



**Brachiopodes jurassiens  
de l'intervalle Valanginien-Hauterivien.  
Leur contribution à la datation  
de la Formation de Salima au Mont Liban**

**Yves ALMÉRAS**<sup>1</sup>

**Serge FERRY**<sup>2</sup>

**Bruno R.C. GRANIER**<sup>3</sup>

**Yann MERRAN**<sup>4</sup>

**Résumé** : Les gisements jurassiens français ou suisses du Crétacé basal (Valanginien ou Hauterivien) recèlent de nombreuses espèces de brachiopodes parmi lesquelles 3 espèces inconnues au Liban : *Lamellaerhynchia desori* (LORIOU in PICTET & CAMPICHE, 1872), *Sulcirhynchia valangiensis* (LORIOU, 1864) et *Terebratulina arzierensis* (LORIOU, 1864). Le site fossilifère de la Formation de Salima à Zeghrine, une localité proche de Bikfaya (Mont Liban), recèle une association constituée de *Belothyris pseudojurensis* (LEYMERIE, 1842), *Lamellaerhynchia hauteriviensis* BURRI, 1953, *Loriolithyris valdensis* (LORIOU, 1868), *Lor. latifrons* (PICTET, 1872), *Sellithyris carteroniana* (ORBIGNY, 1847) et *Terebratulina biauriculata* ORBIGNY, 1850, toutes également présentes dans les localités jurassiennes. Sur la base de l'étude de son association de brachiopodes, la Formation de Salima est par conséquent attribuée au Valanginien indéfini.

**Mots-clefs :**

- Liban ;
- Salima ;
- Bikfaya ;
- Jurassique ;
- Crétacé ;
- Valanginien ;
- brachiopodes

**Citation:** ALMÉRAS Y., FERRY S., GRANIER B.R.C. & MERRAN Y. (2021).- Brachiopodes jurassiens de l'intervalle Valanginien-Hauterivien. Leur contribution à la datation de la Formation de Salima au Mont Liban.- *Carnets Geol.*, Madrid, vol. 21, n° 7, p. 163-179.

**Abstract: Jurassic brachiopods of the Valanginian-Hauterivian interval. Their contribution to the dating of the Salima Formation in Mount Lebanon.**- The Jurassic French or Swiss outcrops of the lowermost Cretaceous (Valanginian or Hauterivian) yield numerous brachiopod species including 3 species: *Lamellaerhynchia desori* (LORIOU in PICTET & CAMPICHE, 1872), *Sulcirhynchia valangiensis* (LORIOU, 1864), and *Terebratulina arzierensis* (LORIOU, 1864), which are not found in Lebanon. The fossiliferous site of the Salima Formation at Zeghrine, a locality close to Bikfaya (Mount Lebanon), yields an assemblage made of *Belothyris pseudojurensis* (LEYMERIE, 1842), *Lamellaerhynchia hauteriviensis* BURRI, 1953, *Loriolithyris valdensis* (LORIOU, 1868), *Lor. latifrons* (PICTET, 1872), *Sellithyris carteroniana* (ORBIGNY, 1847), and *Terebratulina biauriculata* ORBIGNY, 1850; all are also present in Jurassic localities. On the basis of the study of its brachiopod assemblage, the Salima Formation is therefore ascribed an undifferentiated Valanginian age.

<sup>1</sup> 29 impasse des mésanges, F-01700, Beynost (France)

<sup>2</sup> 6D avenue Général de Gaulle, F-05100 Briançon (France)

[Serge.Ferry@yahoo.fr](mailto:Serge.Ferry@yahoo.fr)

<sup>3</sup> 2 impasse Charles Martel, 29217 Plougonvelin (France)

[brcgranier@free.fr](mailto:brcgranier@free.fr)

<sup>4</sup> 17 rue Jean Baptiste Perret, F-69660 Collonges-au-Mont-d'Or (France)

[ymerran@hotmail.com](mailto:ymerran@hotmail.com)



**Key-words:**

- Lebanon;
- Salima;
- Bikfaya;
- Jurassic;
- Cretaceous;
- Valanginian;
- Brachiopoda

## 1. Introduction

L'étude des faunes de brachiopodes présentée ici a été envisagée afin de répondre à un questionnement concernant l'âge d'une formation géologique au Liban. Après un résumé de l'état actuel des connaissances stratigraphiques sur ce pays du Proche-Orient au passage Jurassique/ Crétacé, l'étude paléontologique essentiellement axée sur les faunes des gisements jurassiens français ou suisses du Crétacé basal (Valanginien ou Hauterivien) sert d'introduction à une discussion sur l'âge de la Formation de Salima et sur sa position clef dans le contexte géologique régional.

## 2. Geological setting

La coupe-type de la Formation de Salima (Figs. 1-2) ou J7 des cartes géologiques du Liban, située à Zeghrine, une localité proche de Bikfaya (Gouvernorat du Mont Liban), et décrite à l'origine par WETZEL et DUBERTRET (1951), a ensuite été revisitée par TOLAND (2000), NOUJAIM-CLARK et BOUDAGHER-FADEL (2001), FERRY *et al.* (2007), GRANIER *et al.* (2016) et MAKSOUD *et al.* (2020). GRANIER *et al.* (2016) amendent significativement cette unité lithostratigraphique en la restreignant à son seul "membre supérieur" calcaire, supposé crétacé et plus précisément valanginien inférieur (Fig. 5) dans l'une de leurs trois hypothèses de travail, *i.e.*, leur option favorite "A" dans leur Fig. 8 (*op. cit.*). Son "membre inférieur" marneux est alors, quant à lui, attribué au Jurassique et plus précisément au Tithonien comme l'avaient déjà présenté BISCHOFF (1964, 1990a, 1990b) et correctement indiqué TOLAND (2000), et non au Berriasien comme erronément rapporté par NOUJAIM-CLARK et BOUDAGHER-FADEL (2001). En se fondant sur une récolte récente de brachiopodes de la Formation de Salima, MAKSOUD *et al.* (2020) confirment son attribution au Valanginien ; toutefois ils optent pour un âge Valanginien supérieur alors que GRANIER *et al.* (2016) faisaient plutôt l'hypothèse d'un âge Valanginien inférieur. À la lueur de datations palynologiques récentes des Marnes d'Arzier en Suisse (MONTEIL *in* JAN DU CHÊNE *et al.*, 2016), une formation connue pour ses gisements historiques de brachiopodes (*e.g.*, LORIOL, 1862, 1864, 1868, 1872), l'étude de matériel libanais inédit provenant d'une récolte plus ancienne effectuée par deux d'entre nous (S.F., Y.M.) nous permet aujourd'hui de revenir sur l'attribution par MAKSOUD *et al.* (2020) de la Formation de Salima amendée au seul Valanginien supérieur, une attribution sensée être mieux renseignée et plus précise.

## 3. Étude paléontologique (Y.A.)

### Ordre Rhynchonellida KUHN, 1949

#### Super-famille Rhynchonellacea GRAY, 1848

#### Famille Rhynchonellidae GRAY, 1848

#### Sous-famille Cyclothyridinae MAKRIDIN, 1955

#### Genre *Sulcirhynchia* BURRI, 1953

1953. *Sulcirhynchia* n. gen., BURRI, p. 271.  
1956. *Sulcirhynchia* BURRI, BURRI, p. 642.  
1956. *Sulcirhynchia* BURRI, OWEN, p. 168.  
1965. *Sulcirhynchia* BURRI, AGER, p. H619.  
1973. *Sulcirhynchia* BURRI, OWEN, p. 124.

**Espèce-type** : *Rhynchonella valangiensis* LORIOL, 1864.

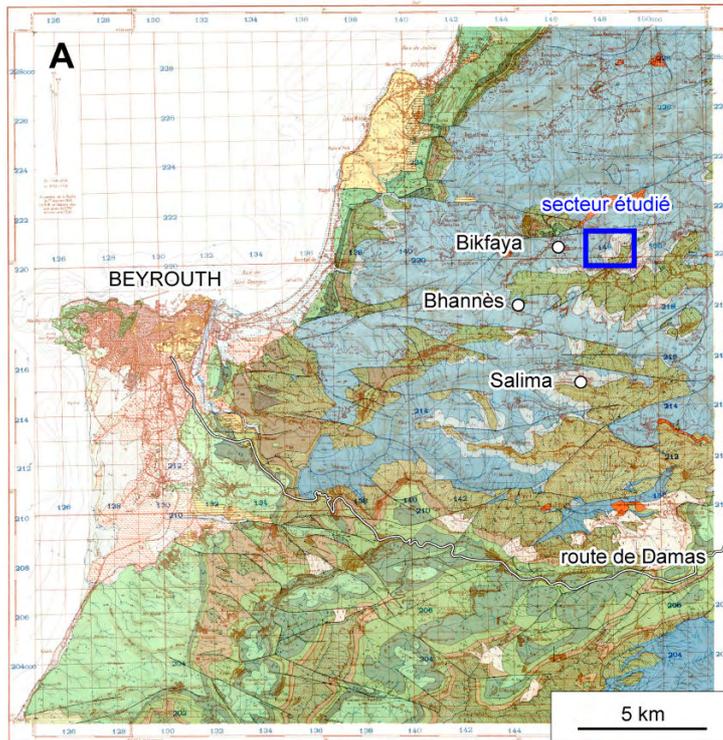
#### *Sulcirhynchia valangiensis* (LORIOL, 1864)

(Pl. 1, figs. 1-3)

1864. *Rhynchonella valangiensis* de LORIOL, p. 442 ; Pl., figs. 14-17.  
1868. *Rhynchonella valangiensis* de LORIOL, LORIOL, p. 57 ; Pl. 5, figs. 6-8.  
1872. *Rhynchonella valangiensis* de LORIOL, PICTET & CAMPICHE, p. 14 ; Pl. 195, figs. 9-12.  
1913. *Rhynchonella valangiensis* de LORIOL, JACOB & FALLOT, p. 51 ; Pl. 7, figs. 1-14.  
? 1930. *Rhynchonella valangiensis* de LORIOL, ROCH, p. 321 et 348.  
1953. *Sulcirhynchia valangiensis* (de LORIOL), BURRI, p. 272 ; Pl. 15, fig. 1.  
1954. *Sulcirhynchia valangiensis* (de LORIOL), BURRI, p. 419-425.  
1956. *Sulcirhynchia valangiensis* (de LORIOL), BURRI, p. 643 ; Pl. 6, fig. 1.  
? 1960. *Sulcirhynchia valangiensis* (de LORIOL), POPKHADZÉ, p. 147 ; Pl. 1, figs. 1-2.

**Lectotype** : LORIOL, 1864, Pl., fig. 14. Marnes d'Arzier (Valanginien inférieur), Arzier (carrière de La Violette), canton de Vaud (Jura suisse) (désignation de BURRI, 1956).

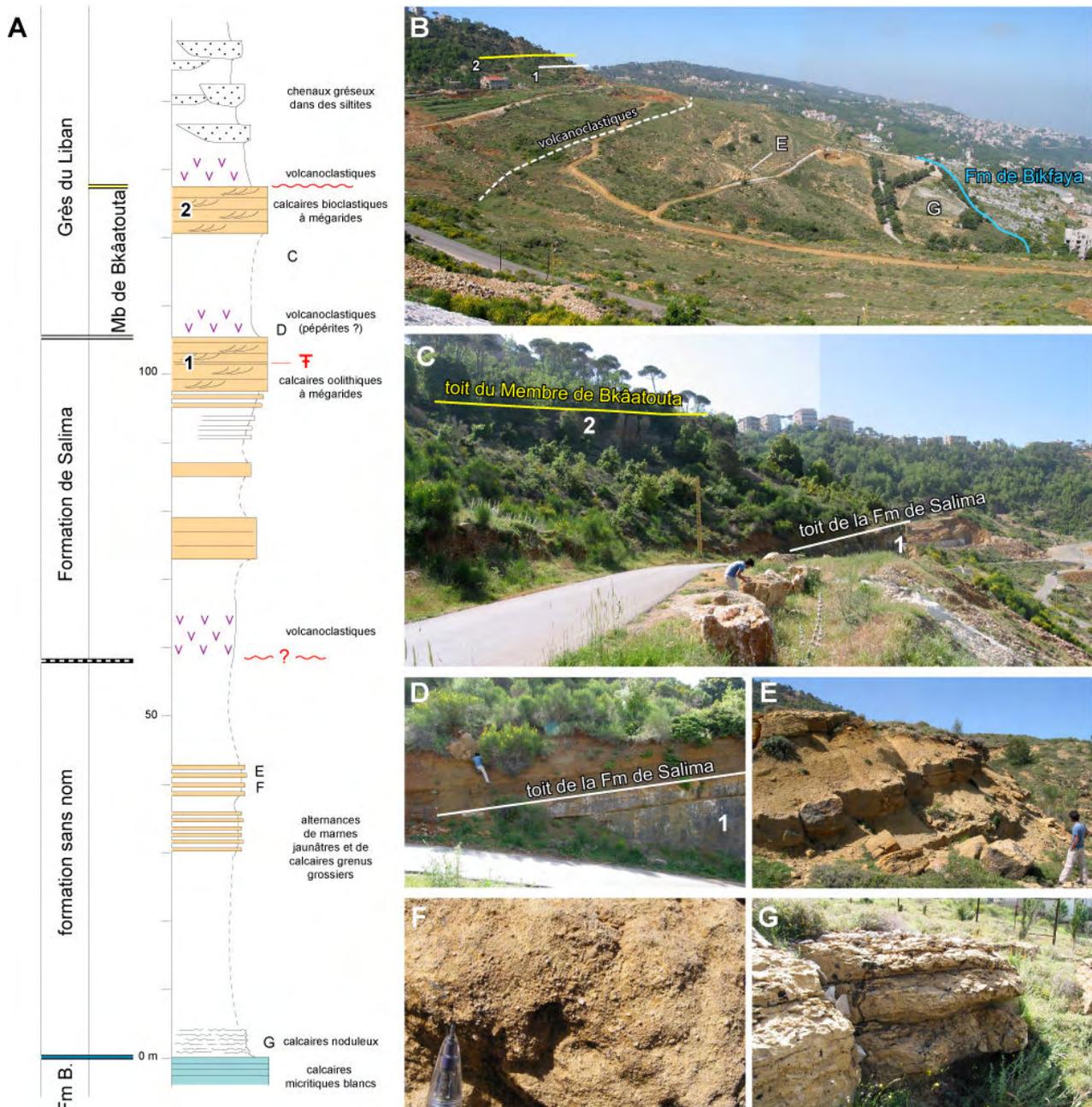
**Matériel étudié.** Arzier : 50 topotypes (coll. ALMÉRAS, FSL 706678 et 706679).



◀ **Figure 1** : Localisation de la coupe de Zeghrine : **A**) reproduction de la carte géologique de Beyrouth au 50.000<sup>e</sup> (DUBERTRET, 1951) avec la position de localités (Bhannès, Bikfaya et Salima) ayant donné leur nom à une unité lithostratigraphique (respectivement notées BJ6, J6a et J7). Bkâatouta, qui a donné son nom à une nouvelle unité, membre inférieur des Grès du Liban (notés C1, est hors champ et ne figure pas sur cette carte) ; **B**) imagerie satellitaire de la Formation de Salima *sensu* DUBERTRET dans sa localité-type, ici divisée en une formation sans nom pour sa partie inférieure et la Formation de Salima amendée pour sa partie supérieure. Le tracé bleu marque le toit des calcaires micritiques blancs de la Formation de Bikfaya, le tracé blanc en pointillé la position approximative du toit de la formation sans nom, le tracé blanc continu le toit des calcaires oolithiques de la Formation de Salima amendée, le tracé jaune le toit des calcarénites du Membre de Bkâatouta, unité lithostratigraphique nouvellement définie à la base des Grès du Liban (Figs. 2.A-C, 3). Une étoile rouge marque l'emplacement de la récolte des brachiopodes effectuée par deux d'entre nous (S.F., Y.M.) [© Google, Image © 2020 CNES/Airbus, Image © 2020 Maxar technologies].

**Morphologie.** Les 50 toptypes d'Arzier examinés comprennent des coquilles longues de 4,7 à 17,3 mm, de contour triangulaire, le plus souvent aussi large que long. Elles sont assez épaisses et antérieurement bilobées (Pl. 1, figs. 1-3). En effet, au stade adulte, leur bord frontal sinueux est profondément échancré au milieu des deux valves (Pl. 1, figs. 2-3). Cette échancre, caractéristique de l'espèce, est à peine ébauchée ou même absente (Pl. 1, fig. 1) chez les jeunes individus au contour arrondi plus régulier. Valve

dorsale plus bombée que la valve ventrale avec convexité maximale en son milieu. Les spécimens jeunes (jusqu'à une longueur d'environ 10 mm) demeurent rectimarginés. Commissures latérales des valves droites, se relevant brusquement à angle droit à proximité du front, d'où une unipliation frontale s'accroissant au cours de la croissance des coquilles. La morphogénèse de *S. valangiensis* a été décrite et figurée par BURRI (1954, Fig. 1, et 1956, Fig. 10).



**Figure 2 :** La coupe de Zegrine : **A)** coupe lithologique ; **B)** vue panoramique de la coupe ; **C)** vue des deux barres calcarénitiques orangées avec en 1 le toit de la Formation de Salima et en 2 le toit du Membre de Bkâatouta, unité lithostratigraphique nouvellement définie à la base des Grès du Liban (Fig. 3 ). Les brachiopodes proviennent de la partie sommitale de la Formation de Salima ; **D)** vue des volcanoclastiques à la base du Membre de Bkâatouta des Grès du Liban (coordonnées GPS : 33°55'14,0"N 35°42'47,2"E) ; **E-G)** vues de quelques dépôts de la formation sans nom, bornée par le toit de la Formation de Bikfaya et la base de la Formation de Salima.

La costulation apparaît vers 4 à 6 mm à partir du sommet du crochet. Les coquilles de 6,5 à 17,3 mm sont ornées de 27 à 41 côtes simples, rayonnantes, fines et régulières sur la région cardinale et devenant plus fortes et plus aiguës aux approches du front. Le nombre moyen de côtes sur la valve dorsale, calculé sur 40 spécimens, est de 32,2. Les individus les plus petits, de 4,7 à 6,5 mm, sont moins densément costés.

Le développement du foramen et l'incurvation du crochet (de dimensions moyennes, non crêté et

dressé) sont décrits et figurés par BURRI (1954, Fig. 2, et 1956, Fig. 11). L'évolution du foramen au cours de la croissance présente des exceptions par rapport à la description de BURRI. C'est ainsi qu'à des tailles adultes approximativement identiques, on peut observer des foramens ourlés, de contour triangulaire (Pl. 1, fig. 2) ou ovale (Pl. 1, fig. 3), les plaques deltidiales demeurant séparées. La coquille plus petite de la Pl. 1, fig. 1, montre un foramen circulaire avec des plaques deltidiales à peine réunies par leur base.



◀ **Figure 3** : Toit des calcarénites du Membre de Bkâatouta, unité nouvellement définie à la base des Grès du Liban, ici sur la coupe de Zeghrine. **A**) vue du passage des calcaires oolithiques aux grès. Des brèches à galets anguleux sont intercalées dans les grès à stratifications obliques. **B**) détail de la partie sommitale de ce membre avec une colonie de coraux branchus.

**Caractères internes.** Voir BURRI, 1953, Fig. 2, BURRI, 1954, Fig. 6, et BURRI, 1956, Fig. 9.

**Extension verticale et répartition géographique.** Espèce abondante dans les Marnes valanginiennes d'Arzier, carrières d'Arzier (localité-type dans le canton de Vaud). Pour LORIOU (1864), *S. valangiensis* "paraît caractériser des couches supérieures de l'étage Valanginien". BURRI (1956) confirme l'âge Valanginien supérieur, contrairement à BURRI (1953) ("base du Valanginien"). L'incertitude sur l'âge des Marnes d'Arzier est maintenant levée, celles-ci étant désormais datées du Valanginien inférieur (WALTER, 1989, Fig. 4 ; 1991, p. 296 ; JAN DU CHÊNE *et al.*, 2016) et même Hauterivien en ce qui concerne celui donné par *Lamellaerhynchia*) alors que les Marnes à bryozoaires sont plus récentes (Valanginien supérieur).

Valanginien supérieur (= Marnes à bryozoaires) de Sainte-Croix. Même âge à Villers-le-Lac (Limonite), à Censeau, à Vesancy près de Gex et à Metabief. Calcaires de l'Auberson dans le Jura vaudois. La répartition de *S. valangiensis* est connue le long de la Chaîne du Jura, depuis la région de Neuchâtel jusqu'aux environs de Bellegarde (JACOB & FALLOT, 1913). Présence éventuelle (à confirmer) en Géorgie et au Daghestan (POPKHADZÉ, 1960).

*Sulcirhynchia valangiensis* n'a pas été trouvé à Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban).

#### **Genre *Lamellaerhynchia* BURRI, 1953**

1953. *Lamellaerhynchia* n. gen., BURRI, p. 274.

1956. *Lamellaerhynchia* BURRI, BURRI, p. 652.

1964. *Lamellaerhynchia* BURRI, AGER, p. 111.

1965. *Lamellaerhynchia* BURRI, AGER, p. H617.

1973. *Lamellaerhynchia* BURRI, OWEN, p. 126.

1974. *Lamellaerhynchia* BURRI, LOBATSHEVA, p. 72.

1975. *Lamellaerhynchia* BURRI, CALZADA BADIA, p. 15, 17.



**Espèce-type** : *Terebratula rostriformis* (ROEMER, 1836) (= *Terebratula multiformis* ROEMER, 1839 (partim !)).

***Lamellaerhynchia desori***  
(LORIOI in PICTET & CAMPICHE, 1872)

(Pl. 1, fig. 4)

1872. *Rhynchonella desori* de LORIOI, PICTET & CAMPICHE, p. 16 ; Pl. 196, figs. 1-2.

1887. *Rhynchonella desori* de LORIOI, MALLADA, p. 151 ; Pl. 51, figs. 9-13.

1953. *Lamellaerhynchia desori* (de LORIOI), BURRI, p. 277 ; Pl. 15, fig. 3.

1956. *Lamellaerhynchia desori* (de LORIOI), BURRI, p. 657 ; Pl. 6, figs. 2-3.

? 1972. *Monticlarella desori* (PICTET), SMIRNOVA, p. 28 ; Pl. 1, fig. 6.

**Lectotype** : LORIOI in PICTET & CAMPICHE, 1872, Pl. 196, fig. 2. Valanginien de Villers-le-Lac (désignation de BURRI, 1953).

**Matériel étudié.** 10 ex. des Marnes d'Arzier (FSL 706680) (Valanginien inférieur) dont celui de la Pl. 1, fig. 4, comparables au lectotype par leurs petites dimensions (longueur ne dépassant pas 10 mm), leur uniplication frontale, les caractères du crochet non crêté, subdressé à dressé et du petit foramen ovale séparant à sa base les plaques deltidiales. 12 à 18 côtes simples sur la valve dorsale (12 à 20 côtes selon BURRI, 1956). Nvd moyen = 15,3.

**Extension verticale et répartition géographique.** Espèce abondante dans les Marnes d'Arzier (Valanginien inférieur), plus rare dans les Marnes à *Astieria* (Valanginien supérieur). Jura suisse (Arzier, Sainte-Croix) et Jura français (Villers-le-Lac). *Lamellaerhynchia desori* a également été cité par les auteurs dans les Marnes de l'Hauterivien inférieur. Cette extension verticale s'explique (BURRI, 1953) par le fait que les Marnes à *Astieria* étaient autrefois placées dans l'Hauterivien alors qu'elles sont actuellement rapportées au Valanginien supérieur (WALTER, 1989, Fig. 4). Il peut aussi y avoir eu confusion avec des individus jeunes d'autres espèces de l'Hauterivien. Présence possible dans le Valanginien de Crimée et d'Espagne (Mancha Real). Non observé à Zeghrine.

***Lamellaerhynchia hauteriviensis***  
**BURRI, 1953**

(Pl. 1, figs. 5-6 ; Tabl. 1)

1953. *Lamellaerhynchia hauteriviensis* BURRI, p. 279 ; Pl. 15, fig. 4.

1956. *Lamellaerhynchia hauteriviensis* BURRI, BURRI, p. 660 ; Pl. 8, figs. 1-2.

2020. *Lamellaerhynchia hauteriviensis* BURRI, MAKSOUUD *et al.*, p. 6 ; Fig. 4.A-B.

**Holotype** : BURRI, 1953, Pl. 15, fig. 4. Hauterivien inférieur (Zone à *Acanthodiscus radiatus*), Le Landeron, Scheibenstand (S.A. Blatt, 134, coordonnées : 571,52/212,50).

**Matériel étudié.** Sainte-Croix : 6 ex. (coll. ALMÉRAS, FSL 706681). Zeghrine, à l'Est de Beyrouth : 14 ex. (coll. FERRY, FSL 706682).

**Morphologie.** Espèce de dimensions moyennes, de contour pentagonal arrondi plus large que long (Tabl. 1), avec uniplication frontale débutant vers le milieu de la coquille. Cette uniplication s'élève au front au cours de la croissance, créant ainsi un sinus ventral large, profond et bien délimité auquel correspond un pli médian dorsal assez élevé ( $h/L = 0,47$ ). La valve ventrale est faiblement renflée au niveau de son crochet tandis que l'épaisseur maximale de la valve dorsale se situe à proximité immédiate ou au niveau du bord frontal.

Les côtes fortement arrondies sont nombreuses : 18 à 24 (Nvd moyen = 19,3 à Sainte-Croix et 21,1 au Landeron). 5-6 côtes sur le pli dorsal (Tabl. 1). Quelques millimètres sous le crochet et l'umbo dorsal demeurent lisses. Crochet non crêté, subdressé, quelquefois dressé. Foramen circulaire, plus rarement ovale. Plaques deltidiales réunies et élevées (grande distance entre le foramen et le bord cardinal).

Les calcaires oolithiques de Zeghrine ont livré 14 coquilles uniplissées, de plus petites dimensions, moins densément costées (Tabl. 1). Le stade postérieur lisse est plus développé (tiers postérieur à mi-longueur des coquilles) que chez *L. hauteriviensis* du Landeron et de Sainte-Croix. Par contre, les caractères du crochet, du foramen et des plaques deltidiales sont identiques. A notre avis, cette morphologie correspondrait au stade jeune du développement de *L. hauteriviensis* dont les formes adultes se situent dans l'Hauterivien inférieur.

**Tableau 1** : Valeurs moyennes et intervalles de variation des dimensions et du nombre de côtes chez *Lamellaerhynchia hauteriviensis* BURRI. Populations de la localité-type du Landeron, dans le Jura suisse occidental (données de BURRI, 1953, Tabl. 3) (1), de Sainte-Croix (2) et de Zeghrine, au Liban (3).

	N	L	I	E	I/L	E/L
1	26	16,4 (14,2-19,3)	18,1 (15,4-21,5)	9,7 (7,3-11,4)	1,10 (0,99-1,30)	0,59 (0,47-0,73)
2	6	15,2 (13,9-17,3)	18,1 (16,1-20,1)	8,9 (7,7-9,8)	1,20 (1,16-1,21)	0,58 (0,54-0,63)
3	14	9,9 (7,0-11,3)	10,9 (8,8-12,2)	5,9 (4,5-7,6)	1,11 (0,99-1,26)	0,60 (0,52-0,67)
	h	ls	h/ls	h/L	Nvd	Nb
					21,1 (18-24)	
	7, (6,6-8,0)	8,8 (7,6-10,2)	0,83 (0,65-0,99)	0,47 (0,44-0,54)	19,3 (17-22)	5,3 (5-6)
	3,9 (2,5-5,5)	7,5 (6,4-9,0)	0,52 (0,39-0,64)	0,39 (0,29-0,49)	10,2 (9-11)	4,4 (4-5)



**Caractères internes.** Voir BURRI, 1953, Fig. 5, et BURRI, 1956, Fig. 20.

**Extension verticale et répartition géographique.** Hauterivien inférieur, zone à *Acanthodiscus radiatus* du Jura suisse et français. Le Landeron, bassin N. Vingelz, environs de Twan, Le Cressier, Hauterive, Valangin, Villers-le-Lac, l'Auberson, environs de Sainte-Croix et vallée du Nozon.

Valanginien de Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban).

**Ordre Terebratulida WAAGEN, 1883**

**Sous-ordre Terebratulidina  
WAAGEN, 1883**

**Super-famille Terebratulacea  
GRAY, 1840**

**Famille Terebratulidae GRAY, 1840**

**Sous-famille Sellithyridinae  
MUIR-WOOD, 1965**

**Genre *Loriolithyris* MIDDLEMISS, 1968**

1968. *Loriolithyris* gen. nov., MIDDLEMISS, p. 176.

1975. *Loriolithyris* MIDDLEMISS, CALZADA BADIA, p. 44.

1983. *Loriolithyris* MIDDLEMISS, CALZADA BADIA, p. 143.

1983. *Loriolithyris* MIDDLEMISS, COOPER, p. 200.

**Espèce-type :** *Terebratula russillensis* LORIOI, 1866.

***Loriolithyris valdensis* (LORIOI, 1868)**

(Pl. 1, figs. 7-12 ; Fig. 4 ; Tabl. 2)

1868. *Terebratula valdensis* de LORIOI, p. 52 ; Pl. 4, figs. 9-12.

1872. *Terebratula valdensis* de LORIOI in PICTET & CAMPICHE, p. 66 ; Pl. 201, figs. 11-15.

? 1951. *Terebratula valdensis* de LORIOI, GIGOUT, p. 360.

1966. *Sellithyris valdensis* (de LORIOI), BOGDANOVA & LOBACHEVA, p. 55 ; Pl. 5, fig. 7.

1968. *Loriolithyris valdensis* (de LORIOI), MIDDLEMISS, p. 182 ; Pl. A, fig. 5.

? 1972. *Sellithyris valdensis* (de LORIOI), SMIRNOVA, p. 81 ; Pl. 7, fig. 5.

1973. *Loriolithyris valdensis* (de LORIOI), DIENI *et al.*, p. 182 ; Pl. 36, figs. 9-10.

non 1974. *Loriolithyris valdensis* (de LORIOI), PAJAUD, p. 103 ; Pl. 2, fig. F.

1975. *Loriolithyris valdensis* (de LORIOI), CALZADA BADIA, p. 45 ; Pl. 5, fig. 1.

non 1980. *Loriolithyris valdensis* (de LORIOI), MIDDLEMISS, p. 524 ; Pl. 55, figs. 5-9.

pars 1981. *Loriolithyris valdensis* (de LORIOI), MIDDLEMISS, p. 720.

1983. *Loriolithyris valdensis* (de LORIOI), COOPER, Pl. 18, figs. 16-21 ; Pl. 64, figs. 23-24.

1984. *Terebratula valdensis* de LORIOI, BECHON *et al.*, Pl. 2, figs. 7, 9.

1988. *Loriolithyris valdensis* (de LORIOI), GASPARD, p. 154 ; Pl. XVI, figs. 10-16 ; Pl. XVII, figs. 1-10. Figuration du lectotype.

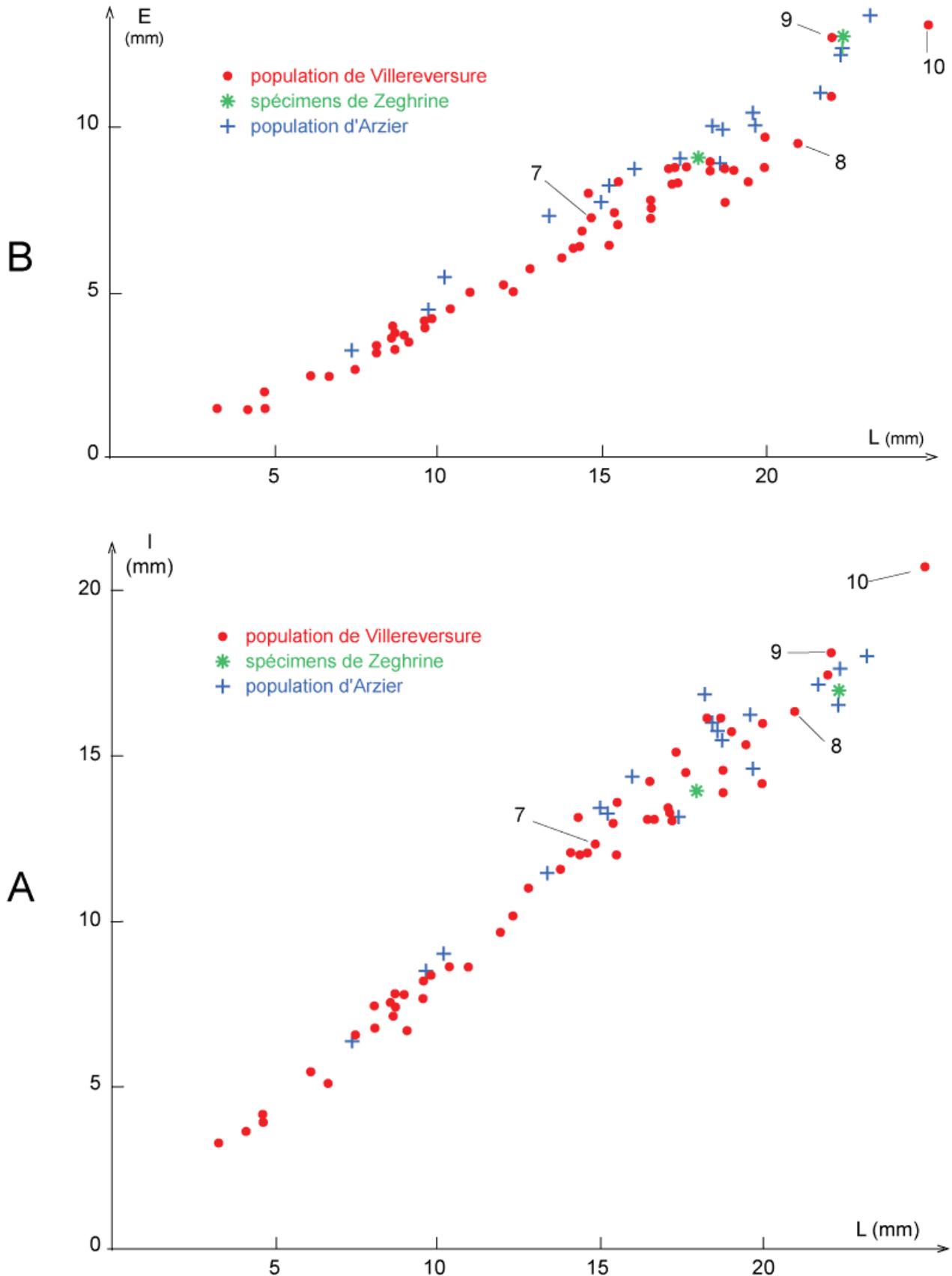
**Lectotype :** LORIOI, 1868, Pl. 4, fig. 9. Couche B du Valanginien inférieur des carrières d'Arzier (canton de Vaud) (désignation de MIDDLEMISS, 1968, sans figuration de ce spécimen).

**Matériel étudié.** Arzier (Vaud) : 17 ex. mesurés (Tabl. 2) (coll. ALMÉRAS, FSL 706683). Ville-reversure (Ain), Calcaires à *Alectryonia* : a) couche 2 base : ex. Pl. 1, figs. 7-10 ; 7 ex. mesurés (coll. ALMÉRAS, FSL 706684) ; 225 ex. déformés ou incomplètement conservés, surtout des stades jeunes du développement (coll. ALMÉRAS, FSL 706685) ; b) couche 2 sommet : 40 ex. mesurés (coll. ALMÉRAS, FSL 706686) ; 95 ex. jeunes, déformés ou incomplets (coll. ALMÉRAS, FSL 706687). Hauteville (Ain), carrière sous le sanatorium de la Savoie : Couches à *Alectryonia* (Valanginien supérieur), 2 ex., coll. WALTER, FSL 706688).

Valanginien de Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban) : ex. Pl. 1, figs. 11-12 ; 7 ex. jeunes ou incomplètement conservés (coll. FERRY, FSL 706689).

**Morphologie.** Les deux coquilles de Zeghrine, Pl. 1, figs. 11-12, s'inscrivent parfaitement dans la morphogenèse de *Loriolithyris valdensis* du Valanginien supérieur de Villereversure, Pl. 1, figs. 7-10. Les croissances en largeur et en épaisseur de cette espèce dans les gisements de Villereversure et d'Arzier sont illustrés sur la Figure 4. Celle-ci montre une faible dispersion des individus et permet de relier les stades jeunes aux stades adultes du développement. 53 coquilles de Villereversure ont fait l'objet d'une étude biométrique (Tabl. 2). 28 exemplaires de 3,3 à 18,8 mm sont rectimarginés et leur contour est subcirculaire ( $l/L = 0,85$  à  $1,00$ ). Les coquilles de plus grande taille, assez épaisses, acquièrent un contour subpentagonal plus long que large, avec une largeur maximale se situant vers le milieu de la longueur. La sulcification frontale apparaît dès le tiers antérieur (Tabl. 2), créant sur la valve dorsale deux plis saillants, arrondis, encadrant une dépression médiane nettement creusée sur le bord antérieur des plus grands individus (Pl. 1, figs. 10, 12). La valve ventrale est antérieurement déprimée et faiblement relevée en son milieu par un pli large et arrondi. Les commissures latérales, subrectilignes sur leurs deux-tiers postérieurs, se relèvent fortement en direction dorsale aux approches du front des spécimens adultes. Chez six coquilles de 14,4 à 19,5 mm, une planoplication ou une légère uniplication arrondie se substitue au stade sulcifié.

Le crochet gros, non crêté, court et dressé, est percé d'un grand foramen circulaire. Les plaques deltidiales sont séparées chez les coquilles jeunes (mais pas uniquement) (27 exemplaires de Villereversure). Ces plaques se réunissent chez 26 autres exemplaires en général de plus grandes dimensions. Le deltidium est alors large mais presque toujours masqué. Enfin, les plaques deltidiales ne sont visibles et élevées que chez deux spécimens de 16,5 et 22 mm.



**Figure 4** : Dispersion des spécimens au cours de la croissance en largeur (A) et en épaisseur (B) de *Loriolithyris valdensis* (LORIOU). Coquilles d'Arzier (croix bleues), de Villereversure, Ain (points rouges), et de Zeghrine, Liban (astérisques vertes). Les numéros 7 à 10 situent les exemplaires de Villereversure représentés Pl. 1, figs. 7-10.



Les exemplaires du Valanginien d'Arzier possèdent les mêmes caractéristiques. Leurs dimensions sont en moyenne plus grandes étant donné le faible pourcentage de coquilles jeunes mesurables. La situation de la naissance de la sulcification frontale et la profondeur de la dépression médiane dorsale sont comparables dans les deux gisements d'Arzier et de Villereversure (Tabl. 2). *Loriolithyris valdensis* se distingue facilement de *Musculina acuta* (QUENSTEDT) de l'Hauterivien par son crochet court et recourbé, par son grand foramen et par son deltidium presque invisible (crochet long et subdressé, deltidium élevé bien exposé chez *M. acuta*).

**Tableau 2 :** Valeurs moyennes et intervalles de variation des dimensions des coquilles chez *Loriolithyris valdensis* (LORIOU). Populations d'Arzier (1) et de Villereversure (2). U1 et U2 = situation de la naissance de la sulcification frontale ; p et d = profondeur et largeur du sinus médian dorsal. Autres paramètres : voir Tabl. 1.

	N	L	I	E	I/L	E/L
1	17	17,0 (7,4-23,2)	14,1 (6,5-18,2)	8,9 (3,3-13,3)	0,84 (0,75-0,91)	0,52 (0,44-0,57)
2	53	13,6 (3,3-25,0)	11,3 (3,3-20,8)	6,2 (1,5-13,0)	0,84 (0,75-1,00)	0,44 (0,36-0,57)

	U1	U2	p	d	p/d	p/L
1	15,6 (9,0-18,4)	0,79 (0,72-0,84)	2,0 (0,5-3,0)	6,6 (3,9-9,2)	0,29 (0,12-0,41)	0,10 (0,03-0,14)
2	14,4 (9,6-19,7)	0,78 (0,68-0,88)	1,8 (0,7-3,0)	5,4 (3,7-7,7)	0,32 (0,13-0,53)	0,09 (0,04-0,16)

**Caractères internes.** Voir BOGDANOVA (1966, Fig. 19), MIDDLEMISS (1968, Fig. 5) ainsi que DIENI *et al.* (1973, Fig. 7).

**Extension verticale et répartition géographique.** Valanginien d'Arzier (plus abondante dans la Couche B de LORIOU, 1868 = Valanginien inférieur). Valanginien supérieur de Sainte-Croix (Marnes à bryozoaires), de Villers-le-Lac (Doubs), Metabief et Vesancy, et Calcaires à *Alectryonia* de Hauteville (Ain). Présence à confirmer dans le Valanginien de la Meseta marocaine occidentale (arrière-pays de Casablanca, Mazagan et Safi) (GIGOUT, 1951). Valanginien supérieur du Centre-Est de la Sardaigne (Badde Funtana Morta, Orosei) et du Levant espagnol (Cati, Castellón) (CALZADA BADIA, 1975). Berriasien-Valanginien inférieur des Corbières (MIDDLEMISS, 1968). Valanginien de Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban).

### *Loriolithyris latifrons* (PICTET, 1872)

(Pl. 1, figs. 13-14)

1872. *Terebratulina latifrons* PICTET, p. 67 ; Pl. 201, figs. 16-17.  
 1981. *Loriolithyris russillensis latifrons* (PICTET), MIDDLEMISS, p. 718. Avec la synonymie.  
 2020. *Loriolithyris latifrons* (PICTET), MAKSOUD *et al.*, p. 6 ; Fig. 4.C-F.

**Lectotype :** PICTET & CAMPICHE, 1872, Pl. 201, fig. 16. Valanginien supérieur, Villers-le-Lac (Doubs) (désignation de MIDDLEMISS, 1981).

**Matériel étudié.** Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban) : 2 ex., Pl. 1, figs. 13-14. La coquille de la Pl. 1, fig. 14, est proche du lectotype, mais avec des dimensions un peu inférieures. La sulcification frontale n'apparaît qu'un peu plus tard au cours de la croissance. Le spécimen de la Pl. 1, fig. 13, représente un stade jeune.

**Extension verticale et répartition géographique.** Valanginien supérieur de Villers-le-Lac (Doubs) et de Vesancy près de Gex (Ain). Valanginien de Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban).

### Genre *Sellithyris* MIDDLEMISS, 1959

1959. *Sellithyris* MIDDLEMISS, p. 113.  
 1965. *Sellithyris* MIDDLEMISS, MUIR-WOOD, p. H793.  
 1966. *Sellithyris* MIDDLEMISS, BOGDANOVA *et* LOBATCHEVA, p. 48.  
 1975. *Sellithyris* MIDDLEMISS, CALZADA BADIA, p. 30.  
 1976. *Sellithyris* MIDDLEMISS, MIDDLEMISS, p. 39.  
 1983. *Sellithyris* MIDDLEMISS, COOPER, p. 217.

**Espèce-type :** *Terebratulina sella* J. de C. SOWERBY, 1823.

### *Sellithyris carteroniana* (ORBIGNY, 1847)

(Pl. 1, fig. 15)

1847. *Terebratulina carteroniana* d'ORBIGNY, p. 80 ; Pl. 507, figs. 1-5.  
 1981. *Sellithyris carteroniana* (d'ORBIGNY), MIDDLEMISS, p. 711, avec la synonymie à laquelle il faut ajouter :  
 1868. *Terebratulina carteroniana* d'ORBIGNY, LORIOU, p. 53.  
 1951. *Terebratulina carteroniana* d'ORBIGNY, GIGOUT, p. 360 ; Pl. 9, figs. 11-14.

**Holotype :** ORBIGNY, 1847, Pl. 507, figs. 1-4. Valanginien, environs de Morteau (Doubs).

**Matériel étudié.** Arzier (Vaud) : ex. Pl. 1, fig. 15, et 4 autres spécimens (coll. ALMÉRAS, FSL 706690). Valanginien de Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban) : 2 ex. en mauvais état de conservation (coll. FERRY, FSL 706691).

### Famille Cancellothyrididae

THOMSON, 1926

#### Sous-famille Cancellothyridinae

THOMSON, 1926

#### Genre *Terebratulina* THOMSON, 1926

1847. *Terebratulina* nov. gen. d'ORBIGNY, p. 56.  
 1851-1854. *Terebratulina* d'ORBIGNY, DAVIDSON, p. 63.  
 1855. *Terebratulina* d'ORBIGNY, DESLONGCHAMPS E. & DESLONGCHAMPS E.E., p. 121.  
 1862-1885. *Terebratulina* d'ORBIGNY, DESLONGCHAMPS, p. 56.  
 1879. *Terebratulina* d'ORBIGNY, DOUVILLÉ, p. 15.  
 1965. *Terebratulina* d'ORBIGNY, MUIR-WOOD, p. H807.

**Espèce-type :** *Anomia caputserpentis* LINNÉ, 1767, p. 1153 (*non* LINNÉ, 1758, p. 703) = *A. retusa* LINNÉ, 1758, p. 701.

***Terebratulina arzierensis* (LORIOI, 1864)**

(Pl. 1, figs. 16-17)

1864. *Terebratula* (*Terebratella*) *arzierensis* LORIOI, p. 441 ; Pl., figs. 18-20.**Lectotype** : LORIOI, 1864, Pl., fig. 12. Valanginien, carrières d'Arzier (Vaud).**Matériel étudié.** Arzier : ex. Pl. 1, figs. 16-17 et 12 autres ex. (coll. ALMÉRAS, FSL 706692).**Remarque.** D'après PICTET (in PICTET & CAMPICHE, 1872), cette espèce est abondante dans la couche B du Valanginien inférieur des carrières d'Arzier.***Terebratulina biauriculata*  
ORBIGNY, 1850**

(Pl. 1, figs. 18-19 ; Tabl. 3)

non 1841. *Terebratula auriculata* ROEMER, p. 39 ; Pl. 7, fig. 9 (= *Terebratulina chrysalis* (SCHLOTHEIM, 1813), selon SCHLOENBACH, 1866, p. 12, 65 ; voir aussi SIBLIK, 1963, p. 70).1847. *Terebratulina auriculata* d'ORBIGNY, p. 58 ; Pl. 502, figs. 3-7.1850. *Terebratulina biauriculata* d'ORBIGNY, p. 85 (avec référence au spécimen figuré par ORBIGNY, 1847, Pl. 502, figs. 3-7 (= *T. auriculata*) et refus de la mise en synonymie avec *T. auriculata* ROEMER, 1841).1863. (*Terebratula*) *Terebratulina biauriculata* d'ORBIGNY, OOSTER, p. 34 ; Pl. 12, figs. 11-12.1906. *Terebratulina auriculata* d'ORBIGNY, ASCHER, p. 167 ; Pl. 14, fig. 13.1907. *Terebratulina biauriculata* d'ORBIGNY, KARAKASCH, p. 218 ; Pl. 20, fig. 28.1962. *Terebratulina biauriculata* d'ORBIGNY, SIBLIK, p. 277.1963. *Terebratulina biauriculata* d'ORBIGNY, SIBLIK, p. 70 ; Pl. 2, fig. 2.1974. *Terebratulina biauriculata* d'ORBIGNY, PAJAUD, p. 95 et 112 ; Pl. 1, fig. A1-A2.2020. *Terebratulina biauriculata* ORBIGNY, MAKSOUUD *et al.*, p. 6 ; Fig. 4.G-J.**Holotype** : ORBIGNY, 1847, Pl. 502, figs. 3-7. Néocomien de La Couronne (Bouches-du-Rhône).**Matériel étudié.** Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban) : 36 ex. mesurés (Tabl. 3) dont les 2 coquilles, Pl. 1, figs. 18-19, et 19 ex. incomplètement conservés et/ou déformés (coll. FERRY, FSL 706693).**Remarque.** Cette espèce a été créée par ORBIGNY (1847) sous le nom de *Terebratulina auriculata*. Elle a ensuite été désignée par le même auteur (1850), et sans aucune justification notable, comme *T. biauriculata*. L'origine de ce changement réside en fait dans l'antériorité du nom d'*auriculata* détenue par ROEMER (1841). Or, selon SCHLOENBACH (1866), l'individu figuré sous ce nom par ROEMER serait *Terebratulina chrysalis* (SCHLOTHEIM, 1813). Dans ces conditions, le nom valable pour les exemplaires figurés et décrits par ORBIGNY en 1847 est *T. biauriculata* (voir synonymie et également SIBLIK, 1963). Les spécimens de Zeghrine doivent donc être déterminés comme *T. biauriculata*.**Morphologie.** Petites coquilles déprimées, subcirculaires (Tabl. 3). Un seul exemplaire de 13 mm est bien plus large que long ( $I/L = 1,12$ ). Par comparaison avec la valve dorsale presque plane, la valve ventrale est légèrement convexe dans sa moitié postérieure ; elle se creuse vers son quart antérieur d'une dépression large, peu profonde et non délimitée latéralement à laquelle correspond sur la valve dorsale un faible renflement médian. Celui-ci détermine une commissure frontale large et régulièrement arrondie, qui devient plus élevée chez les sujets âgés (Pl. 1, fig. 19). Cette commissure frontale est également plus ou moins marquée chez les petites coquilles jusqu'à 8,3 mm ( $h/L = 0,12$  à  $0,51$ ). Seules trois coquilles (sur 36) de 7,6-9,3 mm et 10,0 mm montrent une uniplication naissante à leur front. Les commissures latérales subrectilignes s'infléchissent dorsalement à l'approche du front uniplissé. Ornementation caractéristique constituée de fines côtes rayonnantes dont certaines naissent par intercalation à des niveaux variés. Leur nombre sur le bord des coquilles est compris entre 33 et 67 ; il augmente avec la taille des spécimens (Nvd moyen = 44,9).

Crochet non crêté, droit à subdressé. Foramen circulaire (35 ex.). Un seul spécimen long de 14,9 mm possède un foramen ovale, en contact avec l'umbo dorsal, les plaques deltidiales demeurant séparées. Chez les autres spécimens, on observe des plaques deltidiales séparées (8 ex. de 7,6 à 14,9 mm), juste réunies par leur base (7 ex. de 9,3 à 11,9 mm) ou encore réunies (20 ex.) en un deltidium peu élevé (9 ex. de 10,0 à 13,5 mm) ou élevé (11 ex. de 9,3 à 14,6 mm).

**Tableau 3** : Valeurs moyennes et intervalles de variation des dimensions et du nombre de côtes chez *Terebratulina biauriculata* ORBIGNY de Zeghrine. U1 et U2 = situation de la naissance de l'uniplication frontale ; h et h/l = hauteur et hauteur relative du pli médian dorsal ; Nvd = nombre de côtes sur la valve dorsale. Autres paramètres : voir Tabl. 1.

L	I	E	I/L	E/L
11,3 (7,6-14,9)	10,7 (7,6-14,6)	4,3 (2,6-7,5)	0,94 (0,83-1,12)	0,37 (0,26-0,55)
U1	U2	h	h/L	Nvd
8,5 (6,9-10,4)	0,74 (0,65-0,84)	3,2 (1,0-6,6)	0,27 (0,12-0,51)	44,9 (33-67)

**Affinités.** Dans sa diagnose originale de *Crustralina strambergensis* du Valanginien de Stramberg, NEKVASILOVÁ (1978) admet une certaine ressemblance morphologique avec *Terebratulina biauriculata*, en particulier avec le spécimen de la Formation Hradistè d'Allemagne du Nord (château de Koniakau) figuré par ASCHER (1906, Pl. 14, fig. 13). Outre quelques différences dans les structures internes (NEKVASILOVÁ, 1978, Fig. 3), *C. strambergensis* se différencie par son gros crochet plus court percé d'un très grand foramen circulaire toujours en contact avec l'umbo dorsal ainsi que par l'absence d'une uniplication frontale à tous les stades du développement (les coquilles



de *C. strambergensis* sont toujours rectimarginées).

L'holotype de *T. biauriculata* d'Alcide d'ORBIGNY n'a pas été retrouvé dans les collections du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (communication de J. DROT à NEKVASILOVÀ, 1978). Un syntype est figuré par RECOLNAT.

Les nombreux spécimens des "Marno-calcaires à Térébratulines" (Valanginien supérieur) de l'arc de Castellane assurent l'identification et le statut de l'espèce (COTILLON *in* PAJAUD, 1974). PAJAUD (1974) place l'espèce dans ses "Calcaires beiges berriasiens à valanginiens" et COTILLON (*in* PAJAUD, 1974) dans le Valanginien supérieur. L'exemplaire de GASPARD (1988) est donné comme d'âge Barrémien.

**Extension verticale et répartition géographique.** Valanginien supérieur du Bassin du Sud-Est, France : La Couronne (Bouches-du-Rhône), "Marno-calcaires à Térébratulines" de l'arc de Castellane (Haute-Provence). Valanginien des Alpes bernoises (OOSTER, 1863), d'Allemagne du Nord (ASCHER, 1906), de Crimée (KARAKASCH, 1907), des Carpathes centrales (SIBLIK, 1962), des Montagnes de Stràzovsk en Tchèque (SIBLIK, 1963).

Valanginien de Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban).

**Sous-ordre Terebratellidina  
MUIR-WOOD, 1965**

**Super-famille Terebratellacea  
KING, 1850**

**Famille Dallinidae BEECHER, 1893**

**Sous-famille Kingeninae ELLIOTT, 1948**

**Genre *Belothyris* SMIRNOVA, 1960**

1960. *Belothyris* gen. nov., SMIRNOVA, p. 117.

1965. *Belothyris* SMIRNOVA, MUIR-WOOD, p. H840.

1973. *Belothyris* SMIRNOVA, OWEN, p. 129.

**Espèce-type** : *Belothyris plana* SMIRNOVA, 1960.

***Belothyris pseudojurensis*  
(LEYMERIE, 1842)**

(Pl. 1, figs. 20-22)

1842. *Terebratula pseudojurensis* LEYMERIE, p. 12 ; Pl. 15, figs. 5-6, à l'exclusion de toute autre référence, exceptés les suivantes :

1907. *Waldheimia pseudojurensis* LEYMERIE, DENINGER, p. 468.

1973. *Belothyris pseudojurensis* (LEYMERIE), DIENI *et al.*, p. 203 ; Pl. 38, figs. 4-6 (sans la synonymie).

**Synonymie.** Les autres citations de *pseudojurensis* (ORBIGNY, 1847 ; LORJOL, 1862, 1868 ; WALKER, 1868 ; PICTET & CAMPICHE, 1872 ; DAVIDSON, 1874) ne se rapportent pas à l'espèce de LEYMERIE. Il s'agirait plutôt de diverses espèces du genre *Modestella* OWEN, avec en particulier *M. gr. hippopoides* (PICTET).

**Holotype** : LEYMERIE, 1842, Pl. 15, fig. 6. Hauterivien de Marolles (Aube). La désignation d'un néotype pour une espèce différente de *pseudojurensis* (OWEN, 1970) n'est donc pas judicieuse.

**Matériel étudié.** Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban) : ex. Pl. 1, figs. 20-22, et 35 exemplaires mesurés (coll. FERRY, FSL 706694).

**Valeurs moyennes et intervalles de variation des dimensions** (en mm).

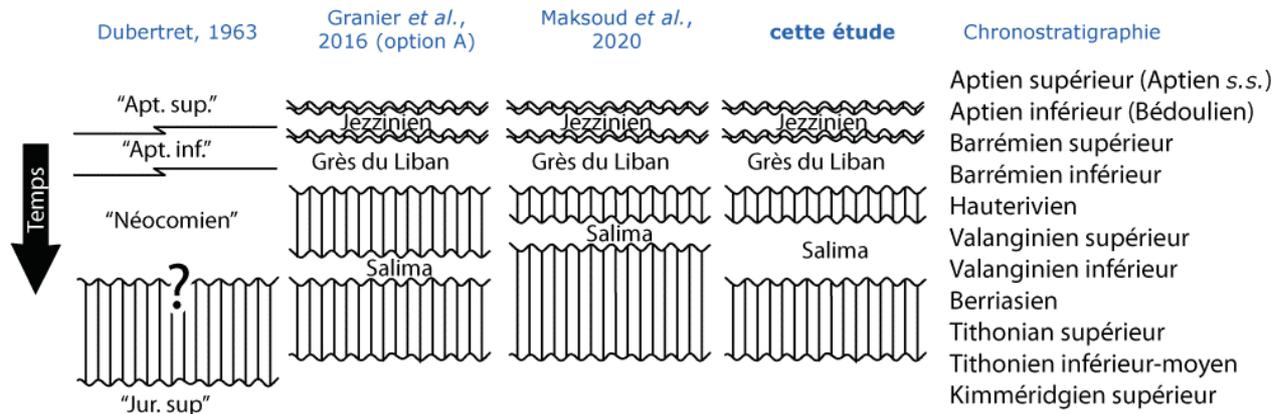
L	I	E	I/L	E/L
11,3	9,2	6,0	0,82	E/L = 0,53
(8,9-14,0)	(7,0-11,3)	(4,5-7,6)	(0,72-0,90)	(0,46-0,62)

**Morphologie.** Petites coquilles de 8,9 à 14 mm, peu épaisses (E/L moyen = 0,53). Valves également et régulièrement convexes en tous sens, avec le tiers antérieur de la valve dorsale dessinant parfois un léger méplat médian. Contour triangulaire étroit (Pl. 1, figs. 20-21) ou un peu plus large (Pl. 1, fig. 22), la largeur maximale se situant vers le milieu de la longueur. Bord frontal tronqué (27 ex.) ou plus rarement faiblement arrondi (8 ex.). Commissures toujours tranchantes, les valves se réunissant suivant un angle aigu. Commissures latérales rectilignes. Commissure frontale rectimarginée. Crochet court, non crêté, dressé. Foramen circulaire. Le recourbement du crochet court masque le symphytium (8 ex.) ou bien celui-ci est peu exposé (19 ex.). Les plaques deltidiales réunies en une pièce unique ne sont visibles que sur 8 exemplaires. Le septum médian, visible à travers le test de 23 spécimens, s'étend sur la moitié de la longueur de la valve dorsale.

Cette morphologie est tout à fait comparable à celle des types figurés par LEYMERIE (1842), mais avec des dimensions réduites d'environ de moitié : longueur moyenne : 11,3 mm pour 22 mm (intervalle de variation : 8,9-14 mm). Ces dimensions sont, par contre, identiques à celles des spécimens de Sardaigne données par DIENI *et al.* (1973). Contrairement aux exemplaires de diverses localités rapportés à tort à *pseudojurensis* par différents auteurs (voir synonymie), il n'y a ni pli dorsal, ni dépression ventrale influant sur le relief antérieur des valves chez la vraie *pseudojurensis*. Sur le contour des coquilles, l'indentation frontale est également absente. L'espèce a été rapportée au genre *Belothyris* SMIRNOVA par DIENI *et al.* (1973).

**Extension verticale et répartition géographique.** Est du Bassin de Paris : Hauterivien du département de l'Aube (Marolles, Venduvre, Avallon) (LEYMERIE, 1842). Hauterivien inférieur du Centre-Est de la Sardaigne (Puntà Doroné, Lannaitto, vallée de l'Orudè, Dorgali) (DIENI *et al.*, 1973).

Valanginien de Zeghrine, à l'Est de Beyrouth (Liban).



**Figure 5 :** Les différentes interprétations des lacunes encadrant la Formation de Salima. Cette unité lithostratigraphique qui n'apparaît pas dans la première colonne correspondant à l'interprétation de DUBERTRET (1963) était alors rapportée au Jurassique supérieur. La deuxième colonne correspond à l'hypothèse préférée de GRANIER *et al.* (2016) proposant un âge Valanginien inférieur et la troisième colonne correspond à l'hypothèse d'un âge Valanginien supérieur avancée par MAKSOUH *et al.* (2020). La quatrième colonne présente notre interprétation basée sur la seule faune de brachiopodes de Zeghrine, interprétation plus ouverte que les deux précédentes, mais ne les excluant pas. Légende : "Jur. sup." = "Jurassique supérieur" ; "Apt. inf." = "Aptien inférieur" ; "Apt. sup." = "Aptien supérieur".

#### 4. Répartition et âge de la faune de brachiopodes de Zeghrine

La faune de Brachiopodes de Zeghrine est surtout connue dans le Jura suisse et dans le Jura français, depuis les environs de Neuchâtel jusqu'à Hauteville dans le Bugey (Jura méridional). Les principaux gisements en Suisse cités dans la littérature paléontologique se situent dans le Landeron, au Cressier, dans les environs d'Hauterive et de Valangin, la vallée de Nozon et pour le canton de Vaud, à Arzier, Sainte-Croix et à l'Auberson. Dans le Jura français, on peut citer les gisements de Villers-le-Lac, Metabief, Morteau (Doubs), de Censeau (Jura) ainsi que Vesancy près de Gex et Hauteville (Ain). Certaines espèces se retrouvent dans l'Est du Bassin de Paris (*Belothyris pseudojurensis* dans le département de l'Aube) ou en Haute-Provence, comme *Terebratulina biauriculata* dans les Marnes à Térébratulines de l'arc de Castellane ou dans le département des Bouches-du-Rhône. Certains éléments de la faune ont également été signalés dans les Alpes bernoises, en Allemagne du Nord, en Crimée, dans les Carpates centrales ou en Tchéquie (montagnes de Strážovsk) ainsi que dans le Centre-Est de la Sardaigne. La présence même partielle de cette faune reste à confirmer en Géorgie, au Daghestan, en Crimée, en Espagne et dans la Meseta marocaine occidentale (arrière-pays de Casablanca, Mazagan et Safi). Le lecteur pourra se reporter aux paragraphes extension verticale et répartition géographique des diverses espèces décrites dans ce travail.

L'âge global de la faune est Valanginien *sensu lato* (par exemple, les couches A et B d'Arzier in LORIOU, 1862, 1864, 1868, datées du Valanginien inférieur --zones à Pertransiens et à Neocomiensiformis-- par JAN DU CHÊNE *et al.*, 2016) et même Hauterivien en ce qui concerne celui donné par *Lamellaerhynchia hauteriviensis*. Si la faune dé-

bute bien dès le Valanginien inférieur dans les Marnes d'Arzier, la plupart des espèces connaissent leur apogée dans les Calcaires à *Alectryonia*, dans les Marnes à bryozoaires ou encore dans les Marnes à *Astieria*, formations toutes datées du Valanginien supérieur (zones à Verrucosum, à Trinodosum et à *Callidiscus* pour WALTER, 1989, Fig. 4). Les datations bien documentées plaident pour un âge Valanginien mais ne permettent pas distinguer le sous-étage.

Sur le plan paléoécologique, il faut noter l'abondance de coquilles jeunes à Zeghrine. C'est le cas de *Lamellaerhynchia hauteriviensis*, de *Loriolithyris valdensis*, de *Terebratulina biauriculata* et de *Belothyris pseudojurensis*. La présence de plus grandes coquilles, voire d'adultes, exclut toute hypothèse de tri des coquilles par les courants avant leur ensevelissement. Ces observations témoignent de conditions environnementales peu favorables à la fixation et au développement des organismes benthiques fixés comme les Brachiopodes : Forts apports de matériaux terrigènes et hydrodynamisme assez faible ne permettant pas (ou peu) le renouvellement des apports trophiques. Une même situation se retrouve dans le Valanginien de Villereversure (Ain) où un abondant matériel a été collecté.

#### 5. Conclusions

L'étude des brachiopodes de Zeghrine et les extensions verticales des mêmes espèces connues par ailleurs (en particulier dans la couche 2 de Villereversure, Jura méridional) permettent de dater la Formation de Salima du Valanginien sans plus de précision (Fig. 5). En effet, aucune des deux hypothèses précédemment envisagées, *i.e.*, un âge Valanginien inférieur (GRANIER *et al.*, 2016) ou un âge Valanginien supérieur (MAKSOUH *et al.*, 2020), ne peut être confirmée ou définitivement rejetée.



## Remerciements

Le premier auteur (Y.A.) remercie P. BINARD pour son assistance efficace dans le montage de la planche photographique. L'ensemble des auteurs s'accorde pour adresser leurs remerciements à Philippe FAURÉ et Sibelle MAKSOU pour leurs suggestions, même si toutes ces dernières n'ont pas nécessairement été prises en considération. Ainsi, les opinions exprimées dans la version publiée de cet article n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue des rapporteurs.

## Références bibliographiques

- AGER D.V. (1964).- Further new rhynchonelloid brachiopods from the Texas Cretaceous.- *Journal of Paleontology*, Tulsa, vol. 38, n° 1, p. 109-112.
- AGER D.V. (1965).- Mesozoic and Cenozoic Rhynchonellacea. In : MOORE R.C. (ed.), Part H. Brachiopoda, 2.- *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Geological Society of America, Boulder-CO ; University Kansas Press, Lawrence-KS, p. H597-H632.
- ASCHER E. (1906).- Die Gastropoden, Bivalven und Brachiopoden der Grödischer Schichten.- *Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients*, Wien, Band XIX, p. 135-172.
- BECHON F., DECROUEZ D. & VILLOUTREYS O. de (1984).- Les collections du Département de Géologie et de Paléontologie des Invertébrés du Museum d'Histoire naturelle de Genève. 7. La collection P.J. PICTET (Annelida, Bryozoa, Brachiopoda, Arthropoda, Bivalvia).- *Revue de Paléobiologie*, Genève, vol. 3, n° 2, p. 281-296.
- BISCHOFF G. (1964).- Ostracoden-Studien im Libanon, 3: Die Gattung *Cytherelloidea* im Oberen Jura und in der Unterkreide.- *Senckenbergiana Lethaea*, Frankfurt am Main, Band 45, p. 1-27.
- BISCHOFF G. (1990a).- Ostracoden-Studien im Libanon, 4: The genus *Hutsonia* in the Late Jurassic.- *Senckenbergiana Lethaea*, Frankfurt am Main, Band 70, p. 397-429.
- BISCHOFF G. (1990b).- Ostracoden-Studien im Libanon, 5: The genus *Schuleridea* in the Late Jurassic and Early Cretaceous.- *Senckenbergiana Lethaea*, Frankfurt am Main, Band 71, p. 85-137.
- BOGDANOVA T.N. & LOBATCHEVA S.V. (1966).- Le Néocomien du Kopet-Dag. Livre 2 : La faune du Néocomien du Kopet-Dag.- *Travaux de l'Institut de Recherches Géologiques pour toute l'Union (VSEGEI)* (n.s.), Léninegrad, vol. 130, 140 p.
- BURRI F. (1953).- Beiträge zur Systematik der Brachiopoden aus der untersten Kreide im westschweizerischen Juragebirge.- *Eclogae geologicae Helvetiae*, Bâle, vol. 46, n° 2, p. 269-285.
- BURRI F. (1954).- Die Morphogenese von *Sulci-rhynchia valangiensis* (Brachiopoda).- *Eclogae geologicae Helvetiae*, Bâle, vol. 47, n° 2, p. 419-425.
- BURRI F. (1956).- Die Rhynchonelliden der Unteren Kreide (Valanginien-Barrémien) im westschweizerischen Juragebirge.- *Eclogae geologicae Helvetiae*, Bâle, vol. 49, n° 2, p. 599-701.
- CALZADA BADIA S. (1975).- Braquiopodos infracretácicos del Levante español.- *Trabajos del Museo geológico del Seminario de Barcelona (sección de Biostratigrafía del C.S.I.C.)*, vol. 14, public. n° 149, 71 p.
- CALZADA BADIA S. (1983).- Dos braquiopodos hauerivienses de San Mateo (Castellon, España).- *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, Madrid, vol. 81, n° 3-4, p. 141-151.
- COOPER G.A. (1973).- Fossil and Recent Cancellothyridacea (Brachiopoda).- *Scientific Report of Tohoku University* (2<sup>nd</sup> ser., Geol.), spec. vol. 6, HATAI Memorial volume, p. 371-390.
- COOPER G.A. (1983).- The Terebratulacea (Brachiopoda), Triassic to Recent : A study of the brachidia (loops).- *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, Washington D.C., vol. 50, 445 p.
- DAVIDSON T. (1851-1854).- On the classification of the Brachiopoda.- *Palaeontographical Society*, London, vol. 7, 136 p.
- DAVIDSON T. (1874).- A monograph of the British Fossil Brachiopoda. vol. 4, pt. 1. Supplement to the Recent, Tertiary and Cretaceous species.- *Palaeontographical Society*, London, vol. 27, 72 p.
- DENINGER K. (1907).- Die mesozoischen Formationen auf Sardinien.- *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie*, Stuttgart, Band 23, p. 435-473.
- DESLONGCHAMPS E. & DESLONGCHAMPS E.E. (1855).- Introduction à l'histoire naturelle des Brachiopodes vivants et fossiles.- *Mémoires de la Société Linéenne de Normandie*, Caen, vol. 10, p. 69-271.
- DESLONGCHAMPS E.E. (1862-1885).- Paléontologie française. Terrains jurassiques. Vol. 6 : Brachiopodes.- Masson édit., Paris, 448 p.
- DIENI I., MIDDLEMISS F.A. & OWEN E.F. (1973).- The Lower Cretaceous Brachiopods of East-Central Sardinia.- *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, Modena, vol. 12, n° 2, p. 166-216.
- DOUVILLÉ H. (1879).- Note sur quelques genres de Brachiopodes (Terebratulidae et Waldheimiidae).- *Bulletin de la Société géologique de France* (sér. 3), Paris, t. VII, p. 251-277.
- DUBERTRET L. (1951).- Carte géologique au 50.000<sup>e</sup>. Feuille de Beyrouth.- Institut Géographique National, Paris, 66 p. (XII Pls.).
- DUBERTRET L. (1963).- A. Liban et Syrie. Chaîne des grands massifs côtiers et confins à l'Est. In : DUBERTRET L. (ed.), Liban, Syrie, Jordanie.- *Lexique Stratigraphique International (Asie)*,



- Paris, vol. III, fasc. 10 c1, p. 7-155.
- FERRY S., MERRAN Y., GROSHENY D. & MROUEH M. (2007).- The Cretaceous of Lebanon in the Middle East (Levant) context. In : BULOT L.G., FERRY S. & GROSHENY D. (eds.), Relations entre les marges septentrionale et méridionale de la Téthys au Crétacé [Relations between the northern and southern margins of the Tethys ocean during the Cretaceous period].- *Carnets Geol.*, Madrid, vol. 7, n° M02, Abstract 08 (CG2007\_M02/08), p. 38-42. DOI : 10.4267/2042/8029
- GASPARD D. (1988).- Sellithyridinae, Terebratulidae du Crétacé d'Europe occidentale-Dynamique des populations, systématique et évolution.- *Cahiers de Paléontologie*, Paris, 243 p.
- GIGOUT M. (1951).- Études géologiques sur la Meseta marocaine occidentale (arrière-pays de Casablanca, Mazadan et Safi).- *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, Rabat, vol. 86, 507 p.
- GRANIER B., TOLAND C., GÈZE R., AZAR D. & MAKSOU S. (2016).- Some steps toward a new story for the Jurassic-Cretaceous transition in Mount Lebanon.- *Carnets Geol.*, Madrid, vol. 16, no. 8, p. 247-269.
- JACOB C. & FALLOT P. (1913).- Étude sur les Rhynchonelles portlandiennes, néocomiennes et méso-crétacées du Sud-Est de la France.- *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, Genève, vol. 39, 82 p.
- JAN du CHÊNE R., MONTEIL E., CHAROLLAIS J., GRANIER B. & CLAVEL B. (2016).- Étude palynologique du sondage du Morand (commune de Montricher, canton de Vaud, Suisse). Lithologie, inventaire paléontologique et biostratigraphie du Crétacé inférieur du Jura vaudois.- *Archives des Sciences*, Genève, vol. 68 (2015), p. 117-162.
- KARAKASCH N.I. (1907).- Le Crétacé inférieur de la Crimée et sa faune.- *Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de Saint-Petersbourg*, vol. 32, n° 5, 482 p.
- LEYMERIE A. (1842).- Suite du mémoire sur le terrain crétacé du département de l'Aube. 2<sup>ème</sup> partie : Partie paléontologique.- *Mémoires de la Société géologique de France* (1<sup>ère</sup> série), Paris, vol. 5, mém. n° 1, p. 1-34.
- LOBATSHEVA S.V. (1974).- Sur le genre *Cyclothyrus* (Brachiopoda).- *Revue de Paléontologie*, S.S.S.R., vol. 1, p. 72-82. Traduction : *Paleontological Journal*, Washington D.C., vol. 1, p. 67-77.
- LORIOU P. de (1862).- Description des animaux invertébrés fossiles contenus dans l'étage Néocomien moyen du Mont Salève.- N. Georg édit., Genève, 214 p.
- LORIOU P. de (1864).- Description de quelques brachiopodes crétacés.- *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, vol. 17, n° 2, p. 437-447.
- LORIOU P. de (1868).- Monographie des couches de l'étage Valangien des carrières d'Arzier (Vaud).- *Matériaux pour la Paléontologie Suisse* (4<sup>ème</sup> sér.), Genève, Livres 10 et 11, 110 p.
- MAKSOU S., GRANIER B., GÈZE R., ALMÉRAS Y., TOLAND C. & AZAR D. (2020).- The Jurassic/Cretaceous boundary in Lebanon. Revision of the Salima Formation.- *Cretaceous Research*, vol. 107, article 104268, p. 1-8.
- MALLADA L. (1887).- Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. III : Terreno mesozoico (Cretaceo inferior).- *Comission del Mapa geologica de España*, Madrid, vol. 14, 171 p.
- MIDDLEMISS F.A. (1959).- English Aptian Terebratulidae.- *Palaeontology*, London, vol. 2, n° 1, p. 94-142.
- MIDDLEMISS F.A. (1968).- Brachiopodes du Crétacé inférieur des Corbières orientales (Aude).- *Annales de Paléontologie*, Paris, Invertébrés, vol. 54, n° 2, p. 173-197.
- MIDDLEMISS F.A. (1976).- Lower Cretaceous Terebratulidina of Northern England and Germany and their geological background.- *Geologische Jahrbuch*, Hannover, A30, p. 21-104.
- MIDDLEMISS F.A. (1980).- Lower Cretaceous Terebratulidae from south-western Morocco and their biogeography.- *Palaeontology*, London, vol. 23, n° 3, p. 515-556.
- MIDDLEMISS F.A. (1981).- Lower Cretaceous Terebratulidae of the Jura region. 1. Revision of some species described by PICTET and de LORIOU.- *Eclogae geologicae Helvetiae*, Bâle, vol. 74, n° 3, p. 701-733.
- MUIR-WOOD H.M. (1965).- Mesozoic and cenozoic Terebratulidina. In : MOORE R.C. (ed.), Part H. Brachiopoda, 2.- *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Geological Society of America, Boulder-CO ; University Kansas Press, Lawrence-KS, p. H762-H816.
- MUIR-WOOD H.M., ELLIOTT G.F. & HATAI K. (1965).- Mesozoic and Cenozoic Terebratellidina. In : MOORE R.C. (ed.), Part H. Brachiopoda, 2.- *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Geological Society of America, Boulder-CO ; University Kansas Press, Lawrence-KS, p. H816-H857.
- NEKVASILOVÀ O. (1978).- Cancellothyridacea (Brachiopoda) from the Lower Cretaceous of Stramberg (Czechoslovakia).- *Casopi pro Mineralogii a Geologi*, Praha, vol. 23, n° 2, p. 171-182.
- NOUJAIM CLARK G. & BOUDAGHER-FADEL M.K. (2001).- The larger benthic Foraminifera and stratigraphy of the Upper Jurassic/Lower Cretaceous of Central Lebanon.- *Revue de Micropaléontologie*, Paris, vol. 44, n° 3, p. 215-232.
- OOSTER W.A. (1863).- Pétrifications remarquables des Alpes suisses. Synopsis des Brachiopodes fossiles des Alpes suisses.- H. Georg édit., Genève, 71 p.
- ORBIGNY A. d' (1847-1850).- Paléontologie française. Animaux Mollusques et Rayonnés de France. Terrains crétacés. 4 : Brachiopodes.- Masson édit., Paris, 390 p.



- ORBIGNY A. d' (1850).- Prodrôme de Paléontologie stratigraphique universelle des Animaux Mollusques et Rayonnés (faisant suite à un cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphique).- Masson édit., Paris, vol. 1, 394 p.
- OWEN E.F. (1956).- The Lower Cretaceous Brachiopods "*Rhynchonella*" *gibbsiana* (J. de C. SOWERBY) and *Sulcirhynchia hythensis* sp. nov.- *The Annals and Magazine of Natural History* (ser. 12), London, vol. 9, p. 164-172.
- OWEN E.F. (1970).- A revision of the brachiopod subfamily Kingeninae ELLIOTT.- *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Geology)*, London, vol. 19, n° 2, p. 27-83.
- OWEN E.F. (1973).- The distribution of Lower Cretaceous (Berriasian-Barremian) rhynchonelloid and terebratelloid brachiopods in the northern hemisphere. In : CASEY R. & RAWSON P.F. (ed.), *The Boreal Lower Cretaceous.- Geological Journal, Special Issue*, vol. 5, p. 121-130.
- PAJAUD D. (1974).- Rhynchonelles et Térébratules du Crétacé de la région de Castellane (Haute-Provence).- *Documents du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, vol. 61, p. 91-116.
- PICTET P.J. & CAMPICHE M. (1872).- Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix. Classe des Mollusques Brachiopodes. 5<sup>ème</sup> partie (terminée par P. de LORRIOL).- *Matériaux pour la Paléontologie Suisse*, Genève, 158 p.
- POPKHADZÉ M.V. (1960).- Quelques brachiopodes crétacés inférieurs du Caucase.- *Travaux de l'Institut de Paléobiologie, Académie des Sciences de la République de Géorgie*, Tbilissi, vol. 5, p. 107-160.
- ROCH É. (1930).- Études géologiques dans la région méridionale du Maroc occidental.- *Notes et Mémoires du Service des Mines du Maroc*, Rabat, vol. 9, 542 p.
- ROEMER F.A. (1841).- Versteinerungen des nord-deutschen Kreidegebirges.- Hahn édit., Hannover, 145 p.
- SCHLOENBACH U. (1866).- Ueber die Brachiopoden aus dem unteren Gault (Aptien) von Ahaus in Westphalen.- *Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft*, Stuttgart, vol. 18, n° 2, p. 364-376.
- SIBLIK M. (1962).- Brachiopodes du Jurassique et du Crétacé inférieur des Carpathes centrales.- *Geologické Práce*, Bratislava, vol. 26, p. 273-277.
- SIBLIK M. (1963).- Découverte de brachiopodes dans les tuffites du Néocomien de Kosécké Rovné.- *Geologické Práce*, Bratislava, vol. 27, p. 69-74.
- SMIRNOVA T.N. (1960).- Sur une sous-famille nouvelle de Dallinidés du Crétacé inférieur.- *Revue de Paléontologie*, Moscou, vol. 2, p. 114-120.
- SMIRNOVA T.N. (1966).- Systematics of Early Cretaceous terebratulids of subfamily Cancellothyridinae.- *Revue de Paléontologie*, S.S.S.R., vol. 3, p. 31-41. Traduction : *International Geology Review*, U.S.A., vol. 9, n° 4, p. 540-548.
- SMIRNOVA T.N. (1972).- Brachiopodes du Crétacé inférieur de Crimée et du Caucase septentrional.- Nauka édit., Moscou, 143 p.
- TOLAND C. (2000).- A sequence stratigraphic reference section for the Tithonian of Lebanon. In : ALSHARHAN A.S. & SCOTT R.W. (eds.), *Middle East models of Jurassic/Cretaceous carbonate systems.- SEPM Special Publication*, vol. 69, p. 53-64.
- WALKER J.F. (1868).- On the species of Brachiopoda, which occur in the Lower Greensand at Upware.- *Geological Magazine*, London, vol. 5, n° 51, p. 399-407.
- WALTER B. (1989).- Au Valanginien supérieur, une crise de la faune de bryozoaires : Indication d'un important refroidissement dans le Jura.- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 74, p. 255-263.
- WALTER B. (1991).- Cavidés néocomiens (Bryozoa, Cyclostomata).- *Geobios*, Lyon, vol. 24, n° 3, p. 289-308.
- WETZEL & DUBERTRET L. (1951).- Notice explicative de la Carte géologique du Liban au 200.000<sup>e</sup>.- Ministère des Travaux Publics, Beyrouth, 62 p.



## Planche

### Planche 1 :

**1-3** : *Sulcirhynchia valangiensis* (LORIOU). Marnes d'Arzier. Valanginien inférieur. Arzier (Vaud). Morphogenèse d'après trois coquilles de taille croissante.

**4** : *Lamellaerhynchia desori* (LORIOU). Marnes d'Arzier. Valanginien inférieur. Arzier (Vaud).

**5** : *Lamellaerhynchia hauteriviensis* BURRI. Hauterivien inférieur, Zone à *Acanthodiscus radiatus*. Sainte-Croix (Vaud).

**6** : *Lamellaerhynchia hauteriviensis* BURRI. Zeghrine (Liban).

**7-10** : *Loriolithyris valdensis* (LORIOU). Calcaires à *Alectryonia*. Valanginien supérieur. Villereversure (Ain).

**11-12** : *Loriolithyris valdensis* (LORIOU). Zeghrine (Liban).

**13-14** : *Loriolithyris latifrons* (PICTET). Zeghrine (Liban).

**15** : *Sellithyris carteroniana* (ORBIGNY). Valanginien. Arzier (Vaud).

**16-17** : *Terebratulina arzierensis* (LORIOU). Valanginien. Arzier (Vaud).

**18-19** : *Terebratulina biauriculata* (ORBIGNY). Zeghrine (Liban).

**20-22** : *Belothyris pseudojurensis* (LEYMERIE). Zeghrine (Liban). 20-21 : deux exemplaires étroits de taille croissante. 22 : exemplaire plus large.

Coquilles de Zeghrine : coll. FERRY. Coquilles du Jura suisse et français : coll. ALMÉRAS. Spécimens représentés en grandeur naturelle. Le matériel étudié (FSL 706678 à 706694) et les spécimens figurés (FSL 706656 à 706677) sont conservés au Centre commun des Collections de Géologie de l'Université Claude-Bernard, Lyon 1.

Photographies : Y. ALMÉRAS.

