

#### Contents lists available at ScienceDirect

## **Comptes Rendus Palevol**



### www.sciencedirect.com

Paléontologie générale, systématique et évolution (Biostratigraphie)

## Apparition des Choristitinae (Brachiopodes Spiriferida) au Bashkirien inférieur dans le Bassin de Béchar, Sahara Algérien nord-occidental

Appearance of Choristitinae (spiriferide brachiopods) during the Early Bashkirian of the Bechar Basin, northwestern Algerian Sahara

## Khireddine Faiceyle Tewfik Atif<sup>a</sup>, Marie Legrand-Blain<sup>b,\*</sup>

 <sup>a</sup> Laboratoire de paléontologie stratigraphique et paléoenvironnement, département sciences de la terre, université d'Oran, BP 1524, El M'naouer, Oran, Algérie
 <sup>b</sup> 216 Cours Général-de-Gaulle, 33170 Gradignan, France

#### INFO ARTICLE

Historique de l'article : Reçu le 5 novembre 2010 Accepté après révision 31 janvier 2011 Disponible sur internet le 22 avril 2011

Présenté par Michel Durand-Delga

*Mots clés :* Carbonifère Bashkirien Béchar Algérie Brachiopodes Spiriferida

Keywords: Carboniferous Bashkirian Bechar Algeria Brachiopods Spiriferida

### RÉSUMÉ

À la limite entre Carbonifère inférieur et supérieur, une crise eustatique et biologique majeure affecte les brachiopodes : notamment, extinction des Gigantoproductinae au sommet du Serpukhovien et apparition des Choristitinae au Bashkirien. Dans le bassin de Béchar, au membre inférieur de la Formation de Tagnana (termes Tag. 1A à Tag. 1I), cette limite est datée en Tag. 1E, par conodontes et ammonoïdes de la zone H1. Les ultimes Gigantoproductinae, en Tag. 1D, sont associés à des *Anthracothyrina*, Spiriferoidea dépourvus d'adminicula (supports dentaires), encore présents en Tag. 1E. De nouvelles récoltes indiquent l'apparition des Choristitinae, à adminicula subparallèles, en Tag. 1G. De plus, des syntypes de « *Choristites africanus* », retrouvés en collections à Paris et Alger, justifient de brèves descriptions de : *Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis* Legrand-Blain nov. subsp., Tag. 1G, zone H2/R1 ; *A. (P). africanus kermaensis* Legrand-Blain nov. subsp., Formation d'Hassi Kerma, zone G1-2.

© 2011 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

#### ABSTRACT

The mid-Carboniferous boundary represents a major eustatic and biologic event that strongly affected the brachiopods, especially in the extinction of Serpukhovian Giganto-productinae, followed during the Bashkirian by the appearance of the Choristitinae. In the Bechar Basin, within the lower member of Tagnana Formation (units Tag. 1A - Tag.1I), the mid-Carboniferous boundary is well established by conodonts and ammonoids of H1 zone at Tag. 1E. The last Gigantoproductinae occur in Tag. 1D, where they are associated with *Anthracothyrina*, spiriferids devoid of dental adminicula, which are also found at Tag. 1 E. The advent of Choristitinae, with subparallel adminicula, occurs at Tag. 1G, in a new section. The type specimens of *« Choristites africanus »*, recently identified in Paris and Algiers collections, are briefly described, along with the subspecies *Alphachoristites (Prochoristites) africanus africanus* (Termier and Termier, 1950), of imprecise stratigraphic position; *A. (P.) africanus menouararensis* Legrand-Blain nov. subsp., Tag. 1G, H2/R1 zone, Lower Bashkirian; and *A. (P). africanus kermaensis* Legrand-Blain nov. subsp., Hassi Kerma Formation, G1-2 zone.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : legrandblain@wanadoo.fr (M. Legrand-Blain).

1631-0683/\$ - see front matter © 2011 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés. doi:10.1016/j.crpv.2011.01.008



Fig. 1. Situation géographique des coupes et affleurements cités. 1 : Mouizeb el Atchane. 2 : Djenien. 3 : Tagnana. 4 : Foum Sebâa. 5 : Menouarar. 6 : Récolte Wallace pour Standard Oil : « A 50, 19 km S-SW de Béchar ».

Fig. 1. Locality map showing sections and outcrops. 1: Mouizeb el Atchane. 2: Djenien. 3: Tagnana. 4: Foum Sebâa. 5: Menouarar. 6: Wallace sampling, Standard Oil: «A 50, 19 km S-SW de Béchar ».

#### **Abridged English version**

#### Introduction

The boundary between the Serpukhovian and Bashkirian stages (mid-Carboniferous, Mississippian/Pennsylvanian boundary) marks a major eustatic and biologic crisis. The Bashkirian stage was proposed (Semikhatova, 1934) in the South Urals, Bashkirian Mountains, for the Carboniferous beds underlying the Moscovian Stage and characterised by a peculiar group of spiriferids called "coarse-ridged Choristites", now Alphachoristites (Alphachoristites) Gatinaud, 1949 and Alphachoristites (Prochoristites) Poletaev, 2004. By the end of the Serpukhovian, gigantoproductid brachiopods disappeared (Poletaev and Lazarev, 1995). According to conodont and ammonoid data (Nemirokskaya and Alekseev, 1995), the mid-Carboniferous boundary is defined by the appearance of conodonts Declinognathodus noduliferus and ammonoids Homoceras.

## The mid-Carboniferous boundary in Bechar Basin, NW Algerian Sahara

The last gigantoproductids occur a little below the mid-Carboniferous boundary, established in the lower member of Tagnana Formation (Figs. 1-4). Bashkirian choristitids were first described as Choristites africanus (Termier and Termier, 1950). The type specimens could not be found when Legrand-Blain (1970) published a paper on local choristitid species: the oldest of these, Choristites? sp. 1, was collected at a high level in the lower member of Tagnana Formation. Recently, syntypes of Choristites africanus have been identified in paleontological collections in Paris and Algiers. Good specimens were collected by K.F.T. Atif from a new section at Menouarar, southern Bechar Basin. The appearance of choristitids is earlier than previously established. The general stratigraphy of the Lower Bashkirian may be improved by evaluation of the recovery of brachiopods after the mid-Carboniferous crisis.



**Fig. 2.** Coupe de Menouarar (cette étude). Les lettres B - I indiquent l'identification locale des termes de Tagnana 1. Mn1, Mn2: Gisements à *A. (Prochoristites) africanus menouararensis* nov. subsp. 1: Calcaire dolomitique. 2: Calcaire. 3: Calcaire oolithique. 4: Calcaire pseudo-noduleux. 5: Grès. 6: Marne, argile. 7: Conglomérats. 8: Brèches. 9:

- Djenien and Tagnana type sections (Figs. 1, 3 and 4). They are now inaccessible, in an area forbidden to civilians. The boundary between the Dienien Limestone Formation and the Tagnana Formation is locally marked by a palaeokarst. The lower member of the Tagnana Formation is divided into 9 units, Tag. 1A to Tag. 1I, locally interrupted by channels (Lemosquet and Pareyn, 1985). Above the mid-Carboniferous boundary, located at Tag. 1 E, the Tag. 1G and Tag. 1H units are poorly dated to the late Homoceras or early Reticuloceras ammonoid zone (Manger et al., 1985). Choristitids appear in the Tag. 1H oolite. Resting on the middle member of Tagnana Formation, a good limestone regional marker, the upper member of Tagnana Formation contains typical upper Reticuloceras ammonoids. Gastrioceras appears in the overlying Hassi Kerma Formation.
- *Menouarar section* (K.F.T. Atif, new), 48 km S of Bechar (Fig. 2). The lower member of the Tagnana Formation is thinner than at the type locality, and some marker beds are absent (no paleokarst) or poorly identified.
- Correlations (Fig. 4). Between the Tagnana type section; Menouarar; El Moungar syncline (Pareyn et al., 1971, Fig. 3/18), the best marker bed for correlations is the Tag. 1H oolite, above the choristitid beds found at Menouarar.

#### Material and methods

All cited specimens are housed in two Palaeontological Collections: (1) Museum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, Typothèque Invertébrés fossiles, Paris, France: MNHN A...; (2) Musée de Paléontologie et de Minéralogie de l'Université d'Alger, Algiers, Algeria: MUA... The prefixes ML and Mn, followed by a number, indicate respectively M. Legrand-Blain and K.F.T. Atif's localities.

- Alphachoristites (Prochoristites) africanus africanus (Termier and Termier, 1950). Type specimens in Paris and Algiers collections are measured, and their internal characters prepared on sections. The imprecise type locality «19km SSW de Béchar» lies either in the Tagnana Formation or the Hassi Kerma Formation.
- The choristitids figured by Legrand-Blain (1970), registered in Algiers University, have been borrowed for new observations and measurements. «*Ch. africanus* » described from the Hassi Kerma Formation, is larger than the type specimens, and belongs to a new subspecies: *A. (Prochoristites) africanus kermaensis* Legrand-Blain.
- The choristitids collected at Menouarar, Tag. 1 G unit, indeterminate H2/R1 zone, differ from the typical *afri*-

Plaques d'échinodermes. 10 : Tiges de crinoïdes. 11 : Polypiers solitaires. 12 : Brachiopodes. 13 : Bivalves. 14 : Algues. 15 : Bois fossile. 16 : Gastéropodes. 17 : Laminations horizontales. 18 : Stratifications entrecroisées. 19 : Rides de courants. 20 : Discontinuités.

**Fig. 2.** New measured section at Menouarar, The letters B-l indicate the local identification of Tagnana 1 terms. Mn1, Mn2: *A. (Prochoristites) africanus menouararensis* localities. 1: Dolomitic limestone. 2: Limestone. 3: Oolitic limestone. 4: Knobly limestone. 5: Sandstone. 6: Marl, clay. 7: Conglomerate. 8: Breccia. 9: Echinoderm plates. 10: Crinoid stems. 11: Solitary corals. 12: Brachiopods. 13: Pelecypods. 14: Algae. 15: Fossil wood. 16: Gasteropods. 17: Horizontal laminations. 18: Cross beddings. 19: Current ripples. 20: Discontinuities.

	El	TAGES	FORMATIONS	MEMBRES, TERMES	AMMONOIDES	CONODONTES	Cfa	FORAMINIFERES	SPIRIFERIDES
	DSCOVIEN		KENADZA O. BEL GROUN	-	Gastrioceras, Gaitherites Bilinguites, Cancelloceras Decorites, Vallites Homoceras, Isohomoceras	Idiognathodus delicatus Declinognathodus noduliferus	14 13 12	Fusiella typica Aljut. postaljutovica Aljutovella aljutovica	A.(Prochoristites) cf. inferus
Z	MC		O. EL HAMAR	Calc. "Djeniène" Deleau supérieur inférieur			11	Profusulinella	A.(Prochoristites) cf. gobicus
TVANIE	BASHKIRIEN	G1-2	HASSI KERMA	supérieur			10  9	Pseudostaffella antiqua grandis,	A.(Proch.) africanus kermaensis
PENNSY		R2b H2/R1		3 Calcaréo- détritique 2 Calcaires à coraux I Grès à végétaux H Dolomie G Oolithes supérieures				Ps. praegorskyi Pseudostaffella antiqua,	A.(Prochoristites) reyi A.(Proch.) flamandi A.(Proch.) africanus menouararensis
		H1	TAGNANA	F Oolithe moyenne 1 E "Vidange"				Eostaffella chomatifera	Anthr. aff. peractionis Anthracothyrina
IPPIEN	SERPUKHOVIEN	E2b-c		D Lumach. <i>Titanaria</i> C Oolithe inférieure B Calcaire noduleux A Grès // Karst	Anthracoceras	s Rachistognathus muricatus	8	Neoarchaediscus	aff. beleutica
MISSISS			DJENIEN	<ul><li>C Dolomies à silex</li><li>B Argiles, calcaires</li><li>A Calc. à brachiopodes</li></ul>	Delepinoceras	Adetognathus unicornis		postrugosus	Anthracothyrina bressoni

Fig. 3. Lithostratigraphie et biostratigraphie du Mississippien terminal et Pennsylvanien inférieur dans le bassin de Béchar. Étages, biozones à ammonoïdes (Menning et al., 2000, Table 2). Formations, membres, termes (Lemosquet et Pareyn, 1985). Ammonoïdes (Manger et al., 1985; Pareyn et al., 1984). Conodontes (Weyant, 1982). Foraminifères, biozones Cfa (Sebbar, 2006). Spiriferides (Legrand-Blain, 1970, 1986) et la présente étude.
Fig. 3. Lithostratigraphy and biostratigraphy of late Mississippian and early Pennsylvanian, Bechar Basin. Stages and Ammonoid Zones (Menning et al., 2000, Table 2) Formations, members, terms (Lemosquet and Pareyn, 1985). Ammonoids (Manger et al., 1985; Pareyn et al., 1984). Conodonts (Weyant, 1982). Foraminifers, Cfa biozones (Sebbar, 2006). Spiriferides (Legrand-Blain, 1970, 1986) and the present paper.

*canus* in internal details, and are assigned to a new subspecies: *A. (Prochoristites) africanus menouararensis* Legrand-Blain.

• Spiriferids previously sampled in the Tagnana section, up to Tag. 1 E, mid-Carboniferous boundary, belong to *Anthracothyrina*, and are survivors of Serpukhovian faunas.

#### Conclusion

## Appearance and evolution of choristitids in the Bechar Basin

Between the Anthracothyrina at Serpukhovian-Bashkirian boundary beds, and the first A. (Prochoristites) africanus, we found no intermediate forms. Consequently, it is possible that choristitids reached the Bechar Basin, migrating from eastern Palaeotethys. Later, in the upper Tagnana and Hassi Kerma Formations, they became abundant and diversified, mainly in algal clays and limestones; some external characters, including more transverse shapes and conspicuous mucronations, were possibly adaptations to muddy bottoms. Among Late Bashkirian choristitids in the Oued el Hamar Formation, A. (Prochoristites) cf. gobicus (Chao, 1929), which has a relatively thin costation, is related to the evolution towards Moscovian species.

#### Palaeontological Annex (M.L.B.)

Stratigraphy and diagnosis of described taxa (Figs. 5–7). Anthracothyrina aff. beleutica (Litvinovitch, 1962). Tagnana 1 D. Small-sized species, formerly described by Legrand-Blain, 1986 as Brachythyrina (s.l.) aff. beleutica. Small (25 mm); sulcus well-delimited.

Anthracothyrina aff. peractionis Poletaev, 2001. Tagnana section, Tag. 1 E, base of Bashkirian stage. Medium-sized; sulcus wide and poorly defined.

Alphachoristites (Prochoristites) africanus africanus (Termier and Termier, 1950). Imprecise stratigraphic location. Maximum shell size: width 40 mm, length 30 mm; thick adminicula.

Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis Legrand-Blain nov. subsp. Menouarar, Tag. 1G, indeterminate H2/R1 ammonoid zone. Same size as A. (P.) africanus africanus; adminicula a little thinner.

Alphachoristites (Prochoristites) africanus kermaensis Legrand-Blain nov. subsp. Hassi Kerma Formation, G1-2 ammonoid zone. Width of adult shell exceeding 40 mm.

#### 1. Introduction

La «mid-Carboniferous boundary » entre Mississippien et Pennsylvanien est une crise eustatique et biologique majeure. Dans le domaine Paleotéthysien, elle se situe



Fig. 4. Corrélations. 1 : Djenien - Tagnana, log composite (Lemosquet et Pareyn, 1985) avec position des gisements fossilifères à Tagnana (Legrand-Blain, 1967, Fig. 3). 2 : Synclinal d' El Moungar, (Pareyn et al., 1971, loc. 18). 3 : Coupe de Menouarar.

Fig. 4. Correlations. 1: Djenien - Tagnana sections, composite log (Lemosquet and Pareyn, 1985) locating fossiliferous samples collected at Tagnana (Legrand-Blain, 1967, Fig. 3). 2: El Moungar syncline (Pareyn et al., 1971, loc. 18). 3: Menouarar section.

à la limite entre les étages Serpukhovien et Bashkirien. Ce dernier fut créé par Semikhatova (1934) dans les Monts de Bashkirie de l'Oural, pour identifier des niveaux anté-moscoviens contenant des brachiopodes Spiriferida à costulation épaisse : « coarse-ridged *Choristites* », ancêtres des *Choristites* types du Moscovien à côtes fines. Au sommet du Serpukhovien, l'extinction la plus remarquable est celle des Gigantoproductinae (Poletaev et Lazarev, 1995). Le GSSP de la limite Mississippien-Pennsylvanien a été choisi au Nevada, dans un domaine où les faunes nord-américaines sont très différentes de celles de la Paleotéthys (Legrand-Blain et Atif, 2007; Nemirokskaya et Alekseev, 1995); il s'avère imparfait (Barnett et Wright, 2008). Néanmoins, la limite médio-carbonifère est admise à l'apparition du conodonte *Declinognathodus noduliferus* et des ammonoïdes de la zone H1 à *Homoceras*.

Des Choristitinae à côtes grossières, *Choristites africanus*, furent décrits dans le « Westphalien » de Béchar (Termier et Termier, 1950). Les spécimens types étaient introuvables, lorsque M. Legrand-Blain (1970) étudia les « *Choristites* » du Bashkirien du Bassin de Béchar. Leur apparition, avec « *Choristites* ? sp. 1 » était située dans un niveau élevé du



membre inférieur de la Formation de Tagnana. Récemment, des syntypes de *Choristites africanus* ont été retrouvés, à Paris et Alger. Par ailleurs, d'abondants spécimens ont été récoltés par K.F.T. Atif, dans la coupe de Menouarar (Sud du Bassin de Béchar). Leur apparition est antérieure à celle des « *Choristites* ? sp. 1 ». Le travail ici présenté est complété par l'étude de Spiriferida récoltés au niveau de la limite médio-carbonifère : représentants du genre *Anthracothyrina*, survivants de formes du Serpukhovien. Le Bassin de Béchar offre l'opportunité d'étudier l'installation « postcrise » d'un groupe clé de brachiopodes ; il apporte un outil pour préciser la stratigraphie du début du Bashkirien en domaine téthysien, lorsque ammonoïdés et conodontes sont rares ou absents : ce qui est fréquent sur la plate-forme nord-gondwanienne.

# 2. La limite médio-Carbonifère dans le bassin de Béchar, Nord-Ouest du Sahara algérien

# 2.1. Les coupes de référence : Djenien, Mouizeb el Atchane, Tagnana (Fig. 1 : N $^{\circ}$ 1-3)

Tout le secteur situé à l'est - sud-est de Béchar, est aujourd'hui interdit à la circulation civile, ce qui rend les coupes de référence inaccessibles (Fig. 1–4).

La Formation gréso-calcaire de Tagnana débute localement par un paléokarst, surmontant la Formation calcaire de Djenien. Le membre inférieur, Tagnana 1, est subdivisé en 9 termes, localement interrompus par des chenaux de ravinement: Tag. 1A à Tag. 1I (Lemosquet et Pareyn, 1975, après révision de la nomenclature de Pareyn et al., 1971). Succédant à Tag. 1D. lumachelle à Titanaria, ultimes Gigantoproductinae (Legrand-Blain, 1987), la limite médio-carbonifère est datée par Declinognathodus noduliferus et Homoceras (zone H1) en Tag. 1E; la base de ce terme est un calcaire grumeleux oolithique brunâtre, surnommé « vidange ». Dans les termes dolomitiques à oolithiques Tag. 1 F, G, H, les rares goniatites (Pareyn et al., 1984) n'indiquent qu'une limite imprécise entre zones H2 et R1. Le terme Tag. 1I est un grès à végétaux, pouvant raviner les dépôts antérieurs. Le membre moyen de la Formation de Tagnana, Tagnana 2, calcaire à coraux, est un bon repère régional. Les foraminifères et algues du Bashkirien inférieur, biozone régionale Cfa 9 à Eostaffella chomatifera, Pseudostaffella antiqua (Sebbar, 2006) sont présents dans Tagnana 1 et 2. Le membre supérieur calcaréo-détritique, Tagnana 3, est daté par ammonoïdés de la zone R2 et par foraminifères, du début de la zone Cfa 10 à Pseudostaffella praegorskvi.

Succédant à la Formation de Tagnana, la Formation argilo-calcaire d'Hassi Kerma livre des *Gastrioceras* des zones G 1-2 et des conodontes de la zone à *Idiognathodus delicatus*.

Enfin, la Formation gréso-calcaire de l'Oued el Hamar est datée du Bashkirien supérieur : zone Cfa 11 à *Profusulinella primitiva*.

Fig. 5. Photographies effectuées sans blanchiment au chlorure d'ammonium, afin de préserver : le marquage initial des spécimens et l'opposition entre test clair et gangue sombre. Barre-échelle: 1 cm. Figs 1-16:×1; Figs 17-18:×2. 1-7. Alphachoristites (Prochoristites) africanus africanus (Termier et Termier, 1950). Syntypes. Récoltes M.H. Wallace/Standard Oil « A 50 », 19 km SSW de Béchar. 1-3, Collection Termier, MNHN Paris. 1 : MNHN A 26039/7, Lectotype ici désigné (Termier et Termier, 1950, Pl. 117 Fig. 7), vues : a, dorsale ; b, ventrale ; c, latérale ; d, antérieure. 2 : MNHN A 26039/1 (Termier et Termier, 1950, Pl. 117 Fig. 1-2), vues : a, dorsale ; b, ventrale. 3 : MNHN A 26039/4, (Termier et Termier, 1950, Pl. 117 Fig. 4) : valve ventrale, vue externe. 4-7. Collection Wallace, Université, Alger. 4: MUA 1035023/4: valve ventrale, vue externe. 5-7: MUA 1035023/03, 02, 14, valves ventrales, crochets brisés montrant d'épais adminicula. 8-12. Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis Legrand-Blain nov. subsp. Coupe de Menouarar, Tag. 1 G. 8: Mn2 a 12; MUA 1103 037, coquille immature en vue dorsale. 9: Mn1 a 18; MUA 1103 018, valve ventrale usée montrant de minces adminicula. 10: Mn1 a 14; MUA 1103 014, holotype; a, valve ventrale usée postérieurement, adminicula et myoglyphe visibles; b, vue dorsale. 11: Mn1 a 23; MUA 1103 023, vue dorsale; une plaque stégidiale bordant à gauche le delthyrium; Auloporides fixés sur la valve. 12: Mn1 a 3; MUA 1103 003, vues : a, ventrale ; b, antérieure ; c, dorsale. 13. « Choristites ? sp. 1 » (Legrand-Blain, 1970, Pl. 1 Fig. 4) = Alphachoristites (Prochoristites) africanus s.l. Coupe de Tagnana, Tag. 1 H. ML 235 a18; MUA 1092001. 14. Anthracothyrina aff. peractionis Poletaev, 2001, valve ventrale. Coupe de Tagnana, Tag. 1 E. ML 233 a2; MUA 1103 047. 15. Anthracothyrina aff. beleutica (Litvinovitch, 1962), valve ventrale. Coupe de Tagnana, Tag. 1D. ML 232 c1; MUA 1103 046. 16. Alphachoristites (Prochoristites) africanus kermaensis nov. subsp., holotype. (Legrand-Blain, 1970, Pl. 1 fig. 8). Mouizeb el Atchane, Formation d'Hassi Kerma. ML 172 a 11; MUA 1091001. 17, 18. Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis nov. subsp. Surfaces internes de valves ventrales. 17: Mn2a 11; MUA 1103 036, adminicula masqués par l'épaississement interne du test; myoglyphe entouré par une dépression où les vaisseaux de l'angioglyphe côtoient des piquetages de gonoglyphe; vers l'avant, angioglyphe très développé. 18: Mn2 a 10; MUA 1103 035; Adminicula bien individualisés.

Fig. 5. All photographs made without ammonium chloride, in order to preserve the original ink markings, and the contrast between light shells and dark rock. Scale bar: 1 cm. Figs 1-16: × 1. Figs 17-18: × 2. 1-7. Alphachoristites (Prochoristites) africanus africanus (Termier and Termier, 1950). Syntypes. Collector M.H. Wallace/Standard Oil «A 50», 19 km SSW from Bechar. 1-3, Termier Collection, MNHN Paris. 1: MNHN A 26039/7, Lectotype (Termier and Termier, 1950, Pl. 117, Fig. 7), a, dorsal, b, ventral, c, lateral, d, anterior views. 2: MNHN A 26039/1 (Termier and Termier, 1950, Pl. 117, Fig. 1-2), a, dorsal, b, ventral views. 3: MNHN A 26039/4 (Termier and Termier, 1950, Pl. 117, Fig. 4): ventral valve, external view. 4-7: Wallace Collection, Algiers University. 4: MUA 1035023/04, ventral valve, external view. 5-7: MUA 1035023/03, 02, 14: worned ventral valves, showing thick adminicula. 8-12: Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis nov. subsp. Menouarar section, Tag 1 G. 8: Mn2 a 12; MUA 1103 037, immature shell, dorsal view. 9: Mn1 a18; MUA 1103 018, worned ventral valve, slender adminicula. 10: Mn1a14; MUA 1103 014, holotype; a, ventral view, worned shell showing adminicula and muscle field; b, dorsal view. 11: Mn1a 23; MUA 1103 023, dorsal view: a thin stegidial plate on left side of delthyrium; auloporids attached to valve. 12: Mn1a 3; MUA 1103 003; a, ventral, b, anterior, c, dorsal views. 13. «Choristites? sp. 1» (Legrand-Blain, 1970, Pl. 1 fig. 4)=Alphachoristites (Prochoristites) africanus s.l., Tagnana section, Tag. 1 H. ML 235 a18; MUA 1092001. 14. Anthracothyrina aff. peractionis Poletaev, 2001, ventral valve. Tagnana section, Tag 1 E. ML 233 a2; MUA 1103 047. 15. Anthracothyrina aff. beleutica (Litvinovitch, 1962), ventral valve. Tagnana section, Tag 1D. ML 232 c1; MUA 1103 046. 16. Alphachoristites (Prochoristites) africanus kermaensis nov. subsp., holotype (Legrand-Blain, 1970, Pl. 1, Fig. 8), Mouizeb el Atchane, Hassi Kerma Formation, upper member. ML 172 a11; MUA 1091001. 17, 18. Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis nov. subsp. Ventral valves, internal views. 17: Mn2 a 11; MUA 1103 036, adminicula concealed in internal shell thickening; muscle field surrounded by thin vascular markings and some genital markings; anteriorly, conspicuous vascular markings. 18: Mn2 a10; MUA 1103 035, adminicula obvious.

#### 2.2. La coupe de Menouarar.

Elle a été levée par K.F.T. Atif et A. Djafli (Djafli, 2006), 48 km au sud de Béchar ; base de la coupe, 6 km à l'est-nordest du bordj de Menouarar :  $X = 34^{\circ}65'$ ,  $Y = 5^{\circ}15'$  ; sommet :  $X = 34^{\circ}66'$ ,  $Y = 5^{\circ}70'$ . De bas en haut, la succession est la suivante (Fig. 1 : N° 5 ; Fig. 2).

Sommet de la Formation de Djenien (5 derniers mètres): calcaires dolomitiques grisâtres à tiges de crinoïdes, mal stratifiés, en bancs décimétriques (M1). Ici, comme dans tout le Sud du bassin de Béchar (Pareyn et al., 1971, Fig. 3), il n'existe pas de paléokarst entre les Formations de Djenien et Tagnana.

Formation de Tagnana, membre inférieur. Sa base montre une succession de calcaires analogues à ceux de la Formation de Djenien, soit un calcaire dolomitique grisâtre en bancs décimétriques pseudo-noduleux (M2). Les niveaux sus-jacents sont d'abord argilo-gréseux, surmontés par un calcaire oolithique (M3) équivalent de Tag. 1C; puis ils évoluent vers une alternance marno-calcaire dont les derniers niveaux sont très bioclastiques, avec quelques thalles d'algues (M4). La partie médiane débute par des calcaires (M5) très riches en bioclastes (organismes entiers ou fragmentaires : bivalves, brachiopodes, polypiers solitaires, crinoïdes) sur lesquels se superposent des argiles, puis un autre niveau oolithique (M6-7) bioclastique à algues. Ces deux niveaux semblent correspondre respectivement à Tag. 1E et à l'oolithe Tag. 1F. La partie supérieure est argilo-gréso-calcaire, ou localement conglomératique. Les grès sont souvent à stratifications entrecroisées et rides de courants, alors que les calcaires (M8 à M15) sont oolithiques, bioclastiques et parfois crinoïdiques. Les niveaux M15à M19 montrent une dominance des faciès détritiques, avec un conglomérat (M 18) d'extension locale, composé d'éléments hétérométriques : calcaires crinoïdiques, oolithes et grès; un niveau bréchique supérieur (M19) à grosses entroques, brachiopodes et bois fossiles. Cette dernière succession correspondrait aux termes Tag. 1G et H. Des faunes de brachiopodes (Mn1 et Mn2) associées à des radioles d'échinodermes ont été récoltées dans les passées argileuses du terme Tag. 1G. On y reconnaît des Orthida (Schizophoria), des Productida (Marginiferidae) et surtout d'abondants Spiriferida Alphachoristites (Prochoristites) africanus, objet de cette étude. L'ensemble s'achève avec les grès de Tag. 11, par une surface de ravinement précédant les premiers niveaux calcaires crinoïdiques du membre moyen de la formation de Tagnana : Tagnana 2.

Dans toute la coupe de Menouarar, des prélèvements de roches calcaires ont été effectués pour ultérieurement rechercher et étudier des conodontes.

#### 2.3. Corrélations

Elles sont proposées ici entre : les coupes de référence de Djenien - Tagnana (Legrand-Blain, 1967 ; Lemosquet et Pareyn, 1985) ; celle de Menouarar (présent travail) et celle de la région d'El Moungar située à quelques kilomètres à l'est de celle de Menouarar (Pareyn et al., Fig. 3, N° 18) (Fig. 4). La succession observée dans le secteur d'El Moungar - Menouarar est moins épaisse, moins bien caractérisée que celle des secteurs Djenien - Tagnana. À Menouarar, selon les observations de K.F.T. Atif et A. Djafli, plusieurs niveaux repères semblent absents, peut-être par érosion : notamment la lumachelle à *Titanaria* (Tag. 1D), observée plus à l'est, à Foum Sebaa (Fig. 1, N° 4). L'oolithe de Tag. 1F devient le repère principal. L'apparition des Choristitinae est plus précoce à Menouarar, gisements Mn1-Mn2 (Tag. 1G) qu'à Tagnana, ML 235 (Tag. 1H).

#### Les brachiopodes Spiriferida, dans le bassin de Béchar, à la limite médio-Carbonifère et au Bashkirien

#### 3.1. Matériel et méthodes

Les spécimens ici étudiés sont conservés en 2 collections paléontologiques : (1) Museum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, Typothèque Invertébrés fossiles (MNHN A...); (2) Musée de Paléontologie et de Minéralogie de l'Université d'Alger (MUA...). Les préfixes ML et Mn (« Menouarar ») suivis d'un nombre, correspondent respectivement aux localités étudiées par M. Legrand-Blain et K.F.T. Atif (Fig. 4).

## 3.1.1. Alphachoristites (Prochoristites) africanus (Termier et Termier, 1950)

Les spécimens types furent récoltés par M.H. Wallace, géologue à Standard Oil (Morin, 1965, p. 1574) lors de pré-reconnaissance pétrolière dans la région de Béchar (Perrodon, 1963, p. 27); puis confiés à H et G. Termier, professeurs à l'Université d'Alger de 1946 à 1955. La création de Choristites africanus fut publiée dans la « Paléontologie Marocaine » avec une description très sommaire et des illustrations dessinées. Les types figurés n'étaient conservés, ni à l'Université d'Alger, ni au Maroc (Colo et Petitot, 1959, p. 41). En 1965-6, M. Legrand-Blain demanda à Mme G. Termier, alors Maître de Recherches au C.N.R.S., Paris, d'examiner les types de Ch. africanus. Réponse négative : ces matériaux n'étant alors, ni classés, ni enregistrés, Malgré cela, des « Choristites africanus » furent décrits (Legrand-Blain, 1970). C'est d'après cette publication que l'espèce fut attribuée (Poletaev, 2004) au sous-genre Alphachoristites (Prochoristites). En 2007, A. Lauriat-Rage signalait des collections Termier dans les annexes du Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris. Avec la collaboration de J.M. Pacaud, on y a identifié des matériaux «Standard Oil», dont une partie des Ch. africanus: 5 spécimens figurés (Termier et Termier, 1950, Pl. 117 Fig. 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9). Étiquette jointe : « Choristites cf. mosquensis - A 50 - éch. figuré - Coll. Standard Oil -Dét. H. Termier» (MNHN A 26039). Par ailleurs, un inventaire des collections de fossiles du Paléozoïque de l'Algérie était réalisé à l'Université d'Alger, sous la direction de F. Chikhi-Aouimeur (Mofredj, 2002). Il mentionne, provenant de Béchar, 33 spécimens de « Choristites mosquensis » de la collection Wallace (MUA 1035023). En 2009, une partie de ce matériel, parmi les individus les mieux conservés (18 spécimens), nous a été communiquée par F. Chikhi-Aouimeur dans le cadre de cette étude. L'étiquette jointe porte les indications : « Choristites mosquensis - Westphalien - 19 km SSW de C. Béchar, S. de la Rte de Abadla. - Coll. H. Wal*lace - A 50* ». Il s'agit du même gisement A 50 que pour les types figurés. Actuellement, on dispose de 23 syntypes de l'espèce. Des spécimens empruntés à Alger ont été préparés pour l'analyse des structures internes.

La localité-type (Fig. 1, Nº 6) est très imprécise : « 19 km SSW de Béchar ». À cette distance de Béchar (Deleau, 1962, Fig. 1). les abords de l'ancienne route d'Abadla. longeant l'Oued Béchar à l'est, se situent dans le prolongement oriental de l'anticlinal de la Chebket Mennouna, non loin de l'axe anticlinal. La précision «S. de la Rte d'Abadla» permet d'éliminer les affleurements de la Chebket Mennouna proprement dite ; ce qui situe aussi la localité type, à l'est de la faille doléritique verticale post-paléozoïque du Ksiksou, dont le trajet longe l'Oued Béchar. Localement, cette faille a « un rejet nul sur le passage de l'anticlinal du Mennouna » (Deleau, 1962, p. 56). Les abords de la route actuelle, 2-3 km à l'est de l'ancienne route, visités par K.F.T. Atif, sont barrés par des chantiers divers. Souhaitons que des recherches ultérieures permettent de retrouver la localité « A 50 », et d'établir sa position stratigraphique, actuellement inconnue : dans la Formation de Tagnana ou d'Hassi Kerma.

# 3.1.2. « Choristites » figurés (Legrand-Blain, 1970) des coupes de référence : Tagnana, Djenien, Mouizeb el Atchane, Hassi Kerma.

Ces spécimens, conservés à l'Université d'Alger (Mofredj, 2002) ont été empruntés pour vérifications et mesures. Dans l'ordre stratigraphique, avec rappels des figurations et N<sup>o</sup> ML, ce sont :

*Choristites* ? sp. 1 (Pl. 1, Fig. 4-6), = *Alphachoristites* (*Prochoristites*) *africanus* s.l. ML 235 ; MUA 1092001, 1092007 : Tagnana, Tag. 1H.

*Choristites*? *flamandi* Legrand-Blain (Pl. 1, Fig. 7), ML 248; MUA 1092011, 110002, 110006. Tagnana, Tag. 3.

*Choristites* ? *reyi* Legrand-Blain (Pl. 1, Fig. 1-3), ML 249 ; MUA 1092009, 1100010. Tagnana 3, marne à ammonoïdes *Bilinguites bilinguis*, (Manger et al., 1985).

*Choristites africanus* G. et H. Termier (Pl. 1, Fig. 8, 9)=*Alphachoristites (Prochoristites) africanus kermaensis* nov. subsp. ML 168, 172 ; MUA 1092008, 1091001. Mouizeb el Atchane, Formation d'Hassi Kerma.

*Choristites cf. gobicus* Chao, 1929 (Pl. 1, Fig. 10-12). ML 127, 136 ; MUA 1092010, 1092004, 1092006. Hassi Kerma, Formation de l'Oued el Hamar.

*Choristites* sp. 2 (Pl. 1, Fig. 13, 14). ML 132; MUA 1092005. Hassi Kerma, Formation de l'Oued el Hamar.

#### 3.1.3. Choristitinae de la coupe de Menouarar, Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis nov. subsp

Gisements Mn1 et Mn2 ; Tag. 1G, Bashkirien inférieur, zone à ammonoïdes indéterminée H2/R1. Parmi les nombreux exemplaires récoltés, les spécimens Mn1 a 1-25 et Mn2 a 1-20 sont enregistrés à l'Université d'Alger, respectivement : MUA 1103 001 à 1103 025 ; MUA 1103 026 à 1103 045. 13 spécimens ont été mesurés (Fig. 6) ; les structures internes d'une dizaine de spécimens ont été examinées en surfaces internes et sections transversales (Fig. 7.2, 3, 5).



Fig. 6. Diagrammes des largeurs (l) et longueurs (L) des coquilles, en mm. Carrés: *Alphachoristites (Prochoristites) africanus africanus* (Termier et Termier, 1950), syntypes, 19 km SSW de Béchar; noirs: figurés Termier et Termier (MNHN A 26039); blancs: Collection Wallace (MUA 1035023). Triangles, pointe vers le haut: *Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis* nov. subsp., Menouarar, Tag. 1 G (Mn1, Mn2; MUA 1103 001 - 017); pointe vers le bas, «*Choristites*? sp. 1 » Legrand-Blain, 1970 = *Alphachoristites (Prochoristites) africanus s.l.*, Tagnana, Tag. 1 H. (ML 235; MUA 1092001). Astérisques: *Alphachoristics (Prochoristites) africanus s.l.*, Formation d'Hassi Kerma. (ML 168, 172; MUA 1091001, 1092002, 1092008).

Fig. 6. Scatter diagram of shell width (1) to shell length (L), in mm. Squares: Alphachoristites (Prochoristites) africanus africanus (Termier and Termier, 1950), syntypes, 19 km SSW from Béchar; black, figured Termier et Termier (MNHN A 26039); light, Wallace Collection (MUA 1035023). Triangles, tip up: Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis nov. subsp., Menouara section, Tag. 1G (Mn1 and Mn2; MUA 1103 001 -017). Tip down: «Choristites? sp. 1 » Legrand-Blain, 1970 = Alphachoristites (Prochoristites) africanus s.l., Tagnana section, Tag. 1 H oolite (ML235; MUA 1092001). Asterisks: Alphachoristites (Prochoristites) africanus kermaensis, nov. subsp., Mouizeb el Atchane, Hassi Kerma Formation (ML 168, 172; MUA 1091001, 1092002, 1092008).

# 3.1.4. Spiriferida du Serpukhovien terminal et base du Bashkirien, autrefois récoltés à Tagnana (Legrand-Blain, 1967).

Les spécimens ici figurés : de Tag. 1D, (Fig. 5.15), ML 232 c1 ; MUA 1103 046 ; de Tag. 1E (Fig. 5.14 ; Fig. 7.1), ML 233 a2, a4 ; MUA 1103 047, 048, diffèrent des *Alpha-choristites* par leurs caractères internes (Fig. 7.1). Il s'agit de représentants du genre *Anthracothyrina*, dont plusieurs espèces ont été décrites dans le Serpukhovien supérieur du bassin de Béchar (Legrand-Blain, 1986).

#### 3.2. Apparition et évolution des Choristitinae dans le Bassin de Béchar

Au sommet du Serpukhovien et à la limite médio-Carbonifère, (Tag. 1B - 1E), les *Anthracothyrina* sont des survivants de formes plus anciennes. L'apparition des *Alphachoristites (Prochoristites) africanus* (Termier et Termier, 1950) est actuellement observée dans la coupe de Menouarar en Tag. 1G: zone indéterminée H2/R1. L'espèce va proliférer, surtout dans des fonds argilocalcaires à algues. À partir de Tagnana 3, zone R2, l'évolution du groupe s'effectue localement, avec diversification: *A. (P.) flamandi* (Legrand-Blain, 1970), *A. (P.) reyi* (Legrand-Blain, 1970) espèces peu différentes de *A. (P.) africanus*, probablement adaptées par leur morpholo-



**Fig. 7.** 1-4. Sections apicales transversales umbonales de valves ventrales. 1. *Anthracothyrina* aff. *peractionis* Poletaev. Coupe de Tagnana, base de Tag. 1 E. ML 233 a 4; MUA 1103 048: absence d'adminicula. 2-4. *Alphachoristites* (*Prochoristites*) africanus (G. et H. Termier): adminicula subparallèles. 2 - 3. *A.* (*P*). africanus menouararensis nov. subsp. Menouarar, Tag. 1G. 2. MN2 a 8; MUA 1103 033. 3. Mn 1 a 12; MUA 1103 012. 4. *A.* (*P*). africa*nus africanus*. localité type, 19 km SSW de Béchar. MUA 1035023/04. 5. *A.* (*P*). africanus menouararensis nov. subsp., Menouarar, Tag. 1G. Mn2 a 11; MUA 1103 036, valve ventrale, vue interne. ad : adminicula; de : dent; ge : empreintes génitales; mu : empreintes musculaires; st : plaque stégidiale ; va : empreintes vasculaires.

**Fig. 7.** 1-4. Transverse sections near ventral umbo. 1. *Anthracothyrina* aff. *peractionis* Poletaev, 2001; Tagnana section, basal Tag. 1 E. ML 233 a 4; MUA 1103 048: no adminicula. 2-4. *Alphachoristites (Prochoristies) africanus* (Termier and Termier, 1950): subparallel adminicula. 2- 3. *A. (P). africanus menouararensis* nov. subsp. Menouarar section, Tag. 1G. 2. Mn 2 a 8; MUA 1103 033. 3. Mn 1 a 12; MUA 1103 012. 4. *A. (P.) africanus africanus*, type locality, 19 km SSW from Bechar, MUA 1035023/04. 5. *A. (P). africanus menouararensis* nov. subsp., Menouarar, Tag. 1G. Mn2 a 11; MUA 1103 036, ventral valve internal view. ad: adminicula; de: dental plate; ge: genital area; mu: muscle scar; st: stegidial plate; va: vascular markings or mantle canals.

gie (formes étirées en largeur, mucronations développées) à des substrats plus ou moins vaseux. Dans la Formation d'Hassi Kerma (zones G 1-2), les *A. (P.) africanus* augmentent en taille. Dans la Formation de l'Oued el Hamar, Bashkirien supérieur, les *A. (P.)* cf. gobicus (Chao, 1929), à costulation relativement fine, amorcent l'évolution des Choristitinae vers les formes du Moscovien inférieur: notamment *A. (Prochoristites)* cf. *inferus* (Ivanov et Ivanova, 1937), identifié dans les Formations de Kenadza et de l'Oued Bel Groun (Legrand-Blain, 1985a).

#### 4. Conclusion

La crise eustatique et biologique de la limite Serpukhovien - Bashkirien apparaît déterminante pour la répartition des brachiopodes. Le Bassin de Béchar en offre un bel exemple. Au Serpukhovien supérieur (Formation calcaire de Djenien), les brachiopodes sont diversifiés et abondants, notamment les Gigantoproductinae et les Spiriferida Anthracothyrina. Au-dessus d'une importante surface d'érosion-dissolution (paléokarst dans les secteurs septentrionaux du bassin), la Formation de Tagnana est constituée de sédiments marins argilo-gréso-calcaires, avec chenaux de ravinement. Ce régime d'instabilité eustatique et orogénique est fatal pour la plupart des Gigantoproductinae, à l'exception des Titanaria, dont la survie, jusqu'en Tag. 1D, sera brève. Les Anthracothyrina subsistent en Tag. 1E, limite médio-Carbonifère. Au début du Bashkirien, la recolonisation des biotopes par les brachiopodes s'effectue lentement, avec d'abord retour d'Orthida et Productida, ubiquistes probablement épargnés par la crise (à Tagnana, dans l'oolithe Tag. 1F). L'apparition des Alphachoristites (Prochoristites) s'effectue plus tard, sans qu'on observe de transition avec les Anthracothyrina: ce qui laisserait supposer une migration venant de la Paléotéthys. La diversification des brachiopodes s'affirme à partir de Tagnana 3.

La récente identification des syntypes de Alphachoristites (Prochoristites) africanus permet de distinguer 3 sous-espèces : A. (P.) africanus africanus (Termier et Termier, 1950), position stratigraphique inconnue ; A.(P.) africanus menouararensis nov. subsp., Tag. 1G : zone indéterminée H2-R1 ; A. (P.) africanus kermaensis nov. subsp., Formation d'Hassi Kerma : zone G1-2 (Figs. 4–6).

#### Remerciements

Nous remercions les personnes qui nous ont permis de rassembler et d'enregistrer les spécimenstypes de «*Choristites africanus*»: au Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, A. Lauriat-Rage et J.M. Pacaud ; à l'Université d'Alger, F. Chikhi-Aouimeur. Nous avons pris en compte les commentaires et corrections de trois lecteurs du manuscrit initial, à qui nous exprimons notre vive reconnaissance : D. Brice ; F. Chikhi-Aouimeur et A.J. Wright, qui a revu les parties rédigées en anglais.

#### Annexe. Paléontologique (M. L.-B.)

La classification systématique est celle du *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Carter, 2006). Quelques termes morphologiques sont ici rappelés. - Adminicula : paire de plaques reliant les dents et les bords du delthyrium au fond de la valve ventrale. - Angioglyphe, « mantle canals » : à la surface interne des valves, empreintes vasculaires issues du manteau. - Gonoglyphe, « genital markings » : empreintes génitales. - Myoglyphe, « muscle scar » : empreintes musculaires. - Stegidium : plaques recouvrant le delthyrium.

Genre Anthracothyrina Legrand-Blain, 1984

Espèce-type : *Brachythyrina (Anthracothyrina) perextensa* Legrand-Blain, 1984. Pyrénées, France, Serpukhovien supérieur.

Diagnose révisée (Carter, 2006, p. 1783): «vascular impressions reticulate; otherwise similar to *Brachythyrina*»[... dental adminicula absent].

Anthracothyrina aff. beleutica (Litvinovitch, 1962) Fig. 5.15

1986 - *Brachythyrina* (s.l.) aff. *beleutica* Litvinovitch, 1962: Legrand-Blain, p. 68, Texte-fig. 23, 36, 37. Pl. 5, Fig. 1–5.

Matériaux : ML 232 c; MUA 1103 046. Coupe de Tagnana, Tag. 1 D, en association avec *Titanaria africana* (ML 232 a, MUA 1083003). Espèce de petite taille, décrite dans le bassin de Béchar, du niveau Tag. 1D.

#### Anthracothyrina aff. peractionis Poletaev, 2001 Fig. 5.14; Fig. 7.1.

Matériaux : ML 233 a ; MUA 1103 047, 048. Coupe de Tagnana, Tag. 1 E. Coquille large de 30 à 37 mm, longue de 25 à 28 mm. Largeur maximum à la charnière ou un peu vers l'avant. Sinus mal délimité, dépassant au front 1/3 de la largeur de la coquille. Sur chaque flanc, plus de 12 côtes radiaires simples, rarement divisées ; au sinus, 6-8 côtes. Absence d'adminicula à la valve ventrale, où les bords du delthyrium forment d'épais bourrelets (Fig. 7.1). Les types d'Anthracothyrina peractionis (Poletaev, 2001): Donetz, Serpukhovien terminal à Bashkirien basal, atteignent une taille supérieure.

#### Genre Alphachoristites Gatinaud, 1949

Espèce type: *Choristites bisulcatiformis* Semichatova, 1941. Oural, Bashkirien.

Diagnose révisée (Poletaev, 2004): «Shells medium and large-sized (from 35-40 to 80 mm wide)... ribs non branching, rarely bi or trifurcating, wide or very wide (3 to 5 ribs within 10 mm long stretch of anterior margin)... long subparallel adminicula; muscle field narrow and sunken, situated between anterior ends of adminicula... ovarian pits in rounded depression situated on external side of adminiculum anterior parts and scars of radially branching vascular system ».

Sous-genre Alphachoristites (Prochoristites) Poletaev, 2004

Espèce-type: *Spirifer (Choristites) pseudobisulcatus* Rotai, 1951. Donetz, Bashkirien.

Diagnose : « Shell relatively small, usually less than 50 (rarely 60) mm wide. . . ».

Alphachoristites (Prochoristites) africanus (Termier et Termier, 1950) tota species

1950 - *Choristites africanus* nov. sp. : Termier et Termier, p. 86, Pl. 117, fig. 1–13.

1970 - Choristites africanus: Legrand-Blain, p. 1072, texte-fig. 4, 11. Pl. I, fig. 8–9.

1970 - *Choristites* ? sp. 1 : Legrand-Blain, p. 1070, textefig. 1. Pl. I, fig. 4–6.

non 1974 - Choristites africanus : D. Massa, G. et H. Termier, Pl. 11 fig. 2.

1985 - *Choristites africanus* : Legrand-Blain in Wagner et al., p. 428, Pl. 12 fig. 35.

L'espèce *africanus* fut créée avec un texte succinct: « forme générale généralement mégathyride, parfois brachythyride; côtes effacées sur le bourrelet; 13 côtes sur chaque aile». Sur des valves ventrales brisées, les « plaques delthyriales » (Fig. 10, 12, 13) sont d'épais adminicula subparallèles. D'après une description plus détaillée (Legrand-Blain, 1970), l'espèce fut attribuée (Poletaev, 2004) au sous-genre *Alphachoristites* (*Prochoristites*).

Suite à l'identification des syntypes de l'espèce, on peut distinguer plusieurs sous-espèces, brièvement décrites ci-après. Les différences morphologiques semblent liées aux conditions de paléo-environnements et aux stades d'évolution dans le temps.

Alphachoristites (Prochoristites) africanus africanus (Termier et Termier, 1950)

Fig. 5. 1-7; Fig. 6; Fig. 7.4.

1950 - *Choristites africanus* nov. sp. : Termier et Termier, p. 86, Pl. 117, Fig. 1–13.

Matériaux, syntypes : 23 spécimens actuellement identifiés, MNHN A 26039 et MUA 1035023 ; dont 18 coquilles entières, usées, fréquemment déformées par compaction.

Lectotype ici désigné (Fig. 5.1a–d): le spécimen figuré par Termier et Termier, 1950, Pl. 117 Fig. 7: MNHN A 26039/7, coquille complète, peu déformée par compaction.

Caractères externes. Dimensions maximum: largeur 40 mm, longueur 30 mm. La largeur maximum se situe, soit un peu en avant de la ligne cardinale, soit à celle-ci, avec courtes mucronations. Sinus ventral mal délimité, à fond arrondi ou légèrement anguleux, atteignant à l'avant, plus du tiers de la largeur de la coquille, et formant une languette subanguleuse. Interarea ventrale basse, concave, à extrémités tronquées. Bourrelet dorsal proéminent ; les « côtes effacées » de la diagnose initiale sont dues à une médiocre conservation. Côtes radiaires : 13 à 15 sur chaque flanc, irrégulièrement et peu fréquemment divisées. Au sinus, une côte médiane et 3 paires de côtes latérales. Micro-ornementation non observée sur les coquilles usées.

Caractères internes. Le spécimen initialement figuré (Termier et Termier, 1950, Pl. 117, Fig. 10) présentant une structure interne est absent en collections MNHN. Les matériaux d'Alger présentent : sur des valves ventrales partiellement brisées (MUA 1035023/02, 03; Fig. 5.5–7) la portion proximale de 2 épais adminicula accolés. En section transversale très proche du sommet (Fig. 7.4), les adminicula apparaissent plus minces. Les autres caractères internes ne peuvent être observés.

Paléo-environnement : argilo-marneux. Quelques épibiontes (petits gastéropodes) sont fixés sur des valves ventrales : MNHN A 26039/1-2, 4, 5.

Alphachoristites (Prochoristites) africanus menouararensis nov. subsp.

Fig. 5. 8-12, 17, 18. Fig. 6; Fig. 7. 2, 3, 5.

Matériaux : abondants spécimens, dont 45 enregistrés dans les collections de l'Université d'Alger. Coupe de Menouarar, gisements Mn 1 (coquilles parfois entières), MUA 1103 001 à 1103 025 ; Mn 2 (valves ventrales fréquemment isolées), MUA 1103 026 à 1103 045. Tag. 1 G. Bashkirien inférieur, zone à ammonoïdes indéterminée, H2/R1.

Holotype (Fig. 5.10 a-b): Mn 1 a 14; MUA 1103 014.

Caractères externes: identiques à ceux de *A. (P.) africanus africanus.* Micro-ornementation de lamelles concentriques (6–8 par mm) et micro-costules radiaires (18–20 par mm), observée vers l'avant du sinus, sur Mn1 a 2; MUA 1103 002.

Caractères internes. Sur des valves ventrales brisées (Fig. 5.9,10a), les adminicula sont de minces et courtes lames parallèles. Les spécimens de *A. (P.) africanus africanus* ont, à taille égale, des adminicula plus massifs et allongés. Les surfaces internes de valves ventrales présentent : de courts adminicula, parfois bien individualisés (Fig. 5.18), ou masqués par l'épaississement interne du test (Fig. 5.17); un myoglyphe occupant une dépression ovale à l'avant des adminicula ; un gonoglyphe parfois présent dans une étroite dépression qui entoure le myoglyphe ; un angioglyphe réticulé (Fig. 7.5). Les sections transversales (Fig. 7.2, 3) montrent de minces adminicula et parfois de fines plaques stégidiales (Fig. 7.3).

Paléo-environnements : argilo-marneux ; présence occasionnelle d'épibiontes ; Tabulata (Auloporides) fixés sur quelques coquilles du gisement Mn 1 (Fig. 5.11); Bryozoaires sur le spécimen Mn2 a 20.

Alphachoristites (Prochoristites) africanus kermaensis nov. subsp.

Fig. 6; Fig. 5.16.

1970 - Choristites africanus: Legrand-Blain, p. 1072, Texte-fig. 4, 11. Pl. I, Fig. 8-9.

1984 - Ch. africanus : Ivanova, Fig. 2A.

1985 - Choristites africanus: Legrand-Blain (1985b) in Wagner et al., p. 428, Pl. 12, Fig. 35.

Matériaux : outre les spécimens figurés en 1970, mesurés (Fig. 6), et d'autres non enregistrés en collections, plus de 100 spécimens récoltés par Y. Lemosquet en diverses coupes de la région de Béchar.

Holotype (Fig. 5.16): ML 172 a 11; MUA 1091001. Localité type: coupe N. du Mouizeb el Atchane, Formation d'Hassi Kerma, membre supérieur (Legrand-Blain, 1967, Fig. 1, 2). Les goniatites récoltées à proximité (ML 170, 171): *Boesites, Gaitherites, Gastrioceras*, sont de la zone G à *Gastrioceras*. La largeur de la coquille adulte dépasse 40 mm (Fig. 6). Les spécimens jeunes ne peuvent être identifiés. Les caractères internes ont été illustrés (Legrand-Blain, 1970). La sous-espèce se trouve dans toute la Formation d'Hassi Kerma et les niveaux inférieurs de la Formation de l'Oued el Hamar.

Paléoenvironnements. Packstones - grainstones à algues et bioclastes variés (Legrand-Blain, 1985a): milieux d'énergie moyenne à élevée.

#### References

- Barnett, A.J., Wright, V.P., 2008. A sedimentological and cyclostratigraphic evaluation of the completeness of the Mississippian-Pennsylvanian (mid-Carboniferous). Global stratotype section and point, Arrow Canyon, Nevada, USA. J. Geol. Soc. 165, 859–873.
- Carter, J.L., 2006. Spiriferoidea. In: Kaesler, R.L. (Ed.), Treatise on invertebrate paleontology, Part H 5 Brachiopoda (revised). Geol. Soc. America, 1769-1811.
- Chao, Y.T., 1929. Carboniferous and permian spiriferids of China. Palaeontologica Sinica, B 11 (1), 134.
- Colo, G., Petitot, M.L., 1959. Catalogue d'invertébrés fossiles du Maroc (espèces et variétés types ou peu connues) 4 brachiopodes. Notes Serv. Géol. Maroc 147, 39–124 [publ. 1960].
- Deleau, P., 1962. Le bassin houiller d'Abadla. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie N.S. 14, 317 p.
- Djafli, A., 2006. Caractérisation sédimentologique de la limite médio-Carbonifère dans la région de Menouarar, bassin de Béchar (Sahara sud-oranais, Algérie). Mém. Dipl. Ingénieur Géol. Univ. Oran, 57 p.
- Gatinaud, G., 1949. Contribution à l'étude des Brachiopodes Spiriferidae. 1. Exposé d'une nouvelle méthode d'étude de la morphologie externe des Spiriferidae à sinus plissé (fin). Bulletin du Museum, Paris 21 (2), 487–492.
- Ivanov, A.I., Ivanova, E.A., 1937. Brachiopoda of the Middle and Upper Carboniferous of the Moscow Basin (Neospirifer, Choristites). Akad. Nauk. SSSR, Trudi Paleont. Inst. 6 (2), 215 p. [En russe].
- Ivanova, E.A., 1984. Problèmes d'étude de l'évolution morphologique des brachiopodes. Akad. Nauk. SSSR, Trudi Paleont. Inst. 199, 4–10 [En russe].
- Legrand-Blain, M., 1967. Précisions sur la stratigraphie de la série des Calcaires du Djebel Béchar (Namurien-Moscovien) à l'est de Béchar (Algérie). Bull. Soc. Geol. France 9 (7), 298–306.
- Legrand-Blain, M., 1970. Quelques Choristites (Spiriferacea) du Namuro-Moscovien de la région de Béchar, Algérie. 6e Congrès Intern. Strat. Géol. Carbonifère, Sheffield 1967, C.R. 3, pp. 1065–75.
- Legrand-Blain, M., 1984. Étude paléontologique. In: Legrand-Blain, Delvolvé, J.J., Perret, M.F., Les brachiopodes carbonifères des Pyrénées centrales françaises. 2: étude des Orthida et des Spiriferida; biostratigraphie, paléoécologie, paléobiogéographie. Geobios, 17, pp. 297–325.
- Legrand-Blain, M., 1985a. Dynamique des brachiopodes carbonifères sur la plate-forme carbonatée du Sahara algérien, paléoenvironnements, paléobiogéographie, évolution. Thèse d'État, Univ. Bordeaux 1, 315 p.
- Legrand-Blain, M., 1985b. North Africa, Brachiopods. In: Wagner, R.H., Winkler Prins, C.F., Granados, L.F. (Eds.), The Carboniferous of the world. 2, Australia, Indian subcontinent, South Africa, South America & North Africa, IUGS Publication 20, pp. 372–374.
- Legrand-Blain, M., 1986. Spiriferacea (Brachiopoda) viséens et serpukhoviens du Sahara algérien. Biostratigraphie du Paléozoïque, université de Bretagne occidentale, 5, 95 p.
- Legrand-Blain, M., 1987. Les Gigantoproductidae (brachiopodes) namuriens du Sahara algérien. Bull. Soc. Belge Géol. 96 (2), 159–194.
- Legrand-Blain, M., Atif, K.F.T., 2007. La crise biologique au passage Mississippien-Pennsylvanien: biogéographie des brachiopodes. Premier Symposium International de paléobiogéographie, Paris, 10–13 juillet 2007. Résumés, 64.
- Lemosquet, Y., Pareyn, C., 1975. Karst et chenaux de ravinement dans le Carbonifère marin du bassin de Béchar et de ses bordures (Sud-Oranais, Algérie). 3<sup>e</sup> Réunion Ann. Sc. Terre, Montpellier, 230.
- Lemosquet, Y., Pareyn, C., 1985. North Africa, Bechar Basin. In: Wagner, R.H., Winkler Prins, C.F., Granados, L.F. (Eds.), The Carboniferous of the world, 2, Australia, Indian subcontinent, South Africa, South America & North Africa, IUGS Publication 20, pp. 306–315.
- Litvinovitch, N.V., 1962. Carboniferous and Permian beds of the western part of Central Kazakhstan. Izd. Mosk. Univ, Mater. po Geol. Tsentr. Kazakhst. 4, 390 p. [En russe].

- Manger, W.L., Weyant, M., Pareyn, C., 1985. Mid-carboniferous ammonoid stratigraphy, Bechar Basin, Algeria. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 74, 181–196.
- Massa, D., Termier, G., Termier, H., 1974. Le carbonifère de Libye occidentale, stratigraphie, paléontologie. Comp. Franç. Pétroles Notes Mém. 11, 139–206.
- Menning, M., Weyer, D., Drozdzewski, G., Van Ameron, H.W.J., Wendt, I., 2000. A Carboniferous time scale 2000: discussion and use of geological parameters as time indicators from central and western Europe. Geol. Jahrbuch A 156, 3–44.
- Mofredj, A., 2002. Base de données pour la gestion des collections de fossiles déposés à l'université d'Alger : matériel du Paléozoïque. Mém. Dipl. Ingénieur Géol., Univ. Sc. Technol. H. Boumediene Alger, 100 p.
- Morin, P., 1965. Bibliographie analytique des sciences de la terre, Maroc et régions limitrophes (depuis le début des recherches géologiques à 1964). Notes Mém. Serv. Géol. Maroc 182, 1723 p.
- Nemirokskaya, T.I., Alekseev, A.S., 1995. The Bashkirian conodonts of the Askyn section, Bashkirian Mountains, Russia. Bull. Soc. Belge Géol. 103, 109–133.
- Pareyn, C., Conrad, G., Conrad, J., Lemosquet, Y., 1971. Mise en évidence d'une instabilité orogénique au Namurien inférieur entre les vallées du Guir et de la Zousfana (Bassin de Béchar, Sahara nord-occidental). Bull. Soc. Geol. France 13 (7), 512–527.
- Pareyn, C., Saunders, W.B., Manger, W.L., Lemosquet, Y., 1984. The Middle Carboniferous ammonoid succession of the Béchar Basin and adjacent areas, Sud-Oranais, Algeria. 9 Intern. Carbon. Congress, Urbana 1979, C.R. 2, pp. 437-442.
- Perrodon, A., 1963. Les grandes étapes de la découverte géologique du Sahara. Assoc. Fr. Techniciens Pétrole, Bull. Spécial Mémoire J. Follot, 21-37.

- Poletaev, V.I., 2001. New and rare species of carboniferous Spiriferids from the Donetz Basin. Paleontological J. 35 (6), 591–597 [English Trad. of Paleont. Zh.].
- Poletaev, V.I., 2004. A revision of the coarse-ribbed Bashkirian Choristitids (Brachiopoda). Paleontological J. 38 (3), 276–284 [English Trad. of Paleont. Zh.].
- Poletaev, V.I., Lazarev, S.S., 1995. General stratigraphic scale and brachiopods evolution in the Late Devonian and Carboniferous subequatorial belt. Bull. Soc. Belge. Géol. 103, 99–107.
- Rotai, A.P., 1951. Brachiopods of the Middle Carboniferous of the Donetz Basin. 1. Spiriferidae. Vses Nauchno-Issl. Geol. Inst. VSEGEI, Moskva, 180 p. [En russe].
- Sebbar, A., 2006. Échelle biozonale de foraminifères du Carbonifère saharien en Algérie. Mém. Serv. Géol. Nation, Alger 13, 169–187.
- Semikhatova, S.V., 1934. Moscovian deposits of lower and middle Volga area and position of the Moscovian stage in general carboniferous scale of the USSR. Prob. Soviet Geol. 3 (8), 73–92 [En russe].
- Semichatova, S.V., 1941. Brachiopods of Bashkirian beds of USSR. 1. Genus Choristites Fischer. Akad Nauk SSSR, Trudi Paleont. Inst. 12 (4), 152 p. [En russe, 152 p.].
- Termier, H., Termier, G., 1950. Paléontologie marocaine, Tome 2. Invertébrés de l'Ere primaire, 2, Bryozoaires et Brachiopodes. Notes Mém. Serv. Géol. Maroc 77, 254 p.
- Weyant, M., 1982. A proposal for a major boundary in the carboniferous system based upon conodont evidence from the Bechar basin (Algeria). In: Ramsbottom, W.H.C., Saunders, W., Owens, B. (Eds.), Biostratigraphic data for a mid-Carboniferous boundary. Subcomm Carbon. Strat, Leeds, pp. 19–21.