouira et d'Agadir) et en Algérie occidentale (sauf dans les « blocs » du Tell). L'extension verticale de la zone à *Dorsoplicathyrus dorsoplicata* se limite à la zone à *Gracilis* (Monts de Tlemcen) alors que le Callovien inférieur et moyen français recèle d'importantes populations de Rhynchonellidés et de Térébratulidés (espèces des genres *Dorsoplicathyrus* et *Aromasithyrus* ; Alméras, 1971), ce qui permet une subdivision zonale beaucoup plus fine. A l'exception de *D. dorsoplicata* et des faunes du Tell algérien, les brachiopodes calloviens de la marge sud-téthysienne sont ceux de la province éthiopienne (cf. Peybernès et al., 1987) ;
- enfin, certaines espèces, y compris des espèces-indices, des marges nord et sud de la Téthys occidentale se retrouvent également dans la province nord-ouest européenne. C'est le cas de *Stroudithyrus pisolithica*, *Rhynchonelloidea subangulata*, *Rhactorhynchia distracta*, *Globirhynchia subobsoleta*, *Morrisithyrus phillipsiana*, *Rugitela cadomensis*, *Tubithyrus whatleyensis* et des *Monsardithyrus* (*trilineata*, *cortonensis*, *germanica*, *ventricosa*). Les zones à *Stroudithyrus pisolithica*, à *Monsardithyrus cortonensis* et leurs faunes associées sont communes aux deux marges de la Téthys occidentale.

## Remerciements

Ce travail n'aurait pu voir le jour sans l'étroite collaboration avec les chercheurs marocains et algériens qui nous ont confié leurs brachiopodes. Les déterminations ont été intégrées à leurs thèses et publications. Notre gratitude s'adresse à Benshili, Boutakiout, Chafiki, Ettaki, Haddoumi, Igmoulan, Kamel, Mehdi, Sadki, Yacoubi (Maroc) et à Ameer, Benhamou, Bouterfa, Mekkaoui, Mekahli, Ouali-Mehadjii, Regagba, Tlili (Algérie). Les résultats (très synthétiques) sur le Jbel Mijdidid reposent sur l'abondant matériel collecté par Durlot et Pierre. Une étude détaillée sur les brachiopodes du Lias et du Dogger de ce secteur du Haut-Atlas central est en cours de réalisation. Nos remerciements ne sauraient oublier Guardia (Traras) et Bassoullet qui, dès 1965, nous a permis d'accéder aux brachiopodes des Monts des Ksour. Mmes Andres, Fruitet et Saluste ont participé à la réalisation technique.

Nous dédions ce travail à la mémoire de R. Du Dresnay, avec lequel nous avons de longues discussions sur les brachiopodes jurassiques du Maroc et qui souhaitait voir reprendre leur étude.

Le matériel étudié ainsi que les spécimens représentés, Figs. 5–7, sont conservés au Centre commun des Collections de Géologie de l'Université Claude Bernard Lyon 1, sous les références suivantes : matériel étudié : FSL 309686 à 309956. Spécimens figurés, Figs. 5–7 : FSL 309957 à 309995.

## Références

- Alméras, Y., 1971. Les Térébratulidés du Dogger dans le Mâconnais, le Mont d'Or lyonnais et le Jura méridional. Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon 39, 1–690.
- Alméras, Y., 1987. Brachiopodes du Lias et du Dogger. In: Enay, R. (Ed.), Le Jurassique d'Arabie Saoudite centrale. Geobios, MS 9, Lyon pp. 161–219.
- Alméras, Y., 1997. The genus *Caucasella* Moisseev, 1934 (Brachiopoda, Rhynchonellacea) in the Middle Jurassic of the French North-Tethyan Realm. Bolletino della Società Paleontologica Italiana 35, 257–276.
- Alméras, Y., Boullier, A., Laurin, B., 1997. Zonation du Jurassique français par les Brachiopodes. In: Cariou, E., Hantzpergue, P. (Eds.), Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine, Pau 17. pp. 169–195.
- Alméras, Y., Cariou, E., Enay, R., 1996. Les Brachiopodes du Bathonien et du Callovien inférieur de Takkhola (Népal central) : paléontologie et biostratigraphie. Geobios 29, 605–618.
- Alméras, Y., Elmi, S., 1996. Le genre *Cymatorhynchia* Buck. (Brachiopoda, Rhynchonellacea) dans le Bajocien-Bathonien de la bordure vivaro-cévenole (Bassin du Sud-Est, France). Beringeria 18, 201–245.
- Alméras, Y., Elmi, S., 1998. Les Brachiopodes jurassiques moyens de la bordure vivaro-cévenole (Bassin du Sud-Est, France). Strata (2) 29, 1–145.
- Alméras, Y., Elmi, S., Mekahli, L., Ouali-Mehadjii, A., Sadki, D., Tlili, M., 1994. Biostratigraphie des Brachiopodes du Jurassique moyen dans le domaine atlasique (Maroc Algérie). Contraintes environnementales et relation avec l'évolution verticale des peuplements d'ammonites. In: Cresta, S., Pavia, S. (Eds.), Proceedings of 3rd International Meeting on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Marrakech, 25–31 May 1994. Miscellanea 5, Roma 219–241.
- Alméras, Y., Moulan, G., 1988. Les Térébratulidés du Dogger provençal. Paléontologie, biostratigraphie, phylogénie, paléoécologie. Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon 101, 1–277.
- Alméras, Y., Mouty, M., 2001. Les Brachiopodes du Jurassique de Syrie. Revue de Paléobiologie 20 (1), 9–17.
- Alméras, Y., Sadki, D., 1992. Les Brachiopodes bajociens inférieurs du Haut-Atlas central au Sud de Midelt (Maroc) : paléontologie et phénomène de miniaturisation. Revue de Paléobiologie 11 (1), 167–195.
- Ameer, A., 1999. Histoire d'une plate-forme carbonatée de la marge sud-téthysienne : l'autochtone des Traras (Algérie occidentale) du Trias supérieur jusqu'au Bathonien moyen. Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon 150, 1–399.
- Atrops, F., Alméras, Y., 2005. Les Brachiopodes du Callovien de l'Ouarsenis (Tell Algérien) : paléontologie, biostratigraphie et paléoenvironnements. Revue de Paléobiologie 24, 563–595.
- Benest, M., Atrops, F., Alméras, Y., Benosman, B., 1991. Découverte et dynamique d'une transgression au Callovien sur le socle tardi-hercynien, dans le domaine sud-tellien (Ouarsenis Algérie). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris 313 (2), 1555–1562.
- Benest, M., Atrops, F., Alméras, Y., 1992. In: Mise en évidence du Callovien dans un « bloc » calcaire tellien au Sud de Mendès (Ouarsenis occidental Algérie), 9<sup>e</sup> Séminaire national des Sciences de la Terre Tlemcen. p. 29.
- Benhamou, M., 1996. Évolution tectono-eustatique d'un bassin de la Téthys maghrébine : l'Ouarsenis (Algérie) pendant le Jurassique inférieur et moyen. Thèse de Doctorat d'État de l'Université d'Oran, Oran (inédite).
- Ben Ismail, M., Bouaziz, S., Alméras, Y., Clavel, B., Donze, P., Enay, R., Ghenmi, M., Tintant, H., 1989. Nouvelles données biostratigraphiques sur le Callovien et les faciès « purbecko-wealdiens » (Oxfordien à Vraconien) dans la région de Tataouine (Sud tunisien). Bulletin de la Société géologique de France (8) 5 (2), 353–360.
- Benshili, K., 1989. Lias-Dogger du Moyen-Atlas plissé (Maroc). Sédimentologie, biostratigraphie et évolution paléogéographique. Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon 106, 1–285.
- Choubert, G., Faure-Muret, A., 1960–1962. Évolution du domaine atlasique marocain depuis les temps paléozoïques. In: Livre à la mémoire du

- Prof. Fallot. Mémoires hors série de la Société géologique de France 1. pp. 447–526.
- Dareste de la Chavanne, J., 1930. La région d'Oujda. Monographie paléontologique des faunes liasiques et jurassiques du Maroc nord-oriental (Brachiopodes, Echinodermes, Lamellibranches et Gastropodes). Notes et Mémoires du Service des Mines et de la Carte géologique du Maroc 16, 31–100.
- Du Dresnay, R., 1963a. Données stratigraphiques complémentaires sur le Jurassique moyen des synclinaux d'El Mers et de Skoura (Moyen-Atlas, Maroc). Bulletin de la Société géologique de France 7 (5), 883–900.
- Du Dresnay, R., 1963b. La stratigraphie du Jbel Mechkakour (Hauts-Plateaux du Maroc oriental). Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France 1963 7, 238–240.
- Du Dresnay, R., 1963c. Stratigraphie du Jurassique moyen du Jbel Klakh (Haut-Atlas marocain oriental). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris 256, 2872–2874.
- Elmi, S., 1971. Les faunes à *Prohecticoceras* (Oppeliidae, Ammonitina) du Bathonien inférieur et moyen des confins algéro-marocains. *Geobios* 4, 243–247.
- Elmi, S., 1973. La lacune du Bathonien supérieur dans l'Oued Tazougart (Maroc oriental) ; intérêt paléogéographique. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris (D) 276, 901–903.
- Elmi, S., 1983. L'évolution des Monts de Rhar-Roubane (Algérie occidentale) au début du Jurassique. In: Lang, J. (Ed.), Livre jubilaire Gabriel Lucas. Mémoires géologiques de l'Université de Dijon 7. pp. 401–412.
- Elmi, S., 1998. Cartes paléogéographiques. Maroc, mémoire de la Terre Éditions du Muséum national d'Histoire naturelle Paris 218–219.
- Elmi, S., Alméras, Y., Ameer, M., Bassoullet, J.P., Boutakiout, M., Benhamou, M., Marok, A., Mekahli, L., Mekkaoui, A., Mouterde, R., 1998. Stratigraphic and palaeogeographic Survey of the Lower and Middle Jurassic along a north-south transect in Western Algeria. In: Crasquin-Soleau, S., Barrier, E. (Eds.), Peri-Tethys 4: epicratonic basins of Peri-Tethyan platforms Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle Paris, 179. pp. 145–211.
- Enay, R., El Asmi, K., Soussi, M., Mangold, C., Hantzpergue, P., 2002. Un *Pachyerymnoceras* dans le Callovien supérieur du Dahar (Sud tunisien), nouvel élément de datation du membre Ghomrassène (formation Tataouine) ; corrélations avec l'Arabie Saoudite et le Moyen Orient. Comptes Rendus Geoscience 334, 1157–1167.
- Enay, R., Mangold, C., 1994. Première zonation par ammonites du Jurassique d'Arabie Saoudite, une référence pour la province arabe. In: Cariou, E., Hantzpergue, P. (Eds.), 3<sup>e</sup> Symposium International de Stratigraphie du Jurassique, Poitiers, 22–29 septembre 1991, 2<sup>e</sup> édition. *Geobios* MS, 17, Lyon, 161–174.
- Enay, R., Mangold, C., Du Dresnay, R., Rakus, M., 1987. Arrivals of arabian origin among the ammonite faunas of Morocco during the Bajocian-Bathonian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 61, 107–120.
- Faugères, J.C., Rousselle, L., 1972. Sur l'âge bajocien supérieur du sommet de la série jurassique de l'extrémité orientale du Djebel Zerhoun (Maroc septentrional). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris (D) 274, 2944–2947.
- Fauré, Ph., Alméras, Y., 2006. Le Lias terminal et le Dogger de la partie orientale des Pyrénées franco-espagnoles (Aude, France et Haute-Catalogne, Espagne). Précisions biostratigraphiques, corrélations et évolution paléogéographique. *Revue Paléobiologie* 25 (2), 645–672.
- Fedan, B., 1989. Évolution dynamique d'un bassin intra-plaque sur décrochements: le Moyen-Atlas (Maroc) durant le Méso-Cénozoïque. Travaux de l'Institut Scientifique du Maroc. Géologie et Géographie 18, 1–143.
- Flamand, G.B.M., 1911. Recherches géologiques et géographiques sur « Le Haut-Pays de l'Oranie » et sur le Sahara (Algérie et Territoires du Sud). A. Rey, Lyon, 1–1001.
- Gardet, G., Gérard, C., 1946. Contribution à l'étude paléontologique du Moyen-Atlas septentrional (Lias inférieur à Bathonien). Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc 64, 1–88.
- Groupe Français d'Étude du Jurassique, 1997. Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et micro fossiles. In: Cariou, E., Hantzpergue, P. (Eds.), Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine, Pau, 17. pp. 1–440.
- Guardia, P., 1975. Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord-occidentale. Thèse de Doctorat d'État, université de Nice, Nice (inédit).
- Haddoumi, H., 1988. Les Couches rouges (Bathonien à Barrémien) du synclinal des Ait Attab (Haut-Atlas central, Maroc). Étude sédimentologique et stratigraphique. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, université de Nancy, Nancy (inédit).
- Haddoumi, H., 1998. Les formations détritiques « Couches rouges » (Bathonien et Crétacé inférieur) de la région d'Anoual (Haut-Atlas oriental, Maroc). Sédimentologie, stratigraphie et paléogéographie. Thèse es-Sciences, université d'Oujda, Oujda (inédit).
- Haddoumi, H., Alméras, Y., Bodergat, A.M., Charrière, A., Mangold, C., Benschli, K., 1998. Ages et environnements des Couches rouges d'Anoual (Jurassique moyen et Crétacé inférieur, Haut-Atlas oriental Maroc). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris (2) 327, 127–133.
- Kidwell, S.M., 1979. Stratigraphic condensation and the formation of the major shell beds in the Miocene Chesapeake Group. *Geological Society of America* 11, 457.
- Kidwell, S.M., 1986. Models for fossil concentrations, Palaeobiologic implications. *Paleobiology* 12, 6–24.
- Mehdi, M., Alméras, Y., Cugny, P., Elmi, S., Fauré, Ph., Peybernès, B., 1994. Le Lias et le Dogger du massif de Terni-Masgout (Avant-pays Rifain oriental, Maroc), témoins de la marge maghrébine de la Téthys. Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse 130, 59–69.
- Mekahli, L., 1988. Le Jurassique inférieur et moyen de la partie occidentale du Horst de Rhar-Roubane (Tlemcen, Algérie occidentale) : Stratigraphie, sédimentologie et cadre dynamique. Diplôme Magistère, université d'Oran, Oran (inédit).
- Mekahli, L., 1998. Évolution des Monts des Ksour (Algérie) de l'Hettangien au Bajocien. Biostratigraphie, sédimentologie, paléogéographie et stratigraphie séquentielle. Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon 147, 1–319.
- Mekahli, L., Alméras, Y., Elmi, S., 1993. Mise en évidence de l'Aalénien dans la « Dolomie de Déglène » (Monts de Rhar-Roubane, Algérie occidentale) et comparaison avec ses équivalents latéraux (« Dolomie du Tenouchfi », « Dalle des Hauts-Plateaux »). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris (2) 316, 1263–1269.
- Oppel, A., 1865. Geognostische Studien in dem Ardèche Department. *Palaeontologische Mittheilungen*, 305–322.
- Ouali-Mehadjji, A., 1995. Les brachiopodes bajociens supérieurs – bathoniens inférieurs des Monts des Ksour (Atlas Saharien occidental, Algérie). Diplôme Magistère, université d'Oran, Oran (inédit).
- Parnès, A., 1981. Biostratigraphy of the Mahmal Formation (Middle and Upper Bajocian) in Makhtesh Ramon (Negev, Southern Israel). Report of the Geological Survey of Israel 74, 1–55.
- Peybernès, B., Bouaouda, M.S., Alméras, Y., Ruget, C., Cugny, P., 1987. Stratigraphie du Lias et du Dogger du bassin côtier d'Essaouira (Maroc) avant et pendant le début de l'expansion océanique dans l'Atlantique central. Comparaison avec le bassin d'Agadir. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris (2) 305, 1449–1455.
- Poisson, A., Hadri, M., Milhi, A., Julien, M., Andrieux, J., 1998. The Central High-Atlas (Morocco) Litho- and chronostratigraphic correlations during Jurassic between Tinjad and Tounfite. Origin of subsidence. In: Crasquin-Soleau, S., Barrier, E. (Eds.), Peri-Tethys Memoir 4 : epicratonic basins of Peri-Tethyan platforms. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 179, pp. 237–256.
- Rousselle, L., 1960. A propos d'une Rhynchonelle du Djebel Msedrid (Haut-Atlas de Midelt). Bulletin de la Société des Sciences naturelles et physiques du Maroc 40, 269–273.
- Rousselle, L., 1961. Sur deux petites Térébratules du Djebel Msedrid (Haut-Atlas central). Bulletin de la Société des Sciences naturelles et physiques du Maroc 41, 63–67.
- Rousselle, L., 1963. A propos de *Flabellothyris oranensis* (Flamand), brachiopode du Dogger moyen. Bulletin de la Société géologique de France (7) 5 (1), 41–46.

- Rousselle, L., 1965. Rhynchonellidae, Terebratulidae et Zeileriidae du Dogger marocain (Moyen-Atlas septentrional, Hauts-Plateaux, Haut-Atlas). Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc 187, 1–168.
- Rousselle, L., 1972. Rhynchonelles subcynocéphales à cruras préfalcières du Toarcien du Maroc (Haut-Atlas). Bulletin de la Société géologique de France (7) 12 (3), 579–583.
- Sadki, D., 1996. Le Haut-Atlas central (Maroc). Stratigraphie et paléontologie du Lias supérieur et du Dogger inférieur. Dynamique du bassin et des peuplements. Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon 142, 1–245.
- Sadki, D., Alméras, Y., 1992. Les Brachiopodes aaléno-bajociens de la région de Rich (Haut-Atlas central, Maroc) : implications biostratigraphiques et paléoécologiques. Cahiers de l'Université Catholique de Lyon, Sciences 5, 93–105.
- Stefanini, G., 1932. Echinodermi, Vermi Bryozoi e Brachiopodi del Giura-Lias della Somalia. Palaeontologia della Somalia. II : Fossili del Giura-Lias. Palaeontografia Italica Siena, 32. pp. 81–130.
- Szajnocha, L., 1879. Die Brachiopoden-Fauna der Oolite von Balin bei Krakau. Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften 41, 197–240.