

Systematic Palaeontology (Invertebrate Palaeontology)

# First record of *Lingula* (Brachiopoda) from the Miocene of France, with diagnosis of *L. dregeri*

Christian C. Emig<sup>a,\*</sup>, Maria Aleksandra Bitner<sup>b</sup>, Bruno Cahuzac<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Centre d'océanologie, CNRS, chemin de la Batterie-des-Lions, 13007 Marseille, France

<sup>b</sup> Institute of Palaeobiology, Polish Academy of Sciences, ul. Twarda 51/55, PL-00-818 Warszawa, Poland

<sup>c</sup> Laboratoire de recherche et applications de la géologie, université Bordeaux-1, bâtiment B7, 351, cours de la Libération, 33405 Talence cedex, France

Received 3 May 2006; accepted after revision 13 February 2007

Available online 27 March 2007

Presented by Philippe Taquet

## Abstract

The brachiopod *Lingula dregeri* Andreae, 1893 has been found in the Middle Miocene of southwestern France, at Salles. This is the first record of the genus *Lingula* Bruguière from the Miocene of France. Good preservation makes it possible for us to offer the first diagnosis of this species and to complete its description. Examination of the occurrences of *Lingula* in the Miocene of Europe revealed that all of them are one species, *L. dregeri*. The Serravallian environment at Salles was marine, sublittoral and sheltered, with a substrate of fine carbonated sands, laid down in subtropical-to-warm temperate waters. **To cite this article:** C.C. Emig et al., *C. R. Palevol* 6 (2007).

© 2007 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## Résumé

**Première découverte de *Lingula* (Brachiopoda) dans le Miocène de France, avec diagnose de *L. dregeri*.** Le brachiopode *Lingula dregeri* Andreae, 1893, a été trouvé à Salles dans le Miocène moyen du Sud-Ouest de la France. C'est la première découverte du genre *Lingula* Bruguière dans le Miocène de France. Son bon état de conservation permet de présenter la première diagnose de cette espèce et de compléter sa description. L'examen des occurrences de *Lingula* dans le Miocène d'Europe révèle que toutes correspondent à une seule espèce, *L. dregeri*. À Salles, le paléobiofaciès traduit au Serravallien un environnement infralittoral marin, calme, avec des sables fins carbonatés, dans des eaux subtropicales à tempérées chaudes. **Pour citer cet article :** C.C. Emig et al., *C. R. Palevol* 6 (2007).

© 2007 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Keywords:** Brachiopoda; Lingulidae; *Lingula*; *dregeri*; Serravallian; Miocene; France

**Mots clés :** Brachiopoda; Lingulidae; *Lingula*; *dregeri*; Serravallien; Miocène; France

## Version française abrégée

### Introduction

Le genre *Lingula*, l'un des deux représentants actuels des brachiopodes lingulidés, est rare dans le registre

\* Corresponding author.

E-mail addresses: [emig@free.fr](mailto:emig@free.fr) (C.C. Emig),  
[bitner@twarda.pan.pl](mailto:bitner@twarda.pan.pl) (M.A. Bitner),  
[b.cahuzac@ufr-termer.u-bordeaux1.fr](mailto:b.cahuzac@ufr-termer.u-bordeaux1.fr) (B. Cahuzac).

fossile, à cause de la dégradation rapide de la matrice organique de la coquille chitino-phosphatique dès la mort de l'animal [11,12]. Avec un nombre restreint de caractères taxinomiques, principalement anatomiques, les lingulidés sont difficiles à identifier [15]. Connus depuis le Tertiaire, peut-être depuis le Crétacé supérieur [15], ce genre connaît une faible diversité spécifique, mais il est largement distribué sur le plateau continental dans les zones tropicales et tempérées chaudes [14,15]. Bien que connue dans plusieurs localités du Miocène (Fig. 1) de la Paratéthys centrale [16], *Lingula dregeri* n'avait jamais été signalée en France. Dans ce travail est décrite la première découverte de *L. dregeri* dans des dépôts miocènes de France (et peut-être dans tout le Tertiaire de la France, à notre connaissance), et une première diagnose en est proposée, celle du genre *Lingula* ayant été récemment modifiée [15].

### Matériel

Les exemplaires proviennent des collections historiques de l'université de Bordeaux-1 (collection générale – typothèque n<sup>os</sup> 1.15.5 à 1.15.10) et du muséum d'histoire naturelle de Bordeaux (collection Degrange–Touzin, sous la mention « D-T.Salles.Mio-Lingula »). Ils ont été récoltés dans les dépôts miocènes de Salles (Sud-Ouest de la France, département de la Gironde, Fig. 1), où plusieurs carrières étaient exploitées au début du XX<sup>e</sup> siècle. Ce lot de fossiles a été étiqueté (*in schedis*) comme provenant de « Salles, près le bourg, couches à *Panopea* ». Le matériel étudié se compose de 53 valves, toutes fragmentées, parmi lesquelles 22 valves dorsales et 24 ventrales, dont les empreintes des muscles ont été préservées. Deux autres fragments ont été récoltés récemment (collection S. Buisson) dans un gisement à Mios, à 6 km de Salles (Fig. 1), dans le même faciès du Serravallien, des sables à *Panopea*.

### Contexte géologique

Dans le Bassin nord-aquitain, la localité de Salles est située sur le bord occidental de l'anticlinal crétacé de Villagrains, près duquel passait le rivage marin au Serravallien (Miocène moyen) (Fig. 1). Dans la région de Salles, plusieurs affleurements miocènes marins ont été décrits, avec divers faciès tous infralittoraux [5,6,9,18]. Les niveaux avec des *Lingula* correspondent aux « couches à *Panopea* ». Ils se composent de sables fins carbonatés jaune orangé (granulométrie entre 150 et 200 µm), déposés dans un environnement marin infralittoral, peu profond et abrité, dans des eaux subtropicales à tempérées chaudes. Ce milieu est proche des conditions

habituelles dans lesquelles vivent les lingules actuelles [11,13]. La macrofaune benthique associée est relativement pauvre, composée principalement d'endobiontes, comme les bivalves *Panopea menardi*, *Lucinoma borealis*, *Ervilia pusilla*, *Spisula duvergieri*, ainsi que d'épifaune comme l'annélide *Ditrupa*, le gastéropode *Epitonium*, le bivalve *Aequipecten pinorum*, les crustacés *Scalpellum burdigalense* et balane. De nombreux bivalves sont de petite taille ou à coquille fine, indiquant un milieu défavorable. Un tel environnement semble correspondre à un changement des conditions écologiques sous l'influence de contraintes environnementales, jusqu'à l'enfouissement de la faune restante [11,13].

Le microbenthos (ostracodes, foraminifères), peu abondant, corrobore un milieu marin littoral. Ces niveaux ont été attribués aux zones planctoniques serravalliennes N12 Blow (foraminifères) et NN6 Martini (nannoflore) [18]. Les données isotopiques du Sr donnent un âge estimé à entre 11 et 12,5 Ma, ce qui correspond à la partie moyenne à supérieure du Serravallien (Miocène moyen).

### Description systématique

Embranchement Brachiopoda

Sous-embranchement Linguliformea Williams, Carlson, Brunton, Holmer et Popov, 1996

Classe Lingulata Gorjansky et Popov, 1985

Ordre Lingulida Waagen, 1885

Superfamille Linguloidea Menke, 1828

Famille Lingulidae Menke, 1828

Genre *Lingula* Bruguière, 1797

*Lingula dregeri* Andreae, 1893

Connue du Miocène moyen (Badénien) de la Paratéthys centrale (Autriche, Pologne, Ukraine, Roumanie ; Fig. 1), *Lingula dregeri* a été succinctement décrite dans le travail original de Dreger [7,8] et, depuis, aucune diagnose n'a été proposée. Récemment, Emig et Bitner [16], étudiant les collections de lingulidés disponibles à Varsovie (Pologne), ont proposé une première description, principalement basée sur des valves dorsales. L'étude des exemplaires provenant de Salles a permis de décrire les valves ventrales. L'état incomplet des valves n'a pas permis d'observer tous les caractères.

### Diagnose

Région umbonale arrondie avec un bec triangulaire médian sur la valve dorsale, région non observée sur la

valve ventrale. Musculature du corps caractérisée par un muscle oblique interne postérieur de forme allongée, de même que le muscle oblique interne médian (Fig. 2). Données incomplètes sur les canaux de manteau, probablement bien incurvés.

#### Description de la coquille

Coquille allongée et oblongue à bords latéraux subparallèles ; bord antérieur généralement arrondi [16]. Les deux valves sont modérément convexes. Largeur maximale située à mi-longueur de la coquille (Figs. 2 et 3). Aucune valve n'étant complète, seule la largeur ( $W$ ) a pu être mesurée sur quelques valves : environ 1 cm ; la longueur ( $L$ ) a été déduite des rapports  $W/L$  indiqués par Emig et Bitner [16] :  $W/L = 0,37-0,52$  ; moyenne = 0,47 ;  $n = 5$ , ce qui donne pour nos spécimens environ 2 cm de longueur.

#### Valve ventrale et face ventrale du corps

Les empreintes des deux nerfs pédonculaires, en forme de V subparallèle, s'étendent depuis les muscles adducteurs antérieurs jusqu'au niveau du muscle adducteur postérieur (Figs. 2 et 3) : ce caractère est commun depuis le Cambrien à tous les taxons de la superfamille Linguloidea [3,14,15,17]. La région umbonale n'a pu être observée, car absente dans toutes les valves. La ligne périmiale est bien marquée (Figs. 2 et 3). Le muscle oblique interne médian et l'oblique interne antérieur sont bien développés. Ce dernier muscle et l'oblique interne postérieur se prolongent entre le muscle oblique antérieur et le muscle adducteur postérieur (Fig. 2), comme dans quelques autres espèces de lingulidés, comme *Lingularia similis*, *Glottidia albida*, *Dignomia munsterii* [3,10,17]. Le muscle adducteur postérieur est arrondi, mais avec une circonférence plus grande dans les espèces fossiles que dans les actuelles pour *Lingula* et *Glottidia*.

#### Valve dorsale et face dorsale du corps

La région umbonale est arrondie, avec un bec triangulaire médian (Fig. 2). La ligne périmiale est bien marquée. Seules quelques empreintes partielles ont été observées pour les canaux antérieurs du manteau et uniquement sur deux valves dorsales ; elles semblent fortement incurvées comme chez *Lingula rostrum*, *L. reevii*, *L. tumidula* [15]. L'arrangement musculaire de la face dorsale (Figs. 2 et 3) est semblable à celui de *L. tumidula* (cf. [16]). Le muscle adducteur postérieur est de forme arrondie, plus grand sur la face dorsale que sur celle ventrale.

#### Discussion

*Lingula dregeri* a été décrite sous le nom *L. suessi* Dreger, 1889 [7] dans le bassin de Vienne (Fig. 1). Comme le nom *suessi* était déjà utilisé pour une « *Lingula* » du Trias, Andreae [1] a proposé de remplacer le nom de *suessi* par *dregeri*. Malgré une description originale de *L. dregeri* très générale [7], des *Lingula* ont été attribuées à cette espèce dans plusieurs localités du Miocène moyen de la Paratéthys centrale [2,19–22].

Un réexamen du matériel [16] a montré que ces lingules du Miocène appartiennent à *Lingula dregeri*. Seules les lingules de Cagliari (Sardaigne, Italie ; Miocène moyen) attribuées à *Lingula* cf. *dregeri* [8] nécessitent une confirmation [16]. La découverte de *L. dregeri* dans le bassin d'Aquitaine (France) étend la répartition géographique à la province atlantique. Une telle distribution de *L. dregeri* indique clairement l'existence de relations entre les domaines de la Paratéthys et de la Téthys occidentale au cours du Miocène moyen. Ceci est corroboré par la distribution du brachiopode articulé *Cryptopora lovisati* (Dreger, 1911) dans les provinces paratéthysiennes, méditerranéennes et atlantiques [4], ainsi que d'autres taxons, parmi les gastéropodes, les bivalves et les céphalopodes, les coraux scléactiniaires [6], les foraminifères etc.

#### 1. Introduction

The genus *Lingula* Bruguière, one of the two extant representatives of the lingulides, is very rare in the fossil record. Its thin, delicate chitinophosphatic shell has a very low taphonomic potential because of a rapid degradation of the organic matrix after death and a subsequent disintegration of the shell [11,12]. Because they have few characters of taxonomic value, lingulides are difficult to determine, especially when poorly preserved [15]. Known since the Tertiary, perhaps the Late Cretaceous [15], *Lingula* shows today low species diversity, but is widely distributed on the continental shelf in tropical and subtropical areas [14,15]. Although noted from several localities in the Miocene (Fig. 1) of the Central Paratethys [16], *Lingula dregeri* had never before been reported from France. This paper describes the first occurrence of the genus in the Miocene deposits of France, and to our knowledge perhaps in the entire Tertiary of France, and offers the first diagnosis of this species. The diagnosis of the genus *Lingula* was emended recently by Emig [15].

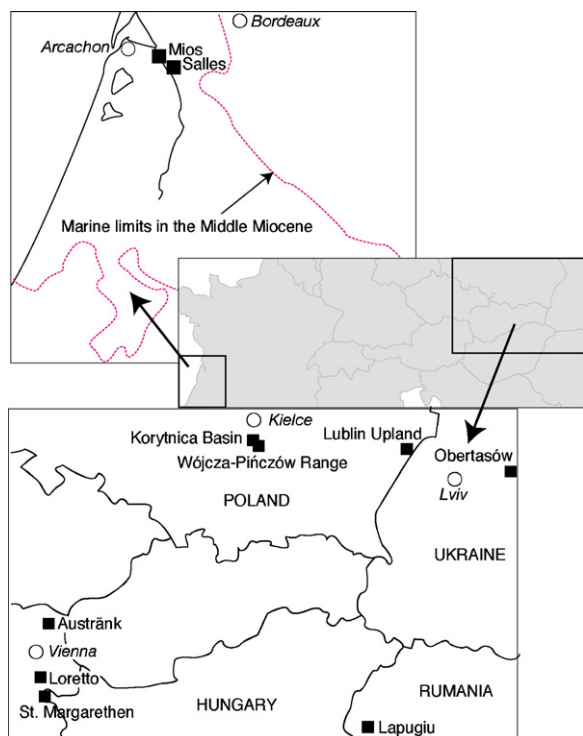


Fig. 1. Geographical distribution of *Lingula dregeri* in the Miocene (black squares): for East European locations, see [16]; for the outcrops in Salles, see text and [18].

Fig. 1. Répartition géographique de *Lingula dregeri* dans le Miocène (carrés noirs): pour les sites est-européens voir [16]; pour les gisements à Salles, voir texte et [18].

## 2. Material

The specimens described herein come from the historical collections of the University of Bordeaux-1 (general collection) and of the Natural History Museum of Bordeaux (Degrange–Touzain’s collection). They were collected in the Miocene deposits of Salles, southwestern France, Gironde department (Fig. 1), from several quarries in operation at the beginning of the 20<sup>th</sup> century. The collection was labelled, *in schedis*, as “Salles, près le bourg, couches à *Panopea*”. The material consists of 53 valves, all fragmented, among which 22 dorsal and 24 ventral valves. Although none of the valves is complete, the muscles scars are well preserved.

The specimens are housed at the University of Bordeaux-1 in the typotheque collection under numbers 1.15.5 to 1.15.10, and at the Bordeaux Museum under the mention “D-T.Salles.Mio-Lingula”. Two other fragments, recently found (collection S. Buisson), come from the Mios outcrop, 6 km northwest of Salles, that exposes the same Serravallian facies of sands with *Panopea*.

## 3. Geological setting

Located in the northern Aquitaine Basin, the Salles site is situated on the western edge of the Villagrains Cretaceous anticline, with the Serravallian shoreline nearby (Fig. 1). In the Salles area, several Mid-Miocene marine outcrops have been described, with various facies, all sublittoral [18] (see also [5,6,9]). The levels with *Lingula* occur in the “Couches à *Panopea*”. They consist of yellow–orange uncemented carbonate fine-grained sands (between 150 and 200  $\mu\text{m}$  in grain size), deposited in sublittoral, rather shallow marine subtropical to warm temperate waters in a sheltered environment, perhaps sand flats. The deposits are dominated by littoral sediments, some with indications that sedimentation was rapid, similar to that of the normal substrate for living lingulides [11,13].

The macrofauna associated with the *Lingula* is rather scant. It consists mainly of endobionts, more or less deep burrowers, i.e., the bivalves *Panopea menardi*, *Lucinoma borealis*, *Ervilia pusilla*, *Spisula duvergieri*, along with an epifauna, like the annelid *Ditrupa*, the gastropod *Epitonium*, the bivalve *Aequipecten pinorum*, the sessile crustaceans *Scalpellum burdigalense* and balanids. Numerous bivalves are small or thin-shelled, e.g., *Glycymeris*, *Megacardita*, *Tapes*, thus indicating that conditions were unfavourable. Such an environment appears to be consistent with observations in many communities when ecological conditions are changing because of environmental constraints that eventually lead the whole fauna to its burial [11,13].

The microbenthos, i.e., ostracods, foraminifers, is not very abundant, but corroborates normal marine waters in a coastal situation. The levels have been attributed to the Serravallian planktonic N12 Blow (foraminifera) and NN6 Martini (nanoflora) zones [18]. According to Sr isotopic data, an estimated dating is in the 11–12.5 Ma range, corresponding to the mid-upper part of the Serravallian stage (Middle Miocene).

## 4. Systematic description

Phylum Brachiopoda  
 Subphylum Linguliformea Williams, Carlson, Brunton, Holmer and Popov, 1996  
 Class Lingulata Gorjansky and Popov, 1985  
 Order Lingulida Waagen, 1885  
 Superfamily Linguloidea Menke, 1828  
 Family Lingulidae Menke, 1828  
 Genus *Lingula* Bruguière, 1797  
*Lingula dregeri* Andreae, 1893

Known from the Middle Miocene (Badenian = Langhian and Lower Serravallian) of the central Paratethys (Austria, Poland, Ukraine, Romania; Fig. 1), *Lingula dregeri* was poorly described in Dreger's original papers [7,8] and no true diagnosis has ever been proposed for this species. Recently, Emig and Bitner [16], investigating the lingulide collections available in Warsaw (Poland), proposed a first description of this species mainly based on well-preserved dorsal valves. The study of lingulide specimens collected in the Middle Miocene of southwestern France confirmed the previously described taxonomic characters of the dorsal valves and permitted the completion of the description of *L. dregeri* with data on the ventral valves. Unfortunately, no valves, either dorsal or ventral, are complete; so some taxonomic features remain poorly known, i.e., the mantle canals.

#### 4.1. Diagnosis

Umbonal region rounded with median triangular beak weak on dorsal valve, not observed on ventral valve. Body muscles characterized by an elongated posterior internal oblique, as well as the median internal oblique (Fig. 2). No complete data on the mantle canals, perhaps strongly curved.

#### 4.2. Description of the shell

Elongate oval in outline, lateral margins subparallel; anterior margin generally rounded [16]; shell surface bears only subconcentric ribbing of variable prominence and spacing, but more marked near margins. Both valves moderately convex. Maximum width at mid-length of the shell.

All the valves were fragmented, but, in several items, the muscle scars were conserved in both ventral and dorsal valves (Figs. 2 and 3). In the previous study of *L. dregeri*, only dorsal valves have been described [16].

As none of the valves was complete, only the width (*W*) could be measured on some dorsal valves, about 1 cm; the length (*L*) could be deduced from the *W/L* ratios given by Emig and Bitner [16]:  $W/L = 0.37–0.52$ ; mean = 0.47,  $n = 5$ , that is, our specimens are about 2 cm in length.

##### 4.2.1. Ventral valve and body area

A pair of narrow, subparallel to V-shaped grooves arises at a short distance behind the anterior adductors to unite and terminate at the level of the posterior adductor (Figs. 2 and 3). The existence of these grooves, which are the impressions of the pedicle nerves [3], is to be

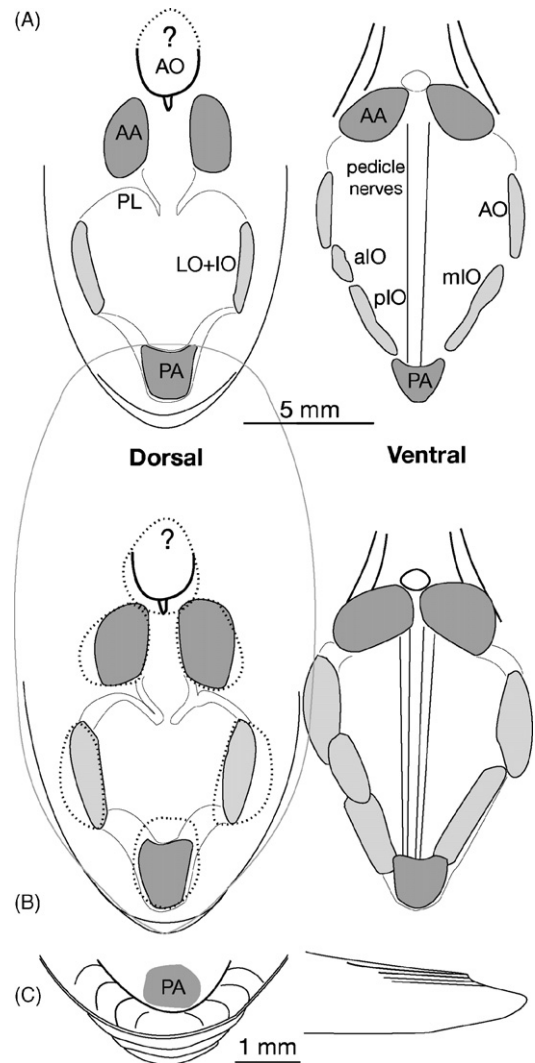


Fig. 2. Dorsal and ventral body sides of *Lingula dregeri*. **A**: Arrangement of the body muscles and disposition of the two main anterior canals of the mantle (partly ventral side only) of a specimen (from Salles, Serravallian). **B**: their variability in all the studied specimens, including previous data [16]. **C**: Umbonal internal and lateral view of a dorsal valve. Abbreviation of muscles. AA, anterior adductor; aIO, anterior internal oblique; aO, anterior oblique; L + IO, composite "lateral and internal oblique"; mIO, median internal oblique; PA, posterior adductor; pIO, posterior internal oblique; PL, perimial body line.

Fig. 2. Faces dorsale et ventrale du corps de *Lingula dregeri*. **A**: Arrangement de la musculature et disposition des deux canaux antérieurs du manteau (uniquement sur la face ventrale) d'un exemplaire (du Serravallien de Salles). **B**: Variabilité de chaque muscle pour l'ensemble des exemplaires étudiés, incluant des données antérieures [16]. **C**: Vue interne de la région umbonale d'une valve dorsale et vue de profil. Abréviations des muscles. AA, adducteur antérieur; aIO, interne oblique antérieur; aO, antérieur oblique; L + IO, composite « latéraux et internes obliques »; mIO, interne oblique médian; PA, adducteur postérieur; pIO, interne oblique postérieur; PL, ligne périmiale.



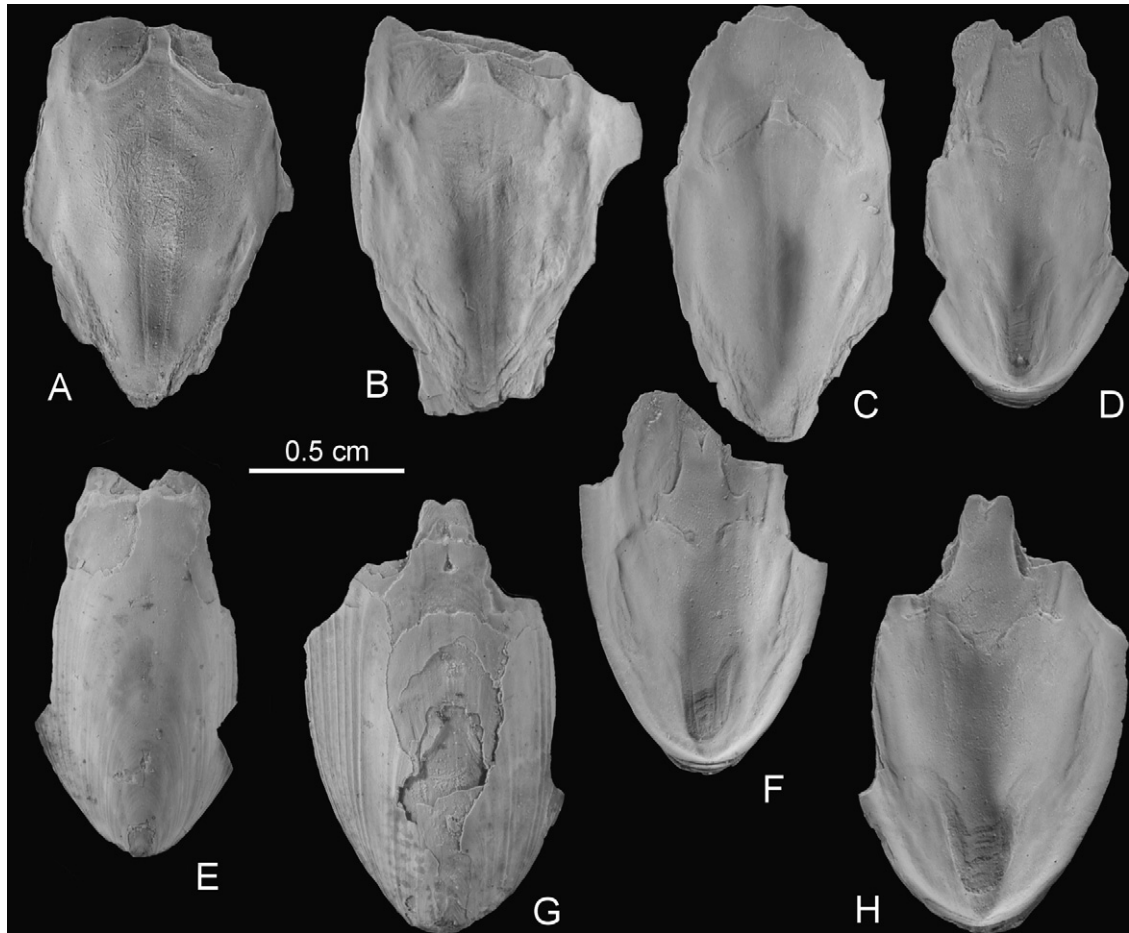


Fig. 3. Valves of *Lingula dregeri*, Serravallian from Salles, southwestern France. **A, B, C**: internal face of ventral valves; **D** and **E**: internal and external faces of a dorsal valve, with well-preserved umbonal area; **F**: internal face of a dorsal valve, with well-preserved umbonal area; **G** and **H**: external and internal faces of a dorsal valve. (University of Bordeaux-1, typotheque collection numbers 1.15.5 to 1.15.10.).

Fig. 3. Valves de *Lingula dregeri* du Serravallien de Salles, Sud-Ouest de la France. **A, B, C**: faces internes de valves ventrales; **D** et **E**: faces interne et externe d'une valve dorsale, avec la région umbonale bien préservée; **F**: face interne d'une valve dorsale, avec la région umbonale bien préservée; **G** et **H**: faces externe et interne d'une valve dorsale. (Typothèque de l'université Bordeaux-1, figurés n<sup>os</sup> 1.15.5 à 1.15.10.).

considered as a common feature in the superfamily Linguloidea since the Cambrian [3,15–17].

The umbonal region was not seen, for it was broken in all specimens.

The perimial line is well marked (Figs. 2 and 3); the median internal oblique muscle scar and the anterior internal oblique muscle scar are well developed. This latter muscle with the posterior internal oblique one extends between the anterior oblique scar and the posterior adductor muscle (Fig. 2), as in some other lingulide species, i.e., *Lingularia similis* Biernat & Emig, 1993, *Glottidia albida* (Hinds, 1841), *Dignomia munterii* (d'Orbigny, 1842), but in no other species of *Lingula* (see [3,10,17]).

The scar of the posterior adductor muscle is rounded as in *Lingula* and *Glottidia*, whose fossil taxa seem to

have a larger scar than living ones. In the other lingulide taxa, i.e., *Lingularia* and *Dignomia*, the scar of this muscle is heart-like in outline [3,17].

#### 4.2.2. Dorsal valve and body area

The umbonal region is rounded, with a weak triangular beak (Fig. 2C). The perimial line is well marked. From the partly visible scar of a main mantle canal in two dorsal valves, the shape of the main anterior mantle canals appears strongly curved as in *Lingula rostrum* (Shaw, 1798), *L. reevii* Davidson, 1880 and *L. tumidula* Reeve, 1841 [15]. The muscle arrangement on the dorsal side (Figs. 2 and 3) is similar to that of *L. tumidula* (see also [16]). The scar of the posterior adductor muscle is rounded and larger than on the ventral side, a feature that occurs also in some species of *Glottidia*. In Fig. 2,

the observations on the dorsal valves reported by Emig and Bitner [16] have been added to those obtained in the frame of the present study.

## 5. Discussion

*Lingula dregeri* was originally described as *L. suessi* Dreger, 1889 [7] from the Vienna Basin (Fig. 1). As the species name *suessi* was preoccupied by an Upper Triassic species of the same genus, Andreae [1] proposed replacing the name *suessi* by *dregeri*. The original description of *Lingula dregeri* was very general [7]. *Lingula* was reported later from several localities in the Middle Miocene deposits of the Central Paratethys [2,19–22], but also attributed to other species. Re-examination of the material [16] led to the conclusion that all the lingulide specimens that occur in the Miocene of this area are *Lingula dregeri*.

The lingulides from Cagliari (Sardinia, Italy; Middle Miocene) were assigned to *Lingula cf. dregeri* [8], but this identification remains questionable, because of poor description and illustrations [16]. However, it is the only known occurrence of Miocene lingulides in the Mediterranean province.

The occurrence of *Lingula dregeri* in the Aquitaine Basin, southwestern France, extends the geographical distribution of the species to the Atlantic Province. This distribution of *L. dregeri* clearly indicates the existence of connections between the Paratethys, the Mediterranean and the Atlantic domains during the Middle Miocene. This view is supported by the presence of the articulated brachiopod species *Cryptopora lovisati* (Dreger, 1911), in all three provinces [4]. There are a number of other taxa common to this large bioprovince, among which gastropods, bivalves and cephalopods, scleractinian corals [6], foraminifera, etc.

## Acknowledgements

We are deeply grateful to Mrs N. Mémoire, curator of the Natural History Museum of Bordeaux, who allowed us to study the specimens, and we thank Nestor J. Sander (USA) for the language improvement and comments on the earlier draft.

## References

- [1] A. Andreae, Die Brachiopoden des Rhät von Malsch, Mitt. Großherzog. Badischen Geol. Landesanst. 3 (1893) 11–17.
- [2] W. Barczyk, E. Popiel-Barczyk, Brachiopods from the Korytnica Basin (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Poland), Acta Geol. Pol. 27 (1977) 157–167.
- [3] G. Biernat, C.C. Emig, Anatomical distinctions of the Mesozoic lingulide brachiopods, Acta Palaeontol. Pol. 38 (2004) 1–20.
- [4] M.A. Bitner, B. Cahuzac, The genus *Cryptopora* (Brachiopoda) from the Miocene of France and its history and biogeography, Geobios 37 (1) (2004) 1–12.
- [5] B. Cahuzac, A. Poignant, Foraminifères benthiques et microproblematica du Serravallien d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France), Geol. Fr. 3 (1996) 35–55.
- [6] C. Chaix, B. Cahuzac, Les faunes de Scléractiniaires dans les faluns du Miocène moyen d'Atlantique-Est (bassins de la Loire et d'Aquitaine) : paléobiogéographie et évolution climatique, Ann. Paleontol. 91 (1) (2005) 33–72.
- [7] J. Dreger, Die tertiären Brachiopoden des Wiener Beckens, Beitr. Paläont. Österreich-Ungarns 7 (1889) 179–192.
- [8] J. Dreger, Miozäne Brachiopoden aus Sardinien, Verhandl. kaiserlich-königl. Geol. Reichsanst. 6 (1911) 131–138.
- [9] O. Ducasse, B. Cahuzac, Les ostracodes indicateurs des paléoenvironnements au Miocène moyen (Serravallien) en Aquitaine (Sud-Ouest de la France), Rev. Micropaleontol. 40 (2) (1997) 141–166.
- [10] C.C. Emig, Taxonomie du genre *Lingula* (Brachiopodes, Inarticulés), Bull. Mus. Nat. Hist. nat. Paris (4) 4 (Section A) (3/4) (1982) 337–367.
- [11] C.C. Emig, Conditions de fossilisation du genre *Lingula* (Brachiopoda) et implications paléocéologiques, Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 53 (1986) 245–253.
- [12] C.C. Emig, Examples of post-mortality alteration in Recent brachiopod shells and (paleo)ecological consequences, Mar. Biol. 104 (1990) 233–238.
- [13] C.C. Emig, Ecology of inarticulated brachiopods, in: R.L. Kaesler (Ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H, Brachiopoda revised, Geological Society of America, Boulder and University of Kansas Press, Lawrence, 1997, vol. 1, pp. 471–495.
- [14] C.C. Emig, Biogeography of inarticulated brachiopods, in: R.L. Kaesler (Ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H, Brachiopoda revised, Geological Society of America, Boulder and University of Kansas Press, Lawrence, 1997, vol. 1, pp. 497–502.
- [15] C.C. Emig, Proof that *Lingula* (Brachiopoda) is not a living fossil, and emended diagnoses of the Family Lingulida, Carnets Géol./Notebooks Geol. Lett. (2003/01) (CG2003.L01\_CCE) (2003) (8 p., 7 fig., 1 tabl.).
- [16] C.C. Emig, M.A. Bitner, The brachiopod *Lingula* in the Middle Miocene of the Central Paratethys, Acta Palaeontol. Pol. 50 (1) (2005) 181–184.
- [17] C.C. Emig, Z. Herrera, *Dignomia munsterii* (Brachiopoda, Lingulata) from the Ordovician of Bolivia, with redescription of the genus, Geodiversitas 28 (2) (2006) 227–237.
- [18] M. Folliot, C. Pujol, B. Cahuzac, J. Alvinerie, Nouvelles données sur le Miocène moyen marin (« Sallomacien ») de Gironde (Bassin d'Aquitaine-France). Approche des paléoenvironnements, Ciênc. Terra (UNL), Lisboa, 12 (1993) 117–131.
- [19] W. Friedberg, Les brachiopodes miocènes de la Podolie occidentale, Prace Nauk. Uniwersytetu Poznańskiego, Sekcja Matematyczno-Przyrodnicza 2 (1921) 1–20 (in Polish).
- [20] I. Meznerics, Die Brachiopoden des ungarischen Tertiärs, Ann. Hist.-Nat. Mus. Nat. Hung. 36 (1943) 10–60.
- [21] E. Popiel-Barczyk, W. Barczyk, Middle Miocene (Badenian) brachiopods from the southern slopes of the Holy Cross Mountains, Central Poland, Acta Geol. Pol. 40 (1990) 159–181.
- [22] P.H. Schmid, M. Harzhauser, A. Kroh, Hypoxic events on a Middle Miocene carbonate platform of the Central Paratethys (Austria, Badenian, 14 Ma), Ann. Naturhist. Mus. Wien 102A (2001) 1–50.