
Ferrantia

36

Paléontologie au Luxembourg

S. Guérin-Franiatte (éditeur)

Luxembourg 2003

Table des matières

Delsate, Steur, Schneider, Thuy:

Preliminary report of Lower to Middle Emsian (Lower Devonian) flora and fauna from Consthum and Merkholtz (Grand Duchy of Luxembourg) with Porolepid (Sarcopterygii) and Heterostracan Fish remains.

	9
Summary	9
1. Introduction	9
2. Grand Duchy of Luxembourg Devonian Stratigraphy	10
2.1. Consthum quarry (E1b) : location and geological settings (Plate 1, fig. 1)	10
2.2. Merkholtz south-east quarry (E1b-E2 ?) : location and geological settings (Plate 1, fig. 1)	10
2.3. New palynological data	11
3. Systematic palaeontology	12
3.1. Consthum quarry	12
3.2. Merkholtz quarry	16
4. Palaeogeography and palaeoenvironment	17
5. Conclusion	18
6. Thanks	18
7. Bibliography	26

Delsate, Smet, Wille:

New ichthyoliths from the Lower Carboniferous of Belgium

	29
Summary	29
1. Introduction	29
2. Systematic Palaeontology	30
3. Remark	31
4. Acknowledgements	32
5. Bibliography	37

Delsate:

New Lepidosaur record (Reptilia) from the Upper Triassic of the Belgian Province of Luxembourg.

	39
Summary	39
Introduction	39
New material	39
Description	39
Discussion	40
Other regional occurrences of possible non sphenodontid lepidosauromorphs	40
Conclusion	41
Bibliography	43

Colbach, Guérin-Franiatte, Maquil:

Nouvelles données paléontologiques dans l'Hettangien du Plateau de Burmerange (Grand-Duché de Luxembourg)

	45
Résumé	45
Introduction : l'affleurement	45
Le Lias inférieur sur le Plateau de Burmerange	46
Les ammonites de Markusbiert	46
Interprétation biostratigraphique	48
Conclusions	49
Références bibliographiques	51

Colbach, Guérin-Franiatte, Maquil:	
Un remarquable site fossilifère dans le Sinémurien inférieur de Bertrange (Grand-Duché de Luxembourg)	53
Résumé	53
Introduction : l’affleurement	53
La série lithologique. Le cadre stratigraphique	53
Les ammonites de Bertrange	56
Position biostratigraphique du site	58
Le paléoenvironnement	59
Conclusions	62
Références bibliographiques	63
Guérin-Franiatte:	
Biostratigraphie dans le Lias du Grand-Duché de Luxembourg : le sondage de Capellen	65
Résumé	65
Introduction	65
Le profil Haebicht : la série biostratigraphique	65
1. Le « Grès de Luxembourg »	68
2. Les « Marnes et calcaires de Strassen »	69
3. L’épaisse série marneuse centrale	70
4. Le complexe argileux supérieur	71
Conclusions	72
Résultats biostratigraphiques	72
Intérêt paléontologique	73
Données paléobiogéographiques	73
Remerciements	74
Références	76
Thuy:	
Les échinides du Bajocien de Rumelange (Grand-Duché de Luxembourg)	79
Summary	79
Résumé	79
Géologie-Stratigraphie	80
Terminologie-Méthodes	80
Résultats	81
Les Cidaris	85
Subclasse des Cidaroidea Claus, 1880	86
Ordre des Rhabdocidaroida Vadet, 1999	86
Famille des Polycidaridae Vadet, 1988	86
Genre Polycidaris Quenstedt, 1858	86
Polycidaris horrida (Mérian in Agassiz, 1840)	87
Ordre des Roseicidaroida Vadet, 1991	88
Famille des Roseicidaridae Vadet, 1991	88
Genre Caenocidaris Thiéry, 1928	88
Caenocidaris cucumifera (Agassiz, 1840)	89
Ordre des Cidaroida Claus, 1880	90
Famille des Nenoticidaridae Vadet, 1988	90
Genre Nenoticidaris Vadet, 1988	90
Nenoticidaris zschokkei (Cotteau, 1875)	90
Les Non-Cidaris	92

Subclasse des Euechinoidea Bronn, 1860	92
Infraclasse des Echinothurioidea Claus, 1880	92
Ordre des Echinothurioidea Claus, 1880	92
Famille des Pelanechinidae Groom, 1887	92
Genre Pseudopedina Cotteau, 1858	92
Pseudopedina divionensis (Michelin, 1854)	93
Famille des Heterocidaridae Mortensen, 1934	94
Genre Heterocidaris Cotteau, 1860	94
Heterocidaris trigeri Cotteau, 1860	94
Infraclasse des Acroechinoidea Smith, 1981	95
Cohorte des Diadematacea Duncan, 1889	95
Famille des Pedinidae Pomel, 1883	96
Genre Pedina Agassiz, 1838	96
Pedina sublaevis Agassiz, 1840	97
Genre : Hemipedina Wright, 1855	101
Hemipedina ferryi Cotteau, 1860	101
Hemipedina woodwardi Wright, 1855	103
Cohorte des Echinacea Claus, 1876	103
Superordre des Stirodonta Jackson, 1912	104
Ordre des Phymosomatoida Mortensen, 1904	104
Famille des Diploporidae Smith & Wright, 1993	104
Genre Trochotiara Lambert, 1901	104
Trochotiara depressa (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847)	104
Ordre des Stomechinoidea Vadet, 1999	109
Famille des Stomechinidae Pomel, 1883	109
Genre Psephechinus Pomel, 1883	109
Psephechinus germinans (Phillips, 1829)	109
Les irréguliers	110
Cohorte des Irregularia Latreille, 1825	110
Superordre des Eognathostomata Smith, 1984	110
Ordre des Holecypoida Duncan, 1889	110
Genre Philolectypus Vadet, 1997	110
Philolectypus leuthardti (Lambert 1926)	110
Superordre des Atelostomata Zittel, 1879	111
Ordre des Disasteroidea Mintz, 1968	111
Famille des Menopygidae Lambert, 1911	111
Genre Menopygus Pomel, 1883	111
Menopygus nodoti (Cotteau, 1859)	111
Genre Aulacopygus Pomel, 1839	113
Aulacopygus caudatus (Wright, 1852)	113
Résultats statistiques	115
Bibliographie	123

Preliminary report of Lower to Middle Emsian (Lower Devonian) flora and fauna from Consthum and Merkholtz (Grand Duchy of Luxembourg) with Porolepid (Sarcopterygii) and Heterostracan Fish remains *

Dominique Delsate

Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, Section Paléontologie
25, rue Münster, L-2160 Luxembourg-Grund

Hans Steur

15, Laan van Avegoor, NL-6955 BD Ellecom, The Netherlands

Marcel Schneider

Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, Section Paléontologie
25, rue Münster, L-2160 Luxembourg-Grund

Ben Thuy

44, Rue des Champs, L-7312 Steinsel

Summary :

Lower Devonian vertebrate's remains were found from two near localities, together with abundant plants (Pteridophyta) and invertebrate's material. Porolepid scales are clearly identified, and a shield fragment is attributable to a heterostracan agnatha. The plants identification remains tentative because association of sporangia with axes is lacking. The bivalvia have poor biostratigraphic worth; other invertebrates are fragmentary.

1. Introduction

A first field trip (2001) in the quarry at Consthum (E1b of the geological map, attributed to the Lower Emsian), mainly for mineralogical researches (Dr S. Philippo and M. Schneider, MnhnL), yielded various plant remains and bivalvia. Further preparation revealed the presence of fish centimetric scales. As these fish remains are older than the Upper Emsian placoderms fragments (Lellingen and Hosingen) known until now as the older Luxembourg vertebrates, a more detailed exploration

began in March 2002, with the aim of collecting more complete fossils.

Abundant plant remains and a fish plate fragment (most probably an agnatha) were also recovered from nearby rocks (may be slightly younger) at the Merkholtz quarry. Similar regional finds are summarized.

**Résultats d'un projet de recherche réalisé par le Centre de recherche du Musée national d'histoire naturelle à Luxembourg.*

Results of a research project conducted by the research centre of the National Museum of Natural History in Luxembourg

Upper Devonian	Famennian Frasnian
Middle Devonian	Givetian Eifelian (=~Couvinian)
Lower Devonian	Emsian Praguian (=~Siegenian=~Coblencian) Lochkovian (=~Gedinnian)

Fig. 1 : Devonian stratigraphy

2. Grand Duchy of Luxembourg Devonian Stratigraphy

The Schuttbourg Quartzophyllades E1b (dark-coloured schist and quartzite) are traditionally attributed (Lucius 1950) to the Lower Emsian; they are equivalent *pro parte* to the Quartzophyllades and Sandstone of Vireux, in the Dinant Basin (B). They overlie the E1a Stolzembourg Schists (dark grey or blue-grey schist with interbedded quartzite layers), and are covered by the Clervaux Schists E2 (red or variegated schists with quartzite layers) attributed to the Middle Emsian. The overlying Wiltz Formation (E3), dated Upper Emsian, yielded the Arthrodira reported by Delsate 1997 and Blicek *et al.* 1998.

Unfortunately, E1b quartzophyllades lithology and the abundant vegetal remains make the explored sediments bad candidates for a conodont essay, which will nevertheless be tried. No trilobite has been found in the explored quarries, till now. Ostracods are rare and poorly preserved.

2.1. Consthum quarry (E1b) : location and geological settings (Plate 1, fig. 1)

The « Rinnen » Quarry at Consthum is located in the Schuttbourg Quartzophyllade "E1b", dark quartzeous sandstones and micaceous quartzo-

phyllades, with graphites, quartzites, quartz crystallisations and geodes between phyllades beds. Some ripple marks levels are present all over the outcrop, indicating neritic or shallower facies.

Most of the beds are subvertical (Plate 1, fig. 2), but near the top of the quarry some are oblique to these subverticals beds. Approximately north-south shear zone faults are observed along the graphite concentration joints (friction metamorphism, about 120-130°), allowing quartz recrystallisation.

2.2. Merkholtz south-east quarry (E1b-E2 ?) : location and geological settings (Plate 1, fig. 1)

A group of ancient quarries borders the Wiltz river, some km S-W of Lellingen (see Delsate 1997). The quartzophyllade beds are also subvertical. The south-east quarry yielded the material described in this paper. A 30 cm thick violaceous bank yielded rather abundant material. The quarries are also topologically and lithologically set in the Schuttbourg Quartzophyllades E1b, traditionally dated as Lower Emsian, although the palynological attribution (Stemans *et al.* 2000) indicates a Middle Emsian age, classically attributed to the overlying Clervaux Formation. The sample 11 of Stemans *et al.* 2000 from Merkholtz (south-east) quarry yielded the miospores *Acinosporites lindlarensis*, *Apiculiretusispora plicata*, *Dictyotriletes subgranifer*, *Dibolisporites wetteldorfensis*, *Emphanis-*

porites annulatus, *E. rotatus*, *Streelispota newportensis*, *Verrucosiporites polygonalis*, an assemblage attributed to the Middle Emsian rather than to the Lower Emsian .

2.3. New palynological data

P. Steemans (ULg) performed new tests on 3 samples from the 2 localities: Consthum level with *Porolepis* scales (eastern part of the quarry), Consthum level with specimen EIB153, about 100 m NW of the *Porolepis* scales point, and Merkholtz level with *Drepanaspis*. The spores in the 3 samples are rather similar, with the stratigraphically important: *Acinosporites lindlarensis* Riegel 1968, *Apiculiretusispora brandtii* Streele 1964, *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) Richardson 1965 emend. McGregor 1973, *Dibolisporites wetteldorfensis* Lanninger 1968, *Emphanisporites zavallatus* Richardson *et al.* 1982 var. *nodosus* Steemans 1989, *Rhabdosporites minutus* Tiwari & Schaarschmidt 1975.

Such a miospores assembly is typical of the Emsian. The presence of *R. minutus* and *A. lindlarensis* leads to estimate that the 3 samples belong at least to the interval biozone "Min" of the

"FD" assembly biozone (Fig. 2). In the absence of more recent taxa, the levels could be attributed to this "Min" biozone. However, the palynomorphs are poorly preserved, and their biodiversity is low (most of the species are simple forms of poor stratigraphical indicators like *Retusotriletes*, *Apiculiretusispora*). This prevents to completely exclude a somewhat younger age (Biozone "AP") of the samples, which however would not reach the top of the Emsian, when very particular forms appear, like *Hystricosporites* and *Ancyrospora*, not observed here. In the *Porolepis* Consthum sample, a very badly preserved spore might be attributed to *Acinosporites apiculatus* (Streele) Streele 1967, attributing its level to the overlying "AP" biozone, of which this species characterizes the base.

These new observations confirm the Steemans *et al.* 2000 conclusions, on a sample taken some 10 m west of the *Drepanaspis* level of Merkholtz. The age is approximatively attributed to the Middle to Upper parts of the Emsian, without reaching its top. However, it must be noticed that the spores biozones have not been calibrated as Lower, Middle or Upper Emsian. Moreover, palynologists formerly considered the appearance of *Emphanisporites annulatus*, as the base of the Emsian, in the

Biozones		Âges	
AP	Vel	Eifélien	
	Pro		
	Cor		sup?
FD	Min	Emsien	
	Pra		moy?
	Fov		
AB			inf?
PoW	Su	Praguïen	
	Pa		
	Po		
	W		

Fig. 2 : Biozones from the Pragian to the Eifelian, after Streele *et al.* 1987 and 2000

AB biozone, but in a recent paper Streel *et al.* 2000 consider now that the Emsian base would be nearer to the Su biozone base than to the AB biozone.

3. Systematic palaeontology

3.1. Consthum quarry

3.1.1. Palaeobotany

Many Lower Devonian plants are known from the Rhineland (Germany), for example in Kremer 1980, von Koenigswald & Meyer 1994, Schweitzer 1987, 1990, 1994, but Asselberghs 1913 already reported plant remains from the Schuttbourg Quartzophyllade (E1b) at the Schuttbourg Castle (between Consthum and Merkholtz) in Luxembourg.

Palynology

The palynological study of nearby sediments (Stemans *et al.* 2000) indicates continental or nearshore marine environment.

Palaeoflora

The remains of several different plant species (all Pteridophyta) have been found during the field trip. Most of the found axes are smooth. Relatively few have leaves or spines. The difference between leaves and spines is exposed for example in Gerienne 1992. Identification is in most cases impossible at this moment because of the lack of attached sporangia. Specimens as EIB153 (Plate 2, fig.1) with axes with coiled tips are promising, but further collecting is necessary. We follow the classification of Kenrick and Crane 1997, or the one of Benton 1993, when the first one is not applicable.

Division Tracheophyta
Subdivision Pteridophyta

Infradivision Lycophytina Kenrick & Crane, 1997
Class Lycopsida Scott 1909

Order Drepanophycales Pichi-Sermolli, 1958
Family Drepanophycaceae Kräusel and
Weyland, 1949

Drepanophycus spinaeformis Göppert, 1852

EIB150 (Plate 2, fig. 2)

Some specimens have stems with leaf cushions and broad based pointed leaves. EIB150 (Plate 2, fig. 2) shows leaf-like emergences with a rather broad basis; more of less clear leaf bases are present on the stem.

Discussion

The main stems of *Drepanophycus spinaeformis* can be very robust (up to 4 cm in diameter), but they produce much smaller branches. The thorn-like emergences are leaves because they have a vascular strand. They reach 2 cm long and they are often curved. Small pits in the stem indicate where the spines were attached. The difference between leaves and spines is that an internal structure (vascularisation) of the stem continues in the leaf, whereas spines are outgrowths of the epidermis of the stem. The presence of the species in the Consthum quarry must be confirmed by further collecting. *Drepanophycus spinaeformis* is known from the Gedinnian up to the Emsian.

Other axes with spines or spiny emergences:
Genus incertae sedis *Psilophytites* Hoëg, 1952

Psilophytites sp.

The nature of other axes with spines in the Consthum quarry could not be ascertained yet. They look like the Zosterophyllopsida *Sawdonia ornata*, but lateral sporangia have not been found. The axes figured in Plate 2, fig. 3 (EIB149) show many small pits and some narrow based spines. Spiny axes from another place in the quarry can be seen in Plate 3, fig. 1 (EIB157). They also have narrow bases. EIB149 and EIB157 are provisionally attributed to the form genus *Psilophytites* sp., revised by Gerienne 1992. On the same slab, smooth axes occur as well as robust axes with leaf-like structures reminding *Drepanophycus spinaeformis* (upper

right on the photo).

Subdivision Pteridophyta
Class Trimerophytosida Banks, 1975
(paraphyletic)
Order Trimerophytales Banks, 1975
Family Trimerophytaceae Banks, 1975

Dawsonites arcuatus Hall, 1916

EIB156 (Pl. 3, fig. 2), EIB154 (Plate 3, fig. 3)

The specimen EIB156 (Plate 3, fig. 2) is *Psilophyton*-like, but the specimen EIB154 (detached clusters, Plate 3, fig. 3) might well be the part of a different genus of plant. The artificial name *Dawsonites arcuatus* is used for this kind of isolated clusters of pendant, fusiform sporangia, probably of trimerophytic plants of which further identification is not possible in the absence of vegetative parts.

Pteridophyta
Class Rhyniopsida Banks, 1975

? *Stockmansella langii* (Stockmans) Fairon-Demaret, 1986

EIB155 (Pl. 4, fig. 2)

EIB155 (Plate 4, fig. 2) is a rather wide axis (up to 1 cm) with a faint indication of a xylem strand, with one bifurcation; it might be identified as *Stockmansella langii*.

Discussion

Stockmansella langii (syn. *Taeniochrada langii*) has ribbon-like axes with a narrow central strand (up to 0.9 mm). The width of the axes is mostly between 2 and 8 mm, but can reach up to 15 mm. The fossil axes often show a characteristic folding and longitudinal wrinkling. The sporangia (not found yet in Consthum) are fusiform and laterally attached.

Indeterminate specimens

Isolated sporangia are present on some specimens. They might belong to the Trimerophytaceae genus *Psilophyton*, but further investigation is needed.

Two specimens with coiled tips have been found

(EIB153: Plate 2, fig. 1 and EIB160, not figured). As no sporangia occur at these pieces of rock, identification of the fossil is not possible. They might belong to the class Zosterophylloids because coiled tips are the most common in this class.

Taeniochrada-like plant fossils have been found at a large slab of rock in the lower part of the quarry (EIB127: Plate 4, fig. 1). The flattened stems with median crest agree with the description of the form-genus *Taeniochrada*: long ribbon-like axes, flat with a clear midrib (the remainder of the central strand). The axes of this plant are often abundant, forming a mat of compressed plant remains. *Taeniochrada* is not a natural genus, and can belong to various plant groups; it is *ipso facto* impossible to find sporangia of *Taeniochrada*.

An enigmatic fossil is shown in Plate 4, fig. 3 (EIB152). Smooth axes are accompanied by very long threadlike axes, evoking roots of plants in a watery environment.

3.1.2. Palaeofauna

Bivalvia

EIB119-124 + EIB131

Asselberghs 1913 reported many bivalves genera from the Schuttbourg Quartzophyllades at the Schuttbourg Castle: *Pterinea*, *Avicula* (= *Lepitodesma*), *Limoptera*, *Aviculopecten* (most probably *Pseudaviculopecten*), *Gosseletia*, *Ctenodonta* (possibly *Palaeoneilo*), *Myophoria* (probably *Eoschizodus*), *Prosocoelus*, *Palaeosolen*, *Grammysia*, etc. together with the trilobites *Homalonotus armatus* and *Homalonotus crassicauda*, attributed to the Lower Emsian E1. Most of these generic attributions need a systematic revision. Pr Dr Michael Amler (Marburg) kindly provided a preliminary identification of our bivalves material (classification after Amler 1999 and Amler et al. 2000); unfortunately, there is no recent useful biostratigraphic scale of early Devonian bivalves:

Subclass Pteriomorphia Beurlen, 1944

Superorder Isofilibranchia Iredale, 1939
vel

Subclass Heteroconchia Hertwig, 1895
 Superorder Palaeoheterodonta Newell, 1965
 Order Modiomorphoidea Newell, 1969
 Family Modiomorphidae Miller, 1877
 (= Modiolopsidae Fischer, 1887)
 Genus *Goniophora* Phillips, 1848

Goniophora sp

Pl. 7, fig. 4

EIB119-120 (5-6 cm long axis) is the external surface mould of a *Goniophora* sp. Other *Goniophora* specimens (Plate 7, fig. 4) and another member of the Modiomorphidae, possibly *Modiolopsis* sp., are present on slab EIB131, with an interesting undetermined bivalve, byssally attached to plant material and needing further study. The pluricentimetric *Goniophora* are frequent in the upper level of the quarry. Modiomorphidae were abundant in Early Devonian high energy shallow water environments, but also in other facies.

Subclass Heteroconchia Hertwig, 1895
 Superorder Heterodonta Neumayr, 1883
 Order Veneroidea Adams and Adams, 1856
 Superfamily Crassatelloidea Ferussac, 1822
 Family Cardiniidae Zittel, 1881
 Genus *Cypricardinia* Hall, 1859

Cypricardinia sp.

The pericentimetric EIB121 and 2 specimens on slab EIB123 are probably *Cypricardinia* sp., but the hinge would be necessary for further determination. Note that Cox *et al.* 1969 include *Cypricardinia* in the Cardiniidae, but that Skelton and Benton 1993 exclude them from the family. This small bivalve was supposed to live in the sediment (= semi-infaunal).

Subclass Pteriomorphia Beurlen, 1944
 Superorder Eupteriomorphia Boss, 1982
 Order Pterioidea Newell, 1965
 Superfamily Pterioidea Gray, 1847

Genus *Leptodesma* Hall, 1883

Leptodesma concentrica (Roemer)

EIB122 (3 cm long axis) is most probably *Leptodesma concentrica* (Roemer) which is supposed to be a synonym of *Leptodesma pseudolaevius* (Oehlert).

Superorder Prionodonta McNeill, 1937
 Order Arcoida Stoliczka, 1871
 Superfamily Arcoidea Lamarck, 1809
 Family Parallelodontidae Dall, 1898
 Genus *Parallelodon* Meek & Worthen, 1866

Parallelodon sp.

The pericentimetric EIB124 and another specimen on slab EIB123 are probably *Parallelodon* sp. based on the relatively broad umbo placed in the anteriormost third of the straight hinge line. The pericentimetric *Parallelodon* and *Cypricardinia* (probably 2 genera often identified as *Grammysia*) are frequent in many levels of the Consthum quarry.

Arthropoda

Rare Emsian Arthropods have been intensively studied by Stormer 1969, Hefter 1972, Dunlop & Poschmann, 1997, Anderson *et al.* 1998 and Dunlop *et al.* 2001, who described scorpions and arachnids, synziphosurine and chasmataspidida chelicerates, mostly from the Rheinisches Schiefergebirge. But sea scorpions (Eurypterids) remains are much more common in the Lower Devonian (see Geys 1991).

Crustacea

Class Ostracoda Latreille, 1802

Some badly preserved specimens show some Leperditellidae affinities.

Phylum Chelicerata Heymons, 1901
 Class Eurypterida Burmeister, 1843
 Suborder Pterygotina Caster & Kjellesvig-Waering, 1964
 Superfamily Pterygotoidea Clarke & Ruedemann, 1912

Family Pterygotidae indet.

Centimetric plates with tubercular ornamentation are attributable to pterygotids (sea scorpions).

Problematica

? Mollusca incertae sedis
Class Tentaculitoidea Ljashenko, 1957
= Criconarida Fisher, 1962
Order Tentaculitida Ljashenko, 1955

Tentaculites sp.

Plurimillimetric elongated cones with annular ornamentation, *Tentaculites* are marine animals. *Tentaculites* was already reported by Asselberghs 1913 from the Schuttbouurg Quartzophyllade.

Ichnofossils

Punctiform or fine oblique parallel sets of ridges tracks are attributed to trilobite's walks, *Diplichnites*, while parallel irregular bars remain indeterminate.

Vertebrata

Osteichthyes Huxley, 1880
Class Sarcopterygii Romer, 1955
Infraclass Rhipidistia Cope, 1889
Order Holoptychiida Andrews, 1967
Family Porolepididae Berg, 1940
Porolepididae Berg, 1940

Porolepis sp.

EIB125: Pl. 5, fig. 1 and 2 a,b

Two scales have been recovered; they are perfectly preserved, and were prepared by Marcel Schneider. The beds yielding these scales are situated at the upper level, at the eastern part of the "Rinnen" quarry.

The bigger one is 7 mm wide x 12 mm high; two adjacent borders are pectinated by ridges; some ridges bifurcate. The shiny surface (cosmine) is punctuated by pores, also present between the borders ridges.

The smaller one, 7 mm x 10 mm, is incomplete, but the punctuations and the sometimes bifurcated ridges of two adjacent borders are present.

Discussion

Emsian vertebrates are limited to Chondrichthyans, the shield covered Agnathan and Placoderms, the tiny lozenge scaled Acanthodians, and early Actinopterygians. Centimetric scales of the Consthum type are much larger than Actinopterygian post-emsian Stegotrachelid *Moythomasia* (see for example Long & Trinajstic, 2000) and Palaeoniscoidea *Orvikuina* (see Bardenheuer, 1997) scales; moreover these two genera usually have lozenge shaped elongated scales with well marked incisions of the posterior border rather than ridges. Actinopterygian *Cheirolepis* scales have a different morphology with irregular shaped ganoin surface. An Acanthodian attribution is discarded, as acanthodian scales have a typical structure with a constriction between the base and the outer part of the scale, and are usually much smaller than the Luxembourg specimens described here.

The dimensions and the pores of the scale surface lead to a Sarcopterygian Porolepid attribution, thus the pectinated border is anterior (see Gross 1966).

Lower Devonian porolepids have been described by Gross 1933a (Pl. 5:15) and Jessen 1965, from Germany (Rheinisches Schiefergebirge : Overath : Upper Siegenian; Ahrtal in Eifel (Ebert), Brexbachtal in Lower Coblencian (Heffer)), and Spitsbergen. Lippert 1939 reports *Porolepis* scales from the Emsian (Clervaux Schists, E2) of Zweifelscheid and Irrhausen (D), near to the Luxembourg border. The first report of the genus dates from the Praguian (Siegenian) of Rhineland (*Porolepis siegenensis* Gross 1936), Spitsbergen (*P. spitsbergensis* Jarvik 1937, *P. elongata* Jarvik 1937, *P. brevis* Jarvik 1937); the last report is *P. posnaniensis* Kade 1858 from the Givetian of Estonia (Meseritz) (see Benton 1993). The genus is known from isolated scales and fragmentary bones (mandible: Gross 1933a: Plate 5: 13). Scales reach 30 mm x 18 mm.

The better known *Holoptychius* (see Gross 1933b) is a porolepid rhipidistian near to *Porolepis*. Note that in the cladistic view, the Tetrapoda are the non-piscine representatives of the monophyletic taxon Sarcopterygians (one of the 2 divisions of the Osteichthyans, near to the Actinopterygians). The polyphyletic « Rhipidistia » are near to the Devonian origin of the Amphibians.

Lellingen and Hosingen Brachythoracid placoderms date from the Upper Emsian, and thus lose their “academic” title of the oldest Luxembourg vertebrates (Delsate 1997, Blicek *et al.* 1998), as already suspected by Prof. Antun (personal communication to D. Delsate) based on Lippert 1939 who reported the presence of *Porolepis* from the Middle Emsian (Clervaux Schists : E2) of Zweifelscheid and Irrhausen (Neuerburg, Rhineland).

3.2. Merkholtz quarry

3.2.1. Palaeobotany

Division Tracheophyta

Subdivision Lycophytina Kenrick & Crane, 1997

Class Lycopsidea Scott, 1909

Order Drepanophycales Pichi-Sermolli, 1958

Family Drepanophycaceae Kräusel and

Weyland, 1949

Drepanophycus spinaeformis Göppert, 1852

EIB158 (Pl. 6, fig. 1), EIB159 (Pl. 6, fig. 2)

The fossils seem better preserved than those of the same species in Consthum.

Leaf cushions are very clear in EIB159 (plate 6, fig. 2). In EIB158 (Plate 6, fig. 1), the leaves are rather well-preserved. They are curved upward, which is characteristic for this plant.

Discussion

Lippert 1939 reports *Drepanophycus spinaeformis* from the Clervaux Schists (E2) of Irrhausen near

Neuerburg (D), not far from the Luxembourg border.

Indeterminate specimens

Long, smooth axes have been found which could not yet be identified.

Taenioocrada-like plant fossils are also present. The flattened stems with median crest are very characteristic. Identification was not possible because of the lack of attached sporangia.

Long and smooth unidentified axes have also been found.

3.2.2. Palaeofauna

Lippert 1939 reported various “*Modiola*” species and pterygotid remains (abdominal segments, etc.) from the Clervaux Schists (E2) of Zweifelscheid and Irrhausen near Neuerburg (D).

Bivalvia

Numerous pericentimetric bivalves, among which *Grammysia*-like specimens, more probably *Cypri-cardinia* or *Parallelodon*.

Arthropoda

Phylum Chelicerata Heymons, 1901

Class Eurypterida Burmeister, 1843

Suborder Pterygotina Caster & Kjellesvig-Waering, 1964

Superfamily Pterygotoidea Clarke & Ruedemann, 1912

Family Pterygotidae indet.

EIB147 a & b (Pl. 7, Fig. 1a,b)

The counterpart of 13 smooth articulated segments are preserved on a 27 mm long distal body part; the proximal plates are small but wide (7 mm), the distal ones are longer but shorter (3 mm). Eurypterid typical body (see Geys 1991: *Paga, Pterygotus*) has about 12 plates, the 7 proximal ones being small and wide, the others longer and

narrower. Many Devonian eurypterids were small to middle size animals (*Pagea* reaches 60 cm), although Lochkovian *Pterygotus* were still giant like the Silurian ones.

Preserved positive material EIB147b in the continuation of this specimen adds some interesting details: 3 segments are longitudinally striated, forming many closely adjacent tubercles (strongly differing from the segment bosses of *Willwerathia*: see Anderson *et al.* 1998). A scorpionid attribution is discarded, because the distal scorpionid plates are much longer than wide (Geys 1991).

EIB148 a & b

A 30 mm plate ornamented by tubercles bears millimetric triangular « thorns » (three are well preserved) on the smoother distal part, and may be attributed to a pterygotid claw fragment.

The counterpart EIB148b of this specimen provides further ornamentation details: triangular or lozenge shaped scales on the main part of the claw.

Ostracoda Latreille, 1802

Some plurimillimetric specimens seem attributable to Aparchitidae and Leperditellidae. Lippert 1939 reported *Leperditia klerfia* Mauz, from the Clervaux Schists (E2) of Zweifelscheid (D).

Vertebrata

- Subphylum Vertebrata Linnaeus, 1758
- Class Pteraspidomorphi Goodrich, 1909
- Subclass Heterostraci Lankester, 1868
- Order Pteraspidiiformes Berg, 1937
- Family Psammosteidae Traquair, 1896

Genus indet.

EIB128 (Pl. 7, fig. 3 a,b)

This 75 x 45 mm preserved plate bears eroded tubercles; it evokes a dorsal or ventral disk fragment of an "Agnatha" Heterostracan Psammosteidae, an identification that should be confirmed and precised by the detailed study of EIB128 by Del-

sate & Blicek (work in progress).

Discussion

Among Psammosteiformes (*sensu* Benton 1993), Drepanaspidae and Guerichosteidae are known from the Emsian. This group is till now unknown in the Luxembourg and Belgium Lower Devonian, but the Psammosteiforme *Drepanaspis* exists in the Praguian-Emsian of Cornwall-Devon (UK) and the species *Drepanaspis lipperti* Gross is reported (orbital, branchial, cornual, ventral, dorsal, median and trunk plates, tail scales) from the Clervaux Schists (Klerfer Schichten, E2) of Zweifelscheid (Rhineland, D) near to the Grand Duchy of Luxembourg, by Lippert 1939, together with the placoderm *Phlyctaenaspis* sp (skull, spinal, postero-ventral, postero-lateral, antero-lateral and trunk plates) and *Porolepis* scales. It must be emphasised that *Phlyctaenaspis* is a synonym of *Phlyctaenius*, which is not considered a coccosteid anymore, and that the *Phlyctaenaspis* reported by Gross 1937 : 22-23 and Lippert 1939: 38 revealed to be an Arthrodire Actinolepina? skull internal mould (Blicek *et al.* 1998). *Drepanaspis gemuendensis* Schlüter is reported from the Lower Devonian of Gemünden in Hunsrück (see Bartels & Brassel, 1990).

It also bears some similarity with a ventral plate of Brachythoraci, possibly Migmatocephala (an alternative attribution would be a cranial plate of Brachythoraci Eubrachythoraci : Phlyctaeniina cfr Holonematidae ?). Antiarcha or Coccosteidae seem less probable (*Coccosteus* is not known in the Lower Devonian), but the Merkholtz discovery reminds the Asselberghs 1913 and Bordet 1939 report of « Coccosteid plates » from the Schuttbouurg Quartzophyllade at the Schuttbouurg castle, bearing in mind that isolated bony plates of placoderm morphology found at the beginning of the last century were often attributed to *Coccosteus*, which was referred to as a model.

4. Palaeogeography and palaeoenvironment

The two sites are situated in the southern border of the Neufchateau-Eifel synclinorium.

Lower Devonian sediments are mostly terrigenous, transgressive on the old eroded cambro-silurian basement. Showing littoral or lagunar facies, they deposited in a shallow sea, forming sandstone-schists sequences, with occasional emersion facies. The zone was a part of the littoral of the « Old Red Sandstone » continent (North America, Groenland and Western Europa). Life existed around lakes and rivers, as low vegetation, often with the feet in water, while the first vertebrates developed in brackish littoral waters (Daoust, 2002). The palynology of E1B and E2 local samples indicates continental or nearshore marine environment, in this case with a very significant influx of freshwater from the continent (Steemans *et al.* 2000). Ripple marks on many beds indicate neritic or shallower facies. *Drepanophycus* is considered to occupy a supratidal biotope, while “*Taeniocrada*” would live in the intertidal zone (von Koenigswald & Meyer, 1994). The presence of bivalves that lived attached to plants is an interesting palaeoecological data.

5. Conclusion

More ancient early fishes, like *Pteraspis*, already swam in the Luxembourg waters, as pteraspid remains (together with the brachiopods *Rhenoselaria crassicoستا*) were found in the Lower Siegenian Bastogne (B) metamorphic quartzites (Antun, 1954), rocks also very locally present in Luxembourg (Schimpach). Anyway, the vertebrates described here add some new data to the knowledge of the regional Lower Devonian faunas, even if their relative rarity makes them rather poor biostratigraphical tools. The plants remains and the invertebrates call for a new look to the Oesling palaeontology, in a co-ordinated study

with the neighbouring German and Belgian districts (Fairol-Demaret 1978, Gerienne 1983, 1992, 1994), but here again precise biostratigraphical indicators are missing.

6. Thanks

Sincere thanks are due to Dr Simon Philippo and M. Alain Faber (Luxembourg, L) for the informations about the regional tectonics, to Dr Hans Peter Schultze (Berlin, D) for the confirmation of the porolepid scale attribution, to Dr Michael Amler (Marburg, D) for kindly accepting the preliminary identification of the Bivalves, Dr Alain Blicq (Lille, F) and Dr Hervé Lelièvre (Paris, F) for discussions about palaeozoic fishes, Dr Muriel Fairol-Demaret (Liège, B) and Dr Philippe Gerienne (Liège, B) for their assistance in the identification of the plant fossils. Dr Paul Antun (Brandenburg, L) drew our attention to the possible presence of fishes remains in Lower and Middle Emsian strata, and provided very valuable literature.

Received 20/10/2002

Plate 1



Fig. 1 : Location of the explored quarries. 007 : Consthum; 008 : Merkholtz
Fig. 2 : Upper level of the Consthum quarry

Plate 2



Fig. 1: Axes with coiled tips. Plant not yet identified. Width of the photo 7 cm. Consthum. MnhnL cat. EIB153.

Fig. 2: Probable *Drepanophycus spinaeformis* from Consthum. Length of the axis 3 cm. MnhnL cat. EIB150.

Fig. 3: *Psilophytites* sp. Spiny axes from Consthum. Height of the photo 8.5 cm. MnhnL cat. EIB149.

Plate 3.

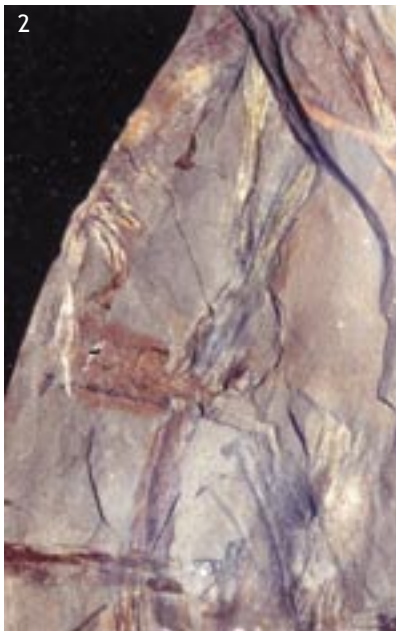
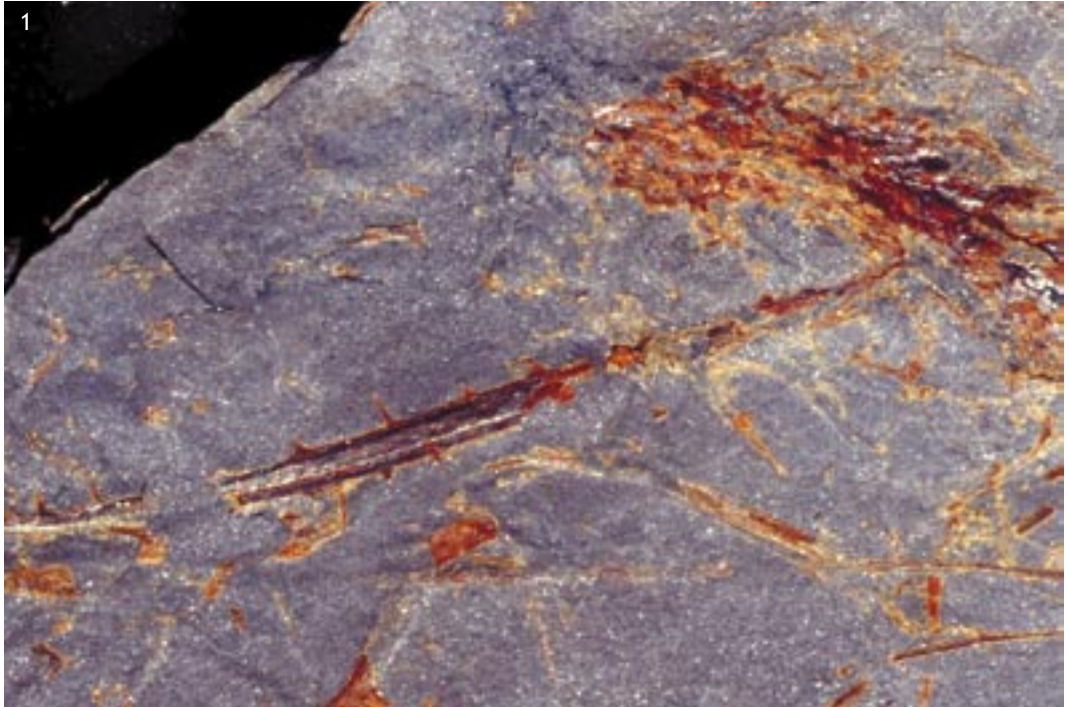


Fig. 1: *Psilophytites* sp. Spiny axis from Consthum. Length of the axis 6 cm. Upper right : a *Drepanophycus*-like plant. MnhnL cat. EIB157.

Fig. 2: *Dawsonites arcuatus* from Consthum. Width of the photo 5 cm. MnhnL cat. EIB156.

Fig. 3: *Dawsonites arcuatus* from Consthum. Width of the photo 5 cm. MnhnL cat. EIB154.

Plate 4



Fig. 1: *Taeniocrada*-like stem with bifurcation from Consthum. Length of the stem 10 cm. MnhnL cat. EIB127.
Fig. 2: ? *Stockmansella langii* from Consthum. Axis with bifurcation on top. Length of the stem 7 cm. MnhnL cat. EIB155.
Fig. 3: Curved axes, some very long and thin. Roots? Width of the photo 10 cm. MnhnL cat. EIB152.

Plate 5

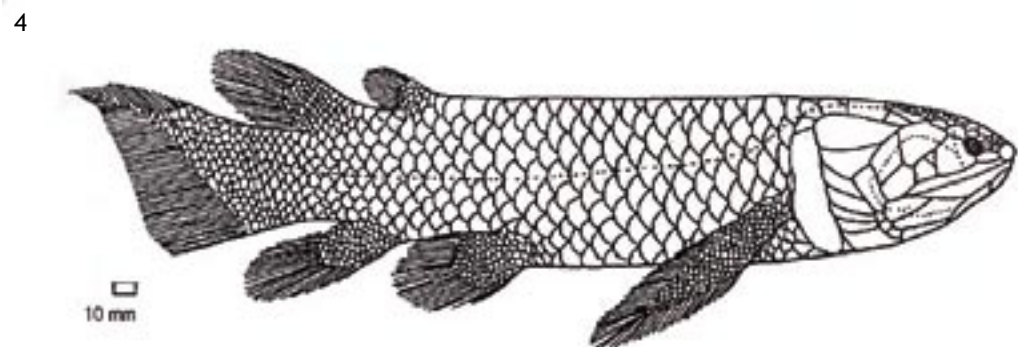
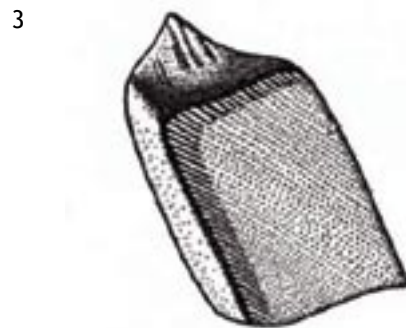


Fig. 1 : *Porolepis* sp., from Consthum, MnhnL cat. N° EIB125a

Fig. 2 a,b : *Porolepis* sp., from Consthum, MnhnL cat. N° EIB125b

Fig. 3 : *Porolepis* scale, after Gross 1966

Fig. 4 : *Holoptychius*, a Holoptychiida Rhipidistian near to *Porolepis*, after Benton 2000.

Plate 6



Fig. 1: *Drepanophycus spinaeformis* from Merkholtz. Length of the axis 4.5 cm. MnhnL cat. EIB158.
Fig. 2: *Drepanophycus spinaeformis* from Merkholtz. Length of the axis 3 cm. MnhnL cat. EIB159.

Plate 7



Fig. 1 a : Pterygotidae indet. from Merkholtz. MnhnL cat. EIB147a.

Fig. 2 : Pterygotid claw fragment from Merkholtz. MnhnL cat. EIB148a.

Fig. 3 a,b : Vertebrate remains (Agnatha Psammosteidae ?) from Merkholtz. MnhnL cat. EIB128.

Fig. 4 : *Goniophora* sp (Bivalvia). From Consthum, on slab MnhnL cat. EIB131.

7. Bibliography

- Amler M.R.W., 1999: Synoptical classification of fossil and Recent Bivalvia. – *Geologica et Palaeontologica* **33**: 237-248; Marburg.
- Amler M.R.W., Fischer, R. & Rogalla, N.S. (2000): Muscheln. – Erben, H.K., Hillmer, G. & Ristedt, H. (Hrsg.): *Haeckel-Bücherei* **5**. – 214 S., 89 Abb.; Stuttgart (Enke im Thieme).
- Anderson L.I., Poschmann, M. & C. Brauckmann, 1998: On the Emsian (Lower Devonian) arthropods of the Rheinisch Slate Mountains: 2. The synziphosurine *Willwerathia*. *Paläontologische Zeitschrift*, **72** (3/4)
- Antun P., 1954 : Gisement de *Rhenorenselaria crassica* (Koch) et *Pteraspis* sp. à Bastogne. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, **77**: 1-2.
- Asselberghs E., 1913 : Contribution à l'étude du Dévonien inférieur du Bassin de l'Eifel et de l'anticlinal de Givonne dans la région sud-est de l'Ardenne belge. En appendice : aperçu général sur le Bassin de l'Eifel entre la Meuse et la Kyll. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, **1** : 1-175.
- Bardenheuer P., 1997 : *Orvikuina*-Schuppen (Palaeoniscoidea) aus der Nohner-Schichten der Eifel (Rheinisches Schiefergebirge, Sötenicher Mulde). *Mainzer Geowiss. Mitt.*, **26** : 185-190.
- Bartels C. & G. Brassel, 1990: Fossilien im Hunsrückschiefer. *Dokumente des Meereslebens im Devon*. *Museum Idar-Oberstein*, **7**, 232 p.
- Benton M., 1993: The fossil record 2. Chapman & Hall, 845 p.
- Benton M., 2000: *Vertebrate Palaeontology*. Blackwell Science, Second edition. 452 p.
- Blieck A., Lelièvre, H., Delsate, D. & J. Godefroit , 1998 : Les plus anciens vertébrés du Grand-Duché de Luxembourg : des Arthrodires Brachythoraci (Placodermi ; Dévonien inférieur). *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des Planètes*, **327** : 203-210.
- Bordet P., 1939 : Note sur la faune de la Grauwacke de Wiltz (Emsien supérieur) dans le Grand-Duché de Luxembourg. *Mém. Soc. Sci. Nancy*, **5**-43.
- Cox L.R., Newell, N.D., Boyd, D.W. et al. (1969, 1971): *Treatise on Invertebrate Palaeontology*. Part N: Mollusca 6 Bivalvia, vols. 1,2 & 3. Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, 952 pp.
- Daoust D., 2002 : Plantes fossiles. Gisements autour de Namur. A.G.A.B Minibul, 1st part : **35** (2) : 1-13 ; 2nd part : A.G.A.B Minibul, **35** (3) : 1-15.
- Delsate D., 1997 : Un Arthrodire Brachythoraci (Placoderme) du Dévonien inférieur (Emsien) de Lellingen (Grand-Duché de Luxembourg). Note préliminaire. In Maubeuge P.L. & D. Delsate : Notes paléontologiques et biostratigraphiques sur le Grand-Duché de Luxembourg et les régions voisines. *Trav. Scient. Mus. Nation. Hist. Nat. Luxembourg*, **27** : 1-15.
- Dunlop J., Poschmann, M., Anderson W. & L.I. Anderson, 2001: On the Emsian (early Devonian) arthropods of the rhenisch slate Mountains: 3. The chasmataspidid *Diploaspis*. *Paläontologische Zeitschrift*, **75** (2): 253-269.
- Dunlop J.A., & M. Poschmann, 1997: On the Emsian (Lower Devonian) arthropods of the Rheinisch Schiefergebirge. 1. *Xenarachna*, an enigmatic arachnid from Willwerath, Germany. *Paläontologische Zeitschrift*, **71** (3/4): 231-236.
- Fairon-Demaret M., 1978: Observations nouvelles sur les axes végétatifs de *Drepanophycus spinaeformis* Göppert de l'Emsien inférieur des « Nouvelles Carrières » de Dave, Belgique. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **26** : 9-20.
- Fairon-Demaret M., 1985: Les plantes fossiles de l'Emsien du Sart Tilman, Belgique. I. *Stockmansia langii* (Stockmans) comb. nov.. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **44** : 243-260.
- Fairon-Demaret M., 1986: *Stockmansella*, a new name for *Stockmansia* Taxon, **35** : 334.
- Gerrienne P., 1983 : Les plantes emsiennes de Marchin (Vallée de Hoyoux, Belgique). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, **106** : 19-35.
- Gerrienne P., 1992 : *Psilophyites gileppensis* nov. sp., une plante épineuse du Dévonien inférieur du Bord Sud du Synclinorium de Verviers (Belgique). *Geobios*, **25** (4) : 439-447.
- Gerrienne P., 1994 : Inventaire des végétaux Eo-dévoniens de Belgique. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, **116** - 1993 (1): 105-117.
- Geys J., 1991 : De Geschiedenis van het Leven. 4. Devon. Publicatie van de Belgische Vereniging voor Paleontologie. 364 p.
- Gross W., 1933a : Die unterdevonischen Fische und Gigantotraken von Overath. *Abh. Preuss. Geol. Landesanstalt, Neue Folge, Heft* **145** : 41-77 + 7 pl., Berlin.
- Gross W., 1933b : Die Fische des baltischen Devons. *Palaeontographica, Abt. A*, **79**, 74 p., 35 taf.
- Gross W., 1936: Beiträge zur Osteologie baltischer und rheinischer Devon-Crossopterygier. *Paläont. Zeitschrift*, **18** : 129-155.
- Gross W., 1937 : Die Wirbeltiere des rheinischen Devons. Teil II, *Abh. Preuss. Geol. Landesanst., Berlin, N.F.*, **176**, 83 p.
- Gross W., 1966: Kleine Schuppenkunde. *N. Jb. Paläont., Abh.* **125** : 29-48.

- Hefter J., 1972 : Neue unbekannte Fossilien aus dem Rheinischen Unterdevon. Der Aufschluss, **11/1972** : 375-377.
- Jarvik E., 1937 : On the species of *Eusthenopteron* found in Russia and the Baltic states. Bull. geol. Inst. Univ. Uppsala, **27** : 63-127.
- Jessen H., 1965 : Die Crossopterygier des Oberen Plattenkalkes (Devon) der Bergisch-Gladbach-Paffrather Mulde (Rheinisches Schiefergebirge) unter Berücksichtigung von amerikanischem und europäischem *Onychodus*-Material. Arkiv for Zoologi, Stockholm (**2**) **18 (14)**: 305-389.
- Kade G., 1858 : Über die devonische Fischreste eines Diluvial Blockes. Abh. D. Progr. Realsch. Meseritz .
- Kenrick P. & P. Crane, 1997: The origin and early diversification of plants: a cladistic study. Smithsonian Institution Press, Washington, 441 p.
- Koenigswald W. von, & W. Meyer, 1994 : Erdgeschichte im Rheinland. Fossilien und Gesteine aus 400 Millionen Jahren. Verlag Dr. F. Pfeil, München, 239 p.
- Kremer B. P., 1980 : Aus dem Wasser aufs Land Pflanzen aus der Devonzeit. Mineralien-Magazin **10/1980** : 450-454.
- Lippert H., 1939 : Geologie der Daleider Mulden-Gruppe. Abh. Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, **445** : 1-66.
- Long & Trinajstic, 2000: Devonian Microvertebrate Faunas of Western Australia. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **223**: 471-485.
- Lucius M., 1950 : Geologie Luxemburgs. Das Oesling. Erläuterungen zu der Geologischen Spezialkarte Luxemburgs. Service Géologique de Luxembourg. Band **VI**. 174 p. + 32 figs.+ 50 photos.
- Schweitzer H.-J., 1987: Introduction to the Plant Bearing Beds and the Flora of the Lower Devonian of the Rhineland. Bonner Palaeobotanische Mitteilungen: **13**.
- Schweitzer H.-J., 1990: Pflanzen erobern das Land. Kleine Senckenberg-Reihe, Nr **18**. Edited by Prof. W. Ziegler, Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, Frankfurt am Main.
- Schweitzer H.-J., 1994 : Die ältesten Pflanzengesellschaften Deutschlands. In : Erdgeschichte im Rheinland. Fossilien und Gesteine aus 400 Millionen Jahren. (Herausgeben von W. v. Koenigswald und W. Meyer). Verlag Dr Friedrich Pfeil, München. Chapter 6 : 57-70.
- Skelton P.W. & M.J. Benton, 1993: Mollusca: Rostroconcha, Scaphopoda and Bivalvia. Chapter 13 (237-263). In: The Fossil Record 2, edited by M.J. Benton. Chapman & Hall.
- Steenmans P., Debbaut, V. & A. Faber, 2000: Preliminary survey of the palynological content of the Lower Devonian in the Oesling, Luxembourg. Bull. Soc. Nat. Lux., **100** : 171-186.
- Streel M. and Loboziak, S., 1987 : Nouvelle datation par miospores du Givétien-Frasnien des sédiments non marins du sondage de Boischot (Bassin de Campine, Belgique). Bull. Soc. belge Géologie, **96**: 99-106.
- Streel M., Loboziak, S., Steemans, P. and Bultynck, P., 2000 : Devonian miospore stratigraphy and correlation with the global stratotype sections and points. In: P. Bultynck (Editor), Subcommittee on Devonian Stratigraphy. Fossil groups important for boundary definition. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt, pp. 9-23.
- Stormer L., 1969: Eurypterids from the Lower Devonian of Willwerath, Eifel. Senckenbergiana lethaea. **50**: 21-35.

New ichthyoliths from the Lower Carboniferous of Belgium*

Dominique Delsate

Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, Section Paléontologie,
25, rue Münster, L-2160 Luxembourg

Frans Smet

11, Speckweg, B-2950 Kapellen

Eric Wille

80, Oude Baan, B-2990 Gooreind-Wuustwezel

Summary

New Tn3b micro-ichthyoliths from Belgium are introduced. *Thrinacodus ferox* teeth are the most striking feature, some tuberculated scales are tentatively attributed to Deltoptychiids dermal plates or Iniopterygian inner mouth denticles.

1. Introduction

The reorganisation of the lithological collection of the MnhnL Luxembourg provided the curiosity of microscopic research of ichthyoliths in the « Petit granit » crinoidic limestones (DD), leading to a close collaboration with FS & EW. New field research in Lower Carboniferous Tn3b (see Mortelmans & Bourguignon, 1954) quarries (mostly « Petit-granit » in Soignies and Chanxhe : Ecaussines Formation), initiated by Eric Wille and Frans Smet, yielded some macroscopic remains, mostly attributable to previously known morphotypes, although heterodontic variations may be present. For example, Stahl 1999 attributed some of the Zangerl determinations to Holocephali; Stahl & Hansen 2000 reviewed ancient attributions, recently gathering isolated teeth of *Sandalodus carbonarius*, *Orthopleuroodus carbonarius*, *Deltodus angularis* in one species : *Deltodus angularis*. Recent collections, in the light of De Koninck 1878, St

John and Worthen 1875, and more recent authors like Zangerl, or Stahl *et al.*, allow a preliminary report of the macroscopic remains, most in the Belgian Royal Institute of Natural History, EW and FS collections :

- Elasmobranchii : ? Symmoriida (Plate 5, fig. 1-3): « *Cladodus* » sp., « *Cladodus* » cf. *springeri*, (*Cladodus* is a nomen dubium : Zangerl) ; *Ctenacanthus* type fin spines
- Paraselachii (see Cuny 2002) : Orodontida : *Orodus* sp. (Plate 4, fig. 2)
- Holocephali (Plate 4, fig. 3): Cochliodontiformes : Cochliodontidae : *Cochliodus* sp., *Deltodus* sp., *Sandalodus* sp.; Cochliodontiformes : Psephodontidae : *Psephodus* cf. *dentatus* ; Cochliodontiformes ? : *Chomatodus* sp., *Lophodus* sp.; Petalodontida : *Petalodus* sp.; Menaspiformes : Deltoptychiidae : *Deltoptychius* sp.; Helodontiformes : *Helodus*

*Résultats d'un projet de recherche réalisé par le Centre de recherche du Musée national d'histoire naturelle à Luxembourg.

Results of a research project conducted by the research centre of the National Museum of Natural History in Luxembourg

sp.; Psammodontiformes : *Psammodus* sp.

New microscopic or submicroscopic material from Soignies is reported here. The physico-chemical process of the sediments (sieving, 10 % Formic or Acetic acid, 10 % Hydrogene peroxyde, d=2,8 Bromoform flotation) proved to be profitable to recover microfauna, providing scales and teeth.

2. Systematic Palaeontology

Conodonta

Pseudopolygnathus multistriatus
Mehl & Thomas, 1947

Pl. 1, fig. 1 a,b

Material : 5 specimens in the MnhnL (QB285 trailer) collection.

Juvenile forms have been recovered. They are typical of the Petit granit.

Class Chondrichthyes Huxley, 1880
Subclass Subterbranchialia Zangerl, 1979
Superorder Iniopterygia Zangerl & Case, 1973
Iniopterygia indet.
vel
Superorder Holocephali Bonaparte, 1832-1841
Order Menaspiformes

Deltoptychiidae ?

Pl. 1, fig. 2 a,b,c, 3

Material : 2 specimens in the EW collection.

Description : The specimen fig. 2 is a 1 mm thick and 1 cm² plate with multiple rows of tubercles radiating from a more elevated one; the specimen fig. 3 is very similar. The plates show entire borders and an unornamented opposite face.

Discussion

Deltoptychiids (Menaspiformes) scales seem a possible attribution, as *Deltoptychius* type teeth are found in the same locality. Deltoptychiids (Patterson 1965) possess a head shield made of fused dermal plates and scales, and the body displays various kinds of dermal plates and scales. The head of *Menaspis* (see Patterson 1968, Stahl 1999: 10,96,97) shows irregularly shaped plates ornamented with tubercles, very similar to the 2 plates under study here. *Menaspis* is restricted to the Upper Permian, but Deltoptychiids are common in the Lower Carboniferous.

Iniopterygian inner mouth plates are an alternative attribution. Zangerl & Case 1973 illustrate inner mouth (roof or floor) plates from *Promexylele* (fig. 34a) and *Iniopteryx* (fig. 67). According to Zangerl 1981 : 43-44, the tubercles are mucous membrane denticles fused at their bases. The common morphology is spidery or stellate, without entire borders, thus differing from our specimen. Nevertheless, the plates on fig 34a and 67 show entire borders. Zangerl & Case 1973 : 53 describe *Iniopteryx* inner mouth plates as more massive in adults. The precise morphologies and positions of these plates remain poorly known, so an attribution of our specimens to the Iniopterygia remains tentative. If confirmed, this would be the first iniopterygian remain out of America.

A placoderm attribution is evoked by the fine tubercles, but many placoderms plates are grooved by sensory lines or sulci, and not centred by an elevated tubercle. Moreover, Placoderms are restricted to the Devonian (Benton 1993).

Chondrichthyes Huxley, 1880
Elasmobranchii Bonaparte, 1838
Petalodontida *vel* Holocephali
Cochliodontiformes ?

Chomatodus cf. *comptus* St-John & Worthen, 1875

Pl. 2, fig. 1-4

Material : one complete tooth (Plate 2), and one isolated crown in the EW collection.

Description : This seems to be an anterior tooth morphotype: the crown is ornamented with folds and tubercles, amazingly evoking *Ptychodus* crowns, the root is high and deeply V shaped. St John and Worthen 1875 (Pl. 10, fig. 20-21) illustrate short robust teeth and large symmetrical ones (19). The specimen differs from *Lisgodus* in St John and Worthen 1875 : 10a :fig. 16-22., with higher and wider crown, and from *Cooleyella* with its more bulky crown with foramina, instead of the deeply incised V shaped (see Ivanov, Duffin *et al.* 1996).

Elasmobranchii Bonaparte, 1838

Euselachii Hay, 1902

Ctenacanthoidea, Zangerl, 1981

Phoebodontidae Williams in Zangerl, 1981

Thrinacodus St John & Worthen, 1875

Thrinacodus *cf. ferox* Turner, 1983

Pl. 3, fig. 1 a,b, Pl. 4, fig. 1, 4

Material : one dozen of teeth in the MnhnL (QB285 trailer), EW, & FS collections.

Description : Hook like perimillimetric crown with 2-3 cusps. The cusps are ornamented by fine ridges. Long (twice as long as wide) lingually expanded flat base, without lingual boss. *Thrinacodus* is abundantly figured by Duffin 1993, Ivanov 1999, Ginter & Ivanov 2000, Derycke *et al.* 1995 a & b. This ubiquitous genus is known from the Devonian (Famennian *Trachycytera* Zone) to the Carboniferous (Serpukhovian *nodosus* Zone) from Europe (UK, France, Germany, Poland), Caucasus, South Urals, Morocco, USA (Illinois, New Mexico), Thailand, South China and Australia (see Ivanov 1996, Ginter & Ivanov 2000). *Thrinacodus* is easily distinguished from *Denaea* by its much elongated root, less numerous and less acute cusps (see Ginter & Ivanov 1996, Ivanov 1999). The genus *Phoebodus* has wider and much less lingually expanded root, with a lingual boss. Some *Thrinacodus* specimens closely resemble *Phoebodus* teeth, but are distinguished by the root which is devoid of button (Ginter, 1990; Ginter & Ivanov, 1995; Ginter & Ivanov, 1996).

Class Osteichthyes Huxley, 1880

Actinopterygii Klein, 1885

Order « Palaeonisciformes »

Family Stegotrachelidae Gardiner, 1963

cf. Moythomasia Gross, 1950

Pl. 3, fig. 2 a,b,c

Material : many specimens in the MnhnL (QB285 trailer), EW and FS collections.

Description : Possible *Moythomasia* is represented by millimetric lozenge scales with oblique ridges. Similar scales are figured by Ginter 1995 as palaeoniscoid remains, or by Long & Trinajstić 2000 (Pl. 3) as *Moythomasia* sp.

Chondrichthyan Dermal Denticles

Material : some specimens in the MnhnL (QB285 trailer), EW and FS collections.

1) Mucous membrane denticles with a basal plate and multiple slender cusplets, evoke chondrichthyan scales *cf. Ohiolepis* (Burrow *et al.*, 2000 : Pl. 107 : 7-11).

2) Plate 3, fig. 3 : « Stellate » denticles with a grooved basal plate are attributed to indeterminate sharks. Lohest 1883 figures stellate denticles attributed to "*Petrodus*" .

3. Remark

The mysterious *Cooleyella* genus (see Duffin & Ward 1983, Ivanov 1999, ...) has not been recovered yet from the Belgian Carboniferous.

4. Acknowledgements

Hans Peter Schultze (Institute for Palaeontology, Humboldt University, Berlin), Valentina Karatajute Talimaa (Institute of Geology T. Sevcenkos, Lithuania), David and Barbara Stahl (Saint Anselm College, New Hampshire), Jacques Herman (Geological Survey, Brussels), Eric Groessens (Geological Survey, Brussels), Alexander Sasha Ivanov (St Petersburg, Russia) are all very sincerely thanked for their precious help and advices about this material.

Recieved 20/10/2002

Plate 1

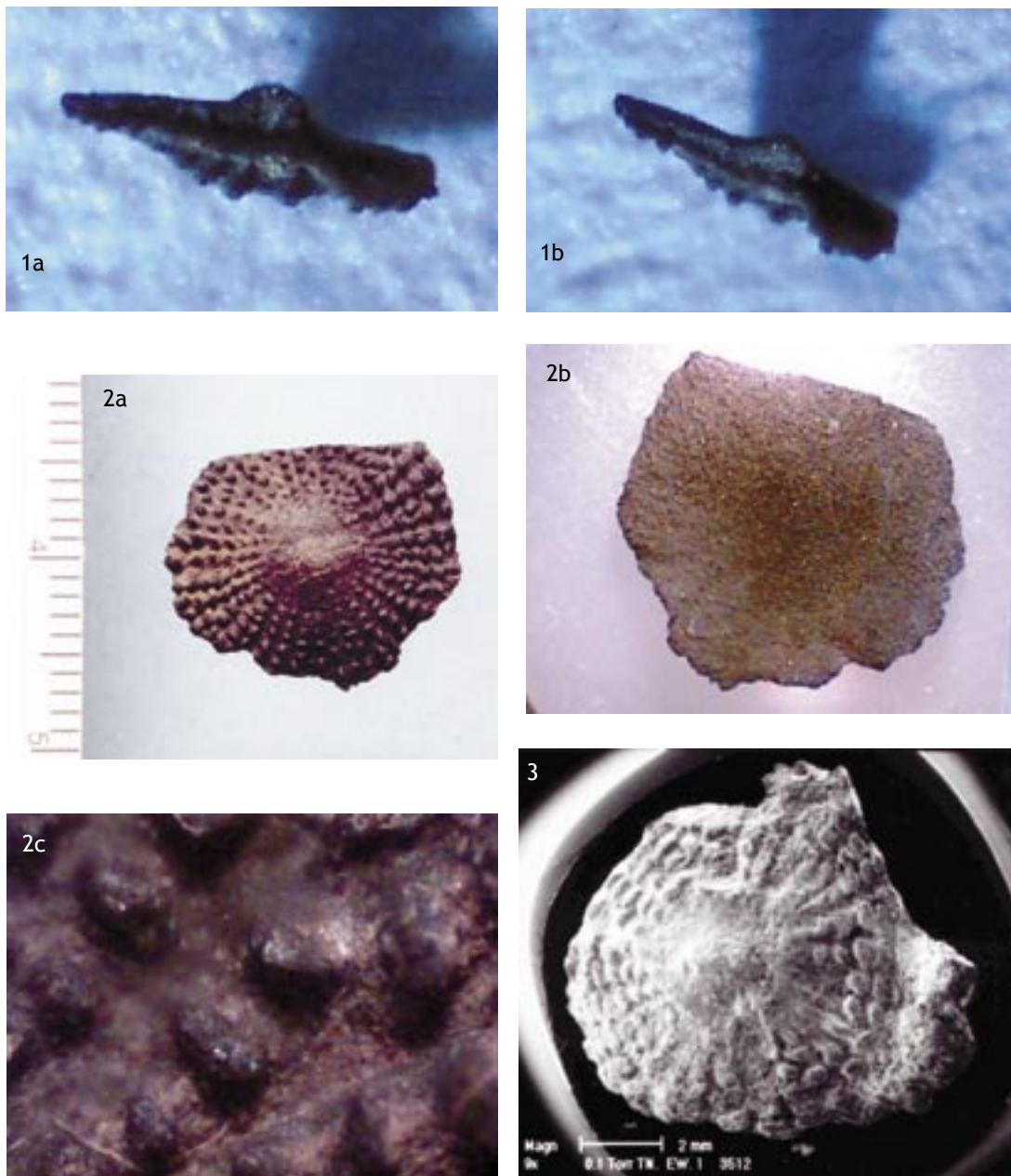


Fig. 1 a,b : *Pseudopolygnathus multistriatus* (MnhnL QB285)

Fig. 2 a,b,c : Deltoptychiid dermal plate or Iniopterygian inner mouth denticle plate ? (EW collection):

a : "outer" side, b: basal side, c: tubercles details

Fig. 3 : Deltoptychiid dermal plate or Iniopterygian inner mouth denticle plate ? (EW collection): "outer" side

Plate 2

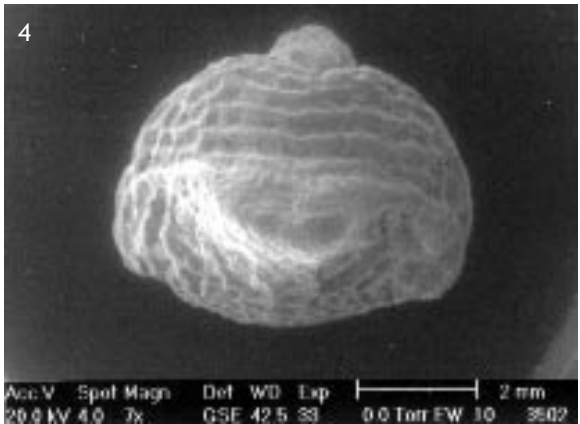
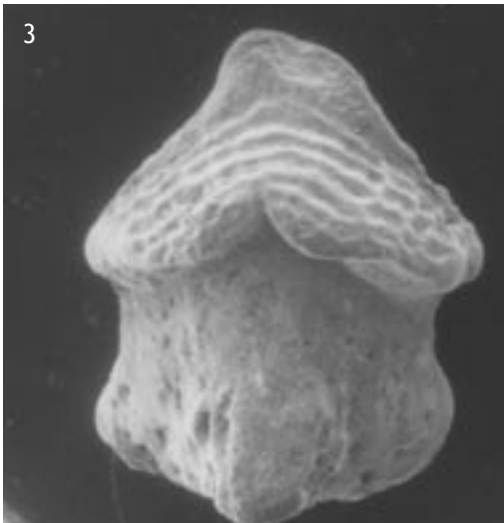
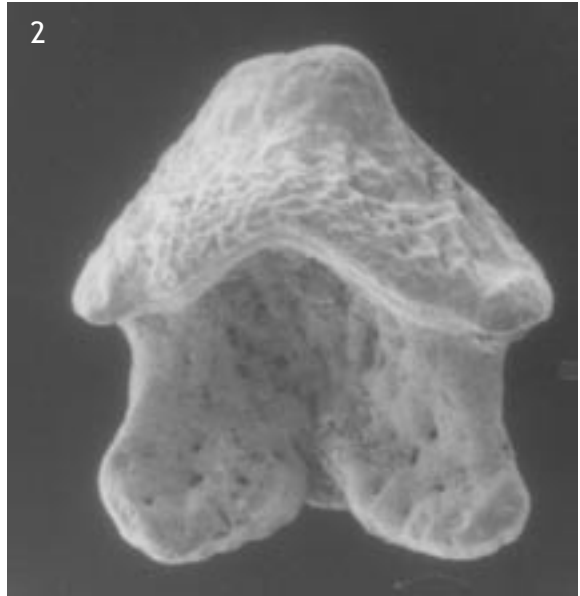
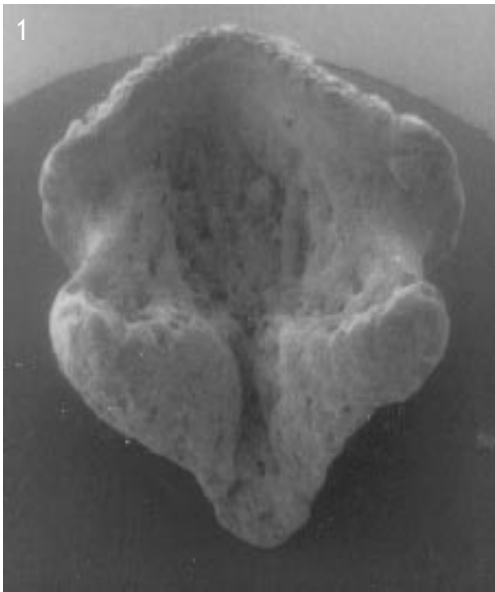


Fig. 1,2,3,4 : *Chomatodus cf. comptus* (EW collection)

Plate 3

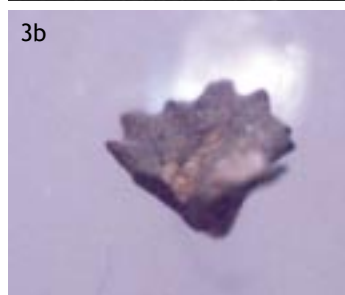
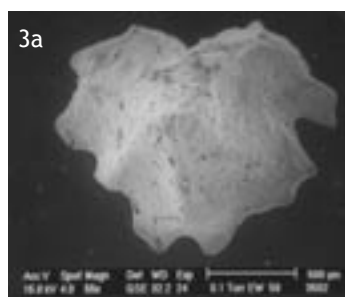


Fig. 1 a,b : *Thrinacodus ferox* (MnhnL QB285 collection)
 Fig. 2 abc : scales cfr *Moythomasia* (MnhnL QB285 collection)
 Fig. 3 a,b,c : indet. chondrichthyan stellate denticle (EW collection)

Plate 4

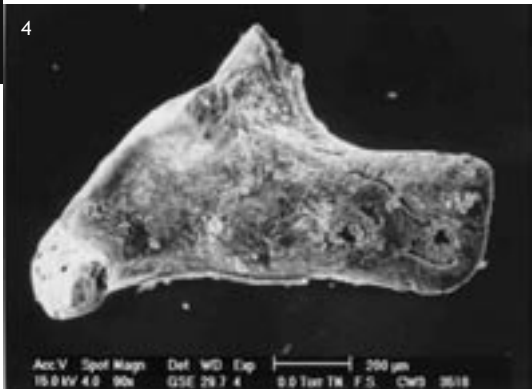
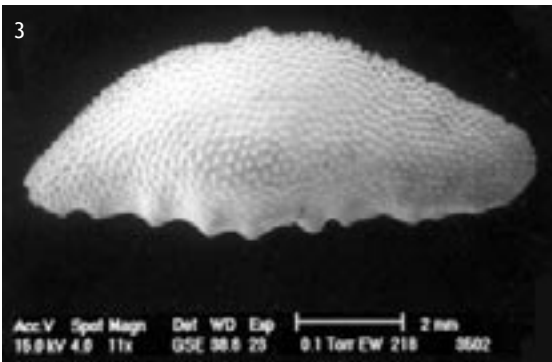
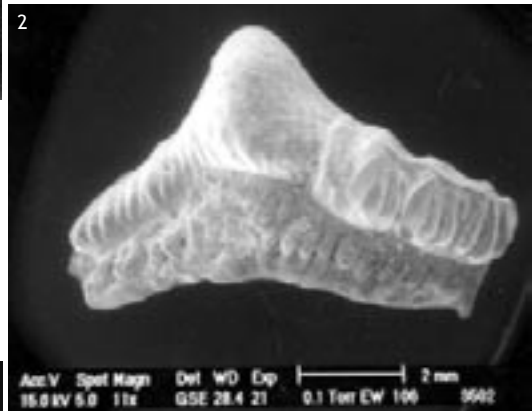
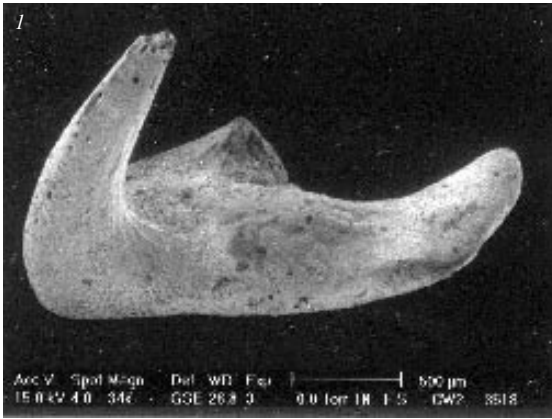


Fig. 1 : *Thrinacodus ferox* (FS collection)

Fig. 2 : *Orodus* sp. (EW-FS collection, other specimens in MnhnL, QB285 collection).

Fig. 3 : *Holocephali* cf. *Psephodontidae* or *Helodontidae*. (EW-FS collection)

Fig. 4 : *Thrinacodus ferox* tooth, apical view (EW collection)

Plate 5

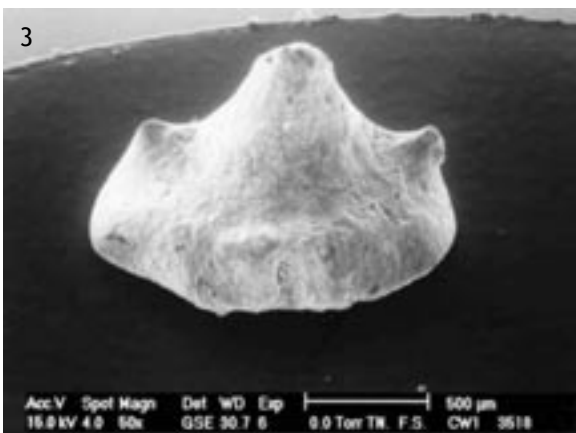
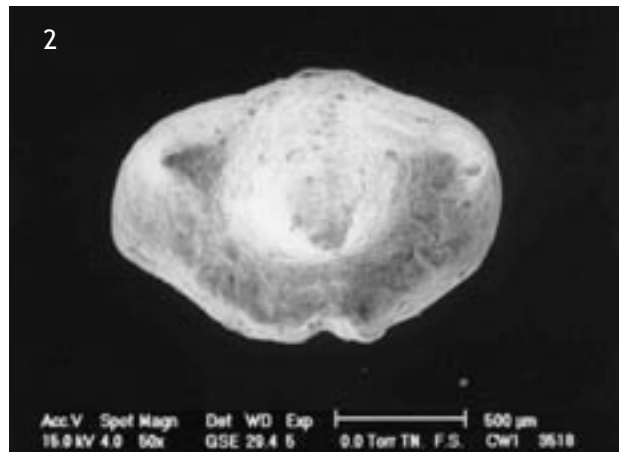
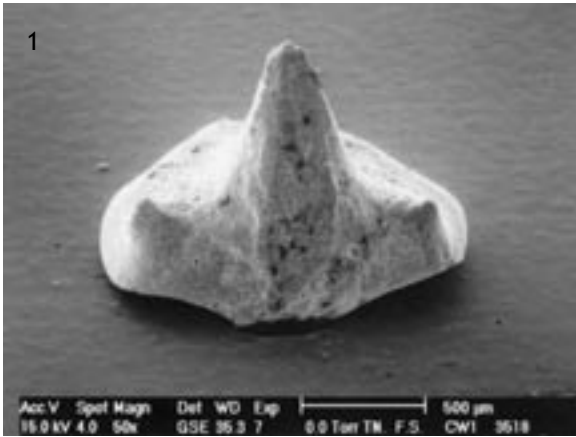


Fig. 1 : Cladodont tooth (Elasmobranchii : ? Symmoriidae) labial view (EW collection)
Fig. 2 : Cladodont tooth (Elasmobranchii : ? Symmoriidae) apical view (EW collection)
Fig. 3 : Cladodont tooth (Elasmobranchii : ? Symmoriidae) lingual view (EW collection)

5. Bibliography

- Benton M., 1993 : The fossil record 2. Chapman & Hall, 845 p.
- Burrow C.J., Turner, S. & S. Wang, 2000: Devonian microvertebrates from Longmenshan, Sichuan, China. Taxonomic assessment. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 223 : 391-452.
- Cuny G., 2002 : Les requins sont-ils des fossiles vivants ? L'évolution des poissons cartilagineux. EDP Sciences. 205 p.
- Derycke C., Blicek, A. & S. Turner, 1995a : Vertebrate microremains from the Devonian/Carboniferous boundary stratotype at La Serre, Montagne Noire (Hérault, France). Bull. Mus. Natl. Hist. Nat., 4^e S. : 17, C (1-4) : 461-485.
- Derycke C., Brice, D., Blicek, A. & N. Mouravieff, 1995b : Upper Givetian and frasnian ichthyoliths from Bas-Boulonnais (Pas-de-Calais, France) : preliminary records. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., 4^e S. : 17, C (1-4) : 487-511.
- Duffin C.J., 1993 : New record of the phoebodontid chondrichthyan *Thrinacodus ferox* (Turner 1982) from the Carboniferous of England. BGS, PP 264, Elasmobranches & Stratigraphy, 1-6.
- Duffin C.J. & D. Ward, 1983 : Neoselachian shark teeth from the Lower Carboniferous of Britain and the Lower Permian of the USA. Palaeontology, 26 (1) : 93-110.
- Duffin C.J., Richter, M., & P.A. Neis, 1996 : Sharks remains from the Late Carboniferous of the Amazon Basin, Brazil . N. jb. Geol. Pal. Mh. 1996 (4) : 232-256.
- Ginter M., 1990 : Late Famennian shark teeth from the Holy Cross Mts, Poland. Acta geologica polonica, 40 (1-2) : 69-81.
- Ginter M., 1995 : Ichthyoliths and Late Devonian events in Poland and Germany. Ichthyolith Issues Special Publication 1 : 23-30. Socorro, New Mexico.
- Ginter M. & A. Ivanov, 1995 : New Late Devonian species of *Phoebodus*. Ichthyolith Issues Special Publication 1 : 19-22. Socorro, New Mexico.
- Ginter M. & A. Ivanov, 1996 : Relationships of *Phoebodus*. Modern Geology, 20 : 263-274.
- Ginter M. & A. Ivanov, 2000 : Stratigraphic distribution of chondrichthyans in the Devonian on the East European Platform margin. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 223 : 325-339. Frankfurt.
- Ivanov A., 1996 : The Early Carboniferous chondrichthyans of the South Urals, Russia. In : P. Strogon, I.D. Somerville & G. L. Jones (Eds), recent Advances in Lower Carboniferous Geology. Geological Society Special Publication, 107 (5) : 651-656, Paris.
- Ivanov A., 1999 : Late Devonian-Early Permian chondrichthyans of the Russian Arctic, Acta Geologica Polonica, 49 (1999) 3 : 267-285.
- Lohest M., 1883 : Recherche sur les poissons des terrains paléozoïques de Belgique : poissons de l'ampélite alunifère, des genres *Campodus*, *Petrodus* et *Xystracanthus*. Ann. Soc. Géol. de Belgique, 11 (295-325, 5 Pl.).
- Long J.A. & K. Trinajstic, 2000 : Devonian Microvertebrate Faunas of Western Australia. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 223 : 471-485.
- Koninck L.G. de, 1878 : Faune du Calcaire carbonifère de la Belgique. Première partie : Poissons et genre nautilaire. Ann. Mus. Hist. Nat., 2, 1-152, Bruxelles.
- Mortelmans G. & P. Bourguignon, 1954 : Chapter 6 : 217-322. In Prodrôme d'une description géologique de la Belgique, 826 p. Vaillant-Carmanne, Liège.
- Patterson C., 1965: The phylogeny of the chimaeroids.- Philos. Trans. Roy. Soc. London (B) 249 (757) : 101-219.
- Patterson C., 1968: *Menaspis* and the bradyodonts-. In : Orvig, T. (ed.) Current Problems of Lower Vertebrate Phylogeny, Proc. 4th Nobel Symposium, (Alquist and Wiksell), Stockholm 171-205.
- St John O. & A.H. Worthen, 1875 : Geol. Survey of Illinois, Palaeontology 6, Palaeontology of Illinois, Section 1, Description of fossil fishes.: 247 - 488, 22 plates.
- Stahl B., 1999 : Chondrichthyes 3, Holocephali, Handbook of Palaeoichthyology 4. edited by H.P. Schultze and P. Kuhn. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart - NewYork, 164 p.
- Stahl B. & M.C. Hansen, 2000 : Dentition of *Deltodus angularis* (Holocephali, Cochliodontidae) inferred from Associated Tooth Plates. Copeia 2000 (4) : 1090-1096.
- Zangerl R. & G.R. Case, 1973 : Iniopterygia : a new order of Chondrichthyan fishes from the Pennsylvanian of North America. Fieldiana : Geology Memoirs, Vol. 6, publication 1167, p. ix + 67.
- Zangerl R., 1981 : Chondrichthyes 1. Paleozoic Elasmobranchii. Handbook of Palaeoichthyology 3A. edited by H.P. Schultze and P. Kuhn. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart - NewYork. 114 p.
- Ziegler P.A., 1990 : Geological Atlas of Western and Central Europe. Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V., 239 p.

New Lepidosaur record (Reptilia) from the Upper Triassic of the Belgian Province of Luxembourg*

Dominique Delsate

Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, Section Paléontologie
25 rue Münster
L-2160 Luxembourg.

Summary

A toothed bone fragment is reported from the HLV3 rhaetian bone-bed in Habay-la-Vieille (Gaume, Belgian Lorraine). It is tentatively attributed to a non sphenodontid lepidosauromorph, of which it extends the geographic distribution, as only sphenodontid lepidosauromorphs were previously reported from this site (Duffin 1995).

Introduction

The fauna from the bone-beds of Habay-la-Vieille is detailed in many papers (references in Godefroit & Sigogneau-Russell 1995, Godefroit 1999, Delsate 2002): the sharks and fishes are abundant and various; marine reptiles are represented by indeterminate sauropterygia and possible *Placodus*; the littoral and terrestrial components are characterised by *Pachystropheus* and carnivorous archosauriforms, sphenodontid lepidosaurs (*Clevosaurus* and *Diphydontosaurus*), mammalian reptiles (various dwarf cynodonts), and mammals (haramiyids, ?paulchoffatiids, and a lost kuehneotheriid tooth).

The Lepidosauromorpha include the Squamata (lizards and snakes), *Sphenodon*, and their extinct relatives (Gauthier *et al.* 1988). The Lepidosauria are restricted to Squamata and Rhynchocephalia (Sphenodontida and the extinct *Gephyrosaurus*).

New material

Reptilia Laurenti 1768

Neodiapsida

Lepidosauromorpha Benton, 1983

Lepidosauria

non sphenodontid indeterminate lepidosaur

Material : One rolled toothed fragment, QB289 in Luxembourg Natural History Museum.

Locality : Habay-la-Vieille E25/E411 road cutting (see Duffin *et al.* 1983, Delsate 1995 and Duffin 1995 for situation maps and position of the bone-bed levels), Province of Luxembourg, southern Belgium.

Biostratigraphy : the HLV3 bone-bed belongs to a serie attributed to the Rhaetian, Late Triassic, by Roche 1994 on the basis of palynological analyses.

*Résultats d'un projet de recherche réalisé par le Centre de recherche du Musée national d'histoire naturelle à Luxembourg.

Results of a research project conducted by the research centre of the National Museum of Natural History in Luxembourg

Description

Dimensions of the fragment: preserved length: 2 mm, preserved total height: 1 mm.

The dental morphology and implantation are the diagnostic features. Five fragmentary teeth are preserved, they are very close together; they are thin and smooth, their tip is broken but they were high and columnar, with a narrow pulpar cavity extending high. Two teeth are restricted to the base section, two are preserved 0.5 mm higher up, and one is axially broken showing the open pulpar cavity. Their implantation is pleurodont: they sit on a 0.5 mm high subdental ridge, their lingual side is free, but the labial side coalesce to the 1 mm high labial bone wall; the teeth were extending higher than this labial wall margin. A foramen on the labial side of the fragment seems indicative of a sensory branch of the alveolar nerve; no Meckel sulcus is preserved, but its presence cannot be excluded as the base of the fragment is hollow. Although the fragment is rolled and abraded, it does not seem to be attributable to a maxillary (no bony wing extends from any border).

Discussion

Lepidosaurian taxonomy (see Rieppel 1994) and morphology are still incompletely known and QB289 is too fragmentary to permit a definite taxonomic identification. Anyway, it is fairly similar to Sues *et al.* 1994: 8.7.c (indeterminate lepidosaur) from the Upper Triassic Richmond Basin. Very close together thin and columnar teeth are much indicative of non sphenodontid lepidosauromorphs (Cuny 1993), while spaced teeth (Fraser 1988, Fraser & Benton 1989, Murry 1986, Cuny 1993, Sues *et al.* 1994, Tannenbaum & Padian 1994) with an acrodont implantation are mostly present in sphenodontid lepidosauromorphs. QB289 columnar teeth differ from the Sphenodontian *Clevosaurus* broad based compressed teeth with anterior and posterior ridges and acrodont

implantation (Fraser 1988). A mixed acrodont and subpleurodont dental implantation exists in the sphenodontid *Planocephalosaurus* (Fraser 1982, Fraser & Benton 1989) but this genus wears more spaced teeth with well developed ridges on all of them (Fraser 1982), and these are not columnar (see also Wu 1994: 58). The sphenodontid *Diphydontosaurus* wears a partially pleurodont dentition, with pleurodont teeth on the premaxilla, the anterior half of the maxillary, the anterior and mid-region of the dentary, and acrodont teeth on the posterior half of the maxilla and dentary, but those teeth are not so close together neither columnar (see Wu 1994: 58), differing from QB289 teeth. Palatine teeth of *Clevosaurus* are lower and more conical (Murry 1987) than QB289. Conical high teeth would evoke Kuehneosaurids lepidosauromorpha (Murry 1987). The implantation is fully pleurodont in the Rhynchocephalia (? sphenodontid) *Gephyrosaurus*, but this is a Lower Jurassic genus with blunter and more conical teeth (Evans 1980, Fraser 1988, Evans & Kermack 1994). The implantation is pleurodont or subpleurodont (with shallow and sloping sockets: Rieppel 1994) in modern Squamata. So, just like the Richmond Basin specimen (Sues *et al.* 1994), QB289 specimen is a potential early Late Triassic record of Squamata Lepidosaur (see Rieppel 1994, Evans 1998).

Other regional occurrences of possible non sphenodontid lepidosauromorphs

Specimens very near to QB289 are described by Cuny 1993 from the Upper Triassic of Saint-Nicolas-de-Port (F): RAS014G (table 1) and RAS091G. Delsate 1999 described a non sphenodontid lepidosauromorph (together with *Clevosaurus* and possible kuehneosaurid fragments) from the Upper Triassic of Medernach (L): KO203.

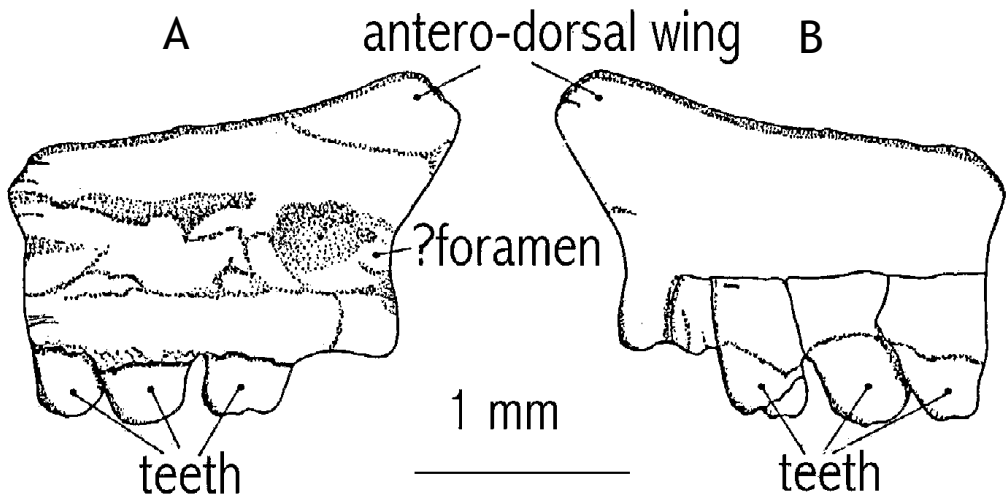


Fig:1 : RAS014G : maxillary fragment of non sphenodontid lepidosaur from Saint-Nicolas-de-Port, IRSNB collection (adapted from Cuny, 1993). A : labial view, B lingual view.

Conclusion

The report of a probably insectivore non sphenodontid lepidosaur adds information to the microvertebrates diversity and palaeogeographic distribution in the Lorraine-Luxembourg area, contributing to the reconstitution of the trophic chain (Godefroit *et al.*, in prep.). QB289, RAS014G, RAS091G and KO203, might well belong to the same lepidosaur taxon, to be determined on the basis of more complete material.

Received 27/02/2003



Fig. 1 : QB289, indet. lepidosaur from the Habay-la-Vieille Upper Triassic, lingual view.
Fig. 2 : QB289, indet. lepidosaur from the Habay-la-Vieille Upper Triassic, oblique occlusal view.
Fig. 3 : QB289, indet. lepidosaur from the Habay-la-Vieille Upper Triassic, labial view.

Bibliography

- Cuny G., 1993 : Evolution des faunes de Vertébrés à la limite Trias-Jurassique en France et au Luxembourg; implications à l'Europe occidentale. Thèse de doctorat non publiée de l'Université Paris VI n° 931. 235 p.
- Delsate D., 1999 : Reptiles terrestres (Lepidosauromorpha et Traversodontidae) du Trias supérieur de Medernach (G.-D. de Luxembourg). Travaux scientifiques du Musée national d'Histoire naturelle de Luxembourg, 32 : 55-84.
- Delsate D., 1995 : Une nouvelle dent d'Haramiyidae (*Thomasia woutersi* Buttler & Macintyre 1994, Mammalia, Allotheria) du Rhétien d'Habay-la-Vieille (Lorraine belge). Bulletin de la Société belge de Géologie, 104 (1-2) : 23-34. .
- Delsate D., 2002 : Présence du Diapside *Pachystropheus rhaeticus* dans le Trias supérieur en faciès rhétien de Markusbiërg-Burmerange (Grand-Duché de Luxembourg) et de Habay-la-Vieille (Belgique). Archives de l'Institut grand-ducal de Luxembourg. Section Sciences naturelles, physiques et mathématique, NS 43 (2002): 15-23
- Duffin C.J., 1995 : The first sphenodontian remains (Lepidosauromorpha, Reptilia) from the Late Triassic of the Gaume (Southern Belgium). Bulletin de la Société belge de Géologie, 104 (1-2) : 35-41.
- Duffin C.J., Coupatez, P., Lepage, J.C. & G. Wouters, 1983 : Rhaetian upper Triassic marine faunas from « Le Golfe du Luxembourg » in Belgium (preliminary note). Bulletin de la Société belge de Géologie, 92 (4) : 311-315.
- Evans S.E., 1980 : The skull of a new Eosuchian from the Lower Jurassic of South Wales. Zoological Journal of the Linnean Society, 70 : 203-264.
- Evans S.E., 1998 : Crown Group lizards (Reptilia, Squamata) from the Middle Jurassic of the British isles. Palaeontographica Abt. A 250(4-6) : 123-154.
- Evans S.E. & K.A. Kermack, 1994 : Assemblages of small tetrapods from the Early Jurassic of Britain. In : In the shadow of the dinosaurs: Early Mesozoic tetrapods, 271-283, edited by N.C. Fraser & H.D. Sues, Cambridge University Press, 435 p.
- Fraser N.C., 1982 : A new Rhynchocephalian from the British Upper Trias. Palaeontology, 25: 709-725.
- Fraser N.C., 1988 : The osteology and relationships of *Clevosaurus* (Reptilia: Sphenodontida). Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B321:125-178.
- Fraser N.C. & M.J. Benton, 1989 : The triassic reptiles *Brachyrhinodon* and *Polysphenodon* and the relationships of the sphenodontids. Zoological Journal of the Linnean Society, 96: 413-445.
- Gauthier J., Estes, R. & K. de Queiros, 1988. A phylogenetic analysis of Lepidosauromorpha. 15-98 In :The Phylogenetic relationships of the Lizard Families. (R. Estes & G. Pregill, editors). Stanford University Press, Palo Alto.
- Godefroit P. & D. Sigogneau-Russell, 1995 : Cynodontes et mammifères primitifs du Trias supérieur en région lorraine et luxembourgeoise. Bulletin de la Société belge de Géologie, 104 (1-2): 9-21.
- Murry P.A., 1986 : Vertebrate Palaeontology of the Dockum group, western Texas and eastern New Mexico. In : The beginning of the age of Dinosaurs (edited by K. Padian). Cambridge University Press, 109-137.
- Murry P.A., 1987 : New reptiles from the Upper Triassic Chinle Formation of Arizona. Journal of Palaeontology 61 (4): 773-786.
- Rieppel O., 1994 : The Lepidosauromorpha : a review, with special emphasis on the Squamata. In : In the shadow of the dinosaurs: Early Mesozoic tetrapods, 23-37, edited by N.C. Fraser & H.D. Sues, Cambridge University Press, 435 p.
- Roche M., 1994 : Palynologie et palynofaciès du Rhétien (Trias supérieur) du nord-est du Bassin de Paris, volume 1. Unpublished Ph. D. Thesis, Université de Liège: 138 p.
- Sues H.D., Olsen, P.E. & P.A. Kroehler, 1994 : Small tetrapods from the Upper Triassic of the Richmond basin (Newark Supergroup), Virginia. In : In the shadow of the dinosaurs: Early Mesozoic tetrapods, 161-170, edited by N.C. Fraser & H.D. Sues, Cambridge University Press, 435 p.
- Tannenbaum F. & K. Padian, 1994 : Microvertebrates from the Placerias Quarry : a window on Late Triassic vertebrate diversity in the American Southwest. In : In the shadow of the dinosaurs: Early Mesozoic tetrapods, 171-196, edited by N.C. Fraser & H.D. Sues, Cambridge University Press, 435 p.
- Wu X.C., 1994 : Late Triassic-Early Jurassic sphenodontians from China and the phylogeny of the Sphenodontia. In : In the shadow of the dinosaurs: Early Mesozoic tetrapods, 38-69, edited by N.C. Fraser & H.D. Sues, Cambridge University Press, 435 p.

Nouvelles données paléontologiques dans l'Hettangien du Plateau de Burmerange (Grand-Duché de Luxembourg)

Robert Colbach

Service Géologique, Administration des Ponts et Chaussées
43, Boulevard G.-D.Charlotte, L-1331 Luxembourg

Simone Guérin-Franiatte

33, rue de la Persévérance
F - 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy, France

Robert Maquil

Service Géologique, Administration des Ponts et Chaussées
43, Boulevard G.-D.Charlotte, L-1331 Luxembourg

Résumé.

A l'extrême Sud-Est du Grand-Duché de Luxembourg, le tunnel autoroutier Markusbiert traverse les couches de l'Hettangien, présent sous le faciès des Marnes d'Elvange. L'importante faune d'ammonites récoltée lors des travaux de creusement de l'ouvrage permet de reconnaître les trois zones biostratigraphiques de l'étage et quatre de leurs sous-zones. On signale ici, pour la première fois, l'importance des niveaux à *Caloceras* et à *Waelmeroceras* ainsi que la présence de quatre espèces d'ammonites qui n'avaient pas encore été récoltées sur le plateau de Burmerange. Ce nouveau gîte fossilifère apporte donc sa contribution, bien spécifique, à la connaissance du Lias inférieur au Grand-Duché.

Mots-clés : Ammonites, Hettangien, Biostratigraphie, Burmerange, G.-D. de Luxembourg.

Introduction : l'affleurement

L'autoroute de liaison avec la Sarre, relie depuis juillet 2003 la Croix de Bettembourg (10 km au Sud de Luxembourg-ville) à la vallée de la Moselle et l'Allemagne, en franchissant, à l'extrême Sud-Est du Grand-Duché, le plateau de Burmerange par le tunnel « Markusbiert » (Fig. 1 et 2). Cet important ouvrage est constitué de deux tubes à deux voies chacun (section d'excavation 75 m²) et d'une longueur d'environ 575 m. Il débute, côté Luxembourg, dans l'Hettangien (li1) qui a été traversé sur une longueur d'environ 250 m. Il descend ensuite dans les couches du Rhétien (ko), assez mal identifiées sur le terrain, puis celles du Keuper moyen avec les marnes à marnolites

compactes (km3) et les marnes rouges gypsifères (km2) (Fig. 2).

L'Hettangien se présente sous un faciès marno-calcaire gris bleu (faciès « lorrain »), qui constitue dans la région la formation des « Marnes d'Elvange ». Ces marnes, très compactes, sont entrecoupées de bancs calcaires durs, à la surface desquels apparaît souvent toute une faune de bivalves et d'ammonites. Malheureusement, les coquilles sont toujours brisées, fortement écrasées, souvent pyritisées. Au cours des travaux de creusement de l'ouvrage, qui ont duré de mai à novembre 1999, les récoltes ont pu être effectuées dans les déblais stockés temporairement à l'entrée du tunnel. Les ammonites identifiées permettent néanmoins de bien préciser la biostratigraphie de ces couches

de l'Hettangien marneux entre Burmerange et Schengen.

Le Lias inférieur sur le Plateau de Burmerange

La région a fait l'objet de diverses études cartographiques (Lucius 1948, Muller 1964, 1966, 1970, 1974 ; Bintz & Muller 1966 ; Bintz, Hary & Muller 1973) et paléontologiques (Hary 1970). En ce qui concerne le Lias inférieur et plus spécialement l'Hettangien, de minutieuses recherches sur le terrain, menées par A. Muller, ont permis de bien le repérer dans une série de coupes levées entre Bous et Dalheim (N 13), entre Remich et Mondorf (N 16) et un peu plus au sud, entre Burmerange et Remerschen (CR 150) et entre Burmerange et Schengen (CR 152) (Fig. 1). L'autoroute de la Sarre passe précisément entre ces deux dernières routes, à quelques centaines de mètres de l'une et de l'autre. Le tunnel Markusberg se situe à peu près à mi-chemin entre Burmerange et Schengen.

L'Hettangien fossilifère reconnu sur le plateau de Burmerange a fait l'objet d'une étude paléontologique concernant la microfaune et la macrofaune (Feuth-Siedek, Guérin-Franiatte & Muller 1970). Les coupes de Bous-Dalheim et Remich-Mondorf sont les plus fossilifères et elles ont livré des ammonites *in situ*. Par contre, la coupe de Schengen n'a fourni qu'une seule ammonite, non en place. Le tunnel autoroutier se situe donc dans le secteur géographique où les données paléontologiques sont restées les plus minces. Le matériel récolté constitue un apport nouveau dans la connaissance de l'Hettangien, à l'extrême sud du plateau de Burmerange.

Les ammonites de Markusberg

Elles appartiennent aux deux grandes familles d'ammonites qui se relaient à travers l'Hettangien : les Psiloceratidae avec les genres *Psiloceras* et *Caloceras*, et les Schlotheimiidae avec les genres *Wahneroceras* et *Schlotheimia*.

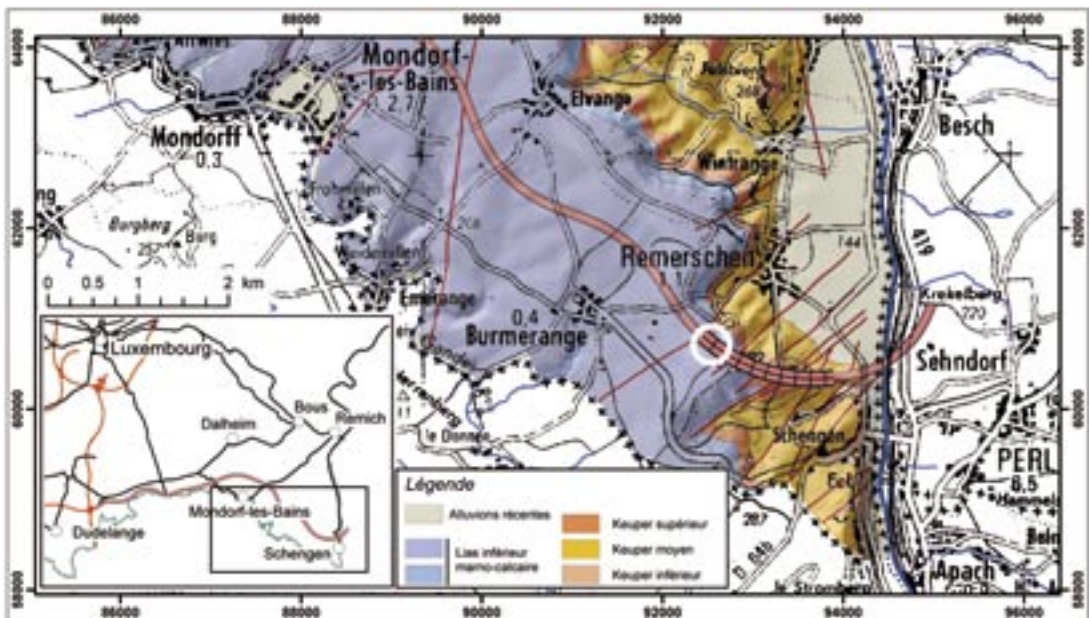


Fig. 1: Carte géologique avec situation du tunnel Markusberg, sur l'autoroute de liaison avec la Sarre (A2).

© Carte topographique : Adm. du Cadastre et de la Topographie, Luxembourg

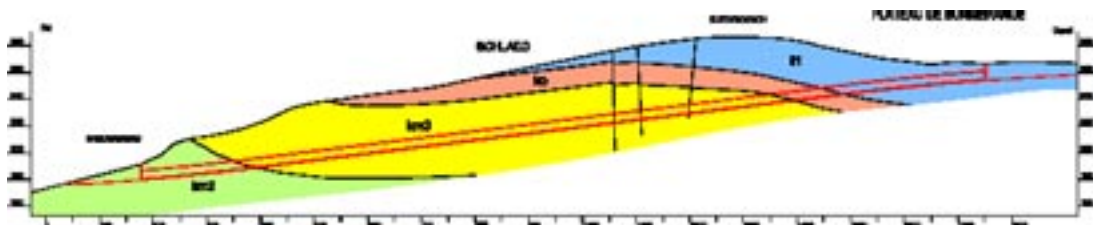


Fig. 2: Coupe géologique du tunnel Markusbiert (plateau de Burmerange); li1: Lias inférieur marno-calcaire; ko: Keuper supérieur («Rhétien»); km3: Keuper moyen, Marnes à marnolites compactes; km2: Keuper moyen, Marnes rouges gypsifères.

1. Les *Psiloceras*

Ammonites à spire évolutive avec un ombilic représentant 45 à 55% du diamètre. Le tour est légèrement comprimé, à section ovale.

- *Psiloceras plicatulum* (Quenstedt, 1883)
(Guérin-Franiatte, 1990, p. 35).

Pl. 1, fig. 1.

Un fragment de tour haut de 1,3 cm, appartenant à une ammonite d'environ 6 cm de diamètre. Forme faiblement plissée, avec côtes mousses, n'atteignant pas le bord ventral. L'espèce a été bien repérée dans la coupe de Bous-Dalheim.

- *Psiloceras plicatum* (Quenstedt, 1858)
(Guérin-Franiatte, 1990, p. 32, pl. 1, fig. 2).

Pl. 1, fig. 2.

Un petit fragment de tour appartenant à une ammonite d'environ 3 cm de diamètre. Il porte des côtes bien marquées couvrant tout le flanc du tour. Il a été trouvé à côté du précédent.

2. Les *Caloceras*

Ammonites à spire très évolutive avec un ombilic dépassant 60 % du diamètre. Tour à section ronde.

- *Caloceras pironi* (Reynès, 1879).

(Guérin-Franiatte, 1990, p. 42, pl. 2, fig. 1-3).

Pl. 1, fig. 3, 4, 5.

Une douzaine d'exemplaires plus ou moins rassemblés à la surface des bancs au milieu de petits limés. Ils mesurent entre 2 et 4,5 cm et sont bien caractérisés par leur costulation fine, serrée, régulière, à direction radiale. C'est l'espèce la plus abondante ici.

- *Caloceras torus* (d'Orbigny, 1844)
(Guérin-Franiatte, 1990, p. 41).

Pl. 1, fig. 6, 7, 8.

Cinq fragments de tour appartenant à des ammonites d'environ 3-4 cm. Ils sont rassemblés, brisés, sur une plaque au milieu de grandes *Lima*. L'espèce, qui accompagne la précédente, s'en distingue par ses côtes épaisses, moins serrées et projetées vers l'avant. *C. torus* est la seule ammonite qui avait été récoltée près de Schengen.

- *Caloceras belcheri* (Simpson, 1843)
(Guérin-Franiatte, 1990, p. 44, pl. 2, fig. 4).

Pl. 1, fig. 9.

Un exemplaire de 6 cm de diamètre. La costulation est ici très raide, à direction radiale, assez ferme, mais peu serrée principalement sur les tours jeunes, ce qui permet de la distinguer aisément de *C.*

pirondi. L'espèce a été signalée non en place, dans la coupe de Remich-Mondorf.

3. Les *Wahneroceras*

Formes comprimées, plus involutes que les précédentes avec un ombilic représentant 40 à 50 % du diamètre. Les côtes sont peu saillantes et se rejoignent sur le bord ventral, plus ou moins atténuées en formant un chevron assez ouvert avec un angle de 120°.

- *Wahneroceras subangulare* (Oppel, 1862)
(Guérin-Franiatte, 1990, p. 79, pl. 10, fig. 7-10).

Pl. 1, fig. 10, 11.

Trois exemplaires mesurant 4.5, 3 et 2.5 cm de diamètre ainsi que plusieurs fragments de tour. L'espèce, qui reste de petite taille (moins de 5 cm), est bien caractérisée par l'apparition d'une costulation nettement sigmoïdale à partir de la taille de 1.5-2 cm. Les côtes sont raides et plus serrées sur les tout premiers tours. *W. subangulare* est signalé pour la première fois au Grand-Duché, mais une forme proche, *W. tenerum* (Neumayr, 1879), a été recueillie dans la coupe de Remich-Mondorf.

- *Wahneroceras portlocki* (Wright, 1881)
(Guérin-Franiatte, 1990, p. 89, pl.10, fig. 14 ; pl. 11, fig. 3).

Pl. 1, fig. 12, 13.

Deux exemplaires mesurant 5 et 6 cm de diamètre. Ce sont des individus jeunes, l'espèce atteignant couramment 10-12 cm, voire même 16 cm pour un spécimen de Bourglinster figuré par Maubeuge (1970, p. 501). Forme relativement involute avec un ombilic inférieur à 50% du diamètre. Les tours sont comprimés, ornés de côtes fines, serrées, à allure légèrement sigmoïdale.

- *Wahneroceras portlocki* morphotype *grammicum*
(Buckman, 1928)
(Guérin-Franiatte, 1990, p. 91, pl. 11, fig. 1).

Pl. 1, fig. 14,15.

Une trentaine d'exemplaires mesurant en moyenne 3-4 à 6-7 cm. C'est de loin la forme la mieux représentée ici, avec des individus groupés côte à côte à la surface des bancs indurés. Elle se distingue de la précédente par une spire légèrement plus évolutive avec un ombilic supérieur à 50 %. D'autre part, la costulation est serrée et très raide sur le flanc du tour.

4. Les *Schlotheimia*

Formes comprimées à costulation ferme. Les côtes se rejoignent sur le bord externe en formant un chevron aigu, bien accusé. Une seule espèce identifiée.

- *Schlotheimia angulata* (Schlotheim, 1820)
(Guérin-Franiatte, 1990, p. 110, pl. 17, fig. 1).

Pl. 1, fig. 16.

Quatre exemplaires mesurant entre 2 et 3,5 cm. L'espèce reste de petite taille (moins de 5 cm). Les côtes sont fines, serrées, formant un chevron aigu avec un angle de 90° sur le bord ventral. Elle a été trouvée en place dans la coupe de Bous-Dalheim.

Interprétation biostratigraphique

Les *Psiloceras* récoltés appartiennent au premier horizon fossilifère, à la base de l'Hettangien inférieur. Il s'agit de deux formes costulées qui, dans tout le Nord-Est du Bassin Parisien, sont trouvées associées à un *Psiloceras* lisse, *P. psilonotum* (Quenstedt, 1849). *P. psilonotum* a effectivement été trouvé à Markusbiere par K. Meiers. Il avait également été récolté dans la coupe de Bous-Dalheim avec *P. plicatum*. Ces *Psiloceras* indiquent donc la présence de l'horizon fossilifère à *psilonotum*, à la base de la zone à Planorbis, dans la sous-zone à Planorbis.

Les *Caloceras*, qui sont aussi des Psiloceratidae, arrivent plus tardivement. Ils sont ici numériquement bien représentés, ce qui est un fait nouveau, par rapport aux récoltes antérieures effectuées sur le plateau de Burmerange. *C. pironi* est l'espèce dominante et indique la présence de l'horizon fossilifère à *pironi*, au sommet de la zone à Planorbis, dans la sous-zone à Johnstoni.

Les *Waehneroceras* correspondent à l'arrivée des premiers Schlotheimiidae, à la base de l'Hettangien moyen. Les formes pouvant atteindre une bonne taille dominent avec surtout *W. portlocki* morphotype *grammicum*. Les individus sont nombreux, rassemblés à la surface des bancs. Cette importante faune à *Waehneroceras* n'avait pas encore été signalée sur le plateau de Burmerange. Elle est certainement le fait paléontologique marquant notre récolte, dans ce site. On a donc bien la présence de l'horizon fossilifère à *portlocki*, à la base de la zone à Liasicus, dans la sous-zone à Portlocki.

Les *Schlotheimia* appartiennent aux couches de l'Hettangien supérieur. Une seule espèce a été identifiée : *S. angulata*, forme de petite taille (5-6 cm). Mais *S. aff. similis* Spath, 1924, récoltée dans la coupe de Remich-Mondorf, indique la présence possible de formes susceptibles d'atteindre 20 cm de diamètre. Les deux espèces sont de la zone et de la sous-zone à Angulata.

Dans l'Hettangien de Markusbiere, les trois zones à Planorbis, Liasicus et Angulata ont donc été paléontologiquement reconnues et bien datées avec, respectivement, les sous-zones à Planorbis et Johnstoni à l'Hettangien inférieur, la sous-zone à Portlocki à l'Hettangien moyen et la sous-zone à Angulata à l'Hettangien supérieur. Seule la sous-zone à Laqueus, au sommet de la zone à Liasicus n'a pas été identifiée. Il en avait été de même, lors des recherches antérieures menées sur l'ensemble du plateau de Burmerange.

Conclusions

L'intérêt de ce site temporaire de Markusbiere est de traverser pratiquement tout l'Hettangien en un seul et même point, grâce au creusement du tunnel. Les trois zones biostratigraphiques de l'étage

ont été reconnues, par la faune d'ammonites. Au total, huit espèces ont été identifiées, quatre d'entre elles sont signalées pour la première fois, sur le plateau de Burmerange : *P. plicatum*, *C. pironi*, *W. subangulare* et *W. portlocki*. Pour la première fois également, on peut souligner l'abondance de la faune dans les niveaux à *Caloceras* avec *C. pironi* dominant (Hettangien inférieur), et dans les niveaux à *Waehneroceras* avec *W. portlocki grammicum* dominant (Hettangien moyen).

Les études antérieures menées sur le plateau de Burmerange s'appuyaient sur une série de coupes discontinues, levées principalement le long des tranchées de routes. Au sein de la faune récoltée alors, trois espèces n'ont pas été retrouvées au Markusbiere. Elles restent néanmoins importantes pour la connaissance de l'ensemble de la faune du plateau de Burmerange (douze espèces en tout). Ce sont *W. tenerum* et un *Paracaloceras* trouvés dans l'Hettangien moyen, sur l'axe Remich-Mondorf et *S. aff. similis* dans l'Hettangien supérieur, sur ce même axe. A l'exception des deux dernières ammonites citées, les dix autres espèces maintenant répertoriées sur le plateau de Burmerange, sont également connues dans l'Hettangien marno-calcaire ou dans l'Hettangien gréseux des divers gîtes fossilifères répartis dans l'ensemble du Grand-Duché.

Les coupes citées avaient permis d'attribuer, dans la partie nord du plateau (profil Bous-Dalheim) une épaisseur de 3,20 m à l'Hettangien inférieur et une épaisseur d'au moins 20 m à l'Hettangien moyen et supérieur réunis.

La microfaune est particulièrement sensible aux conditions du milieu ambiant. Son étude avait alors montré que les Foraminifères sont dominants par rapport aux Ostracodes dans la partie nord du plateau. Ils indiquent un paléoenvironnement relativement profond et ouvert. Vers le Sud (Remich-Mondorf et Schengen), ce sont au contraire les Ostracodes qui dominent. Ils indiquent un paléomilieu relativement moins profond et plus confiné.

Reçu le 17/06/2003

Planche 1 : Ammonites de l'Hettangien inférieur (zone à Planorbis), moyen (zone à Liasicus) et supérieur (zone à Angulata) ; Markusbiert. ; x 0,80.

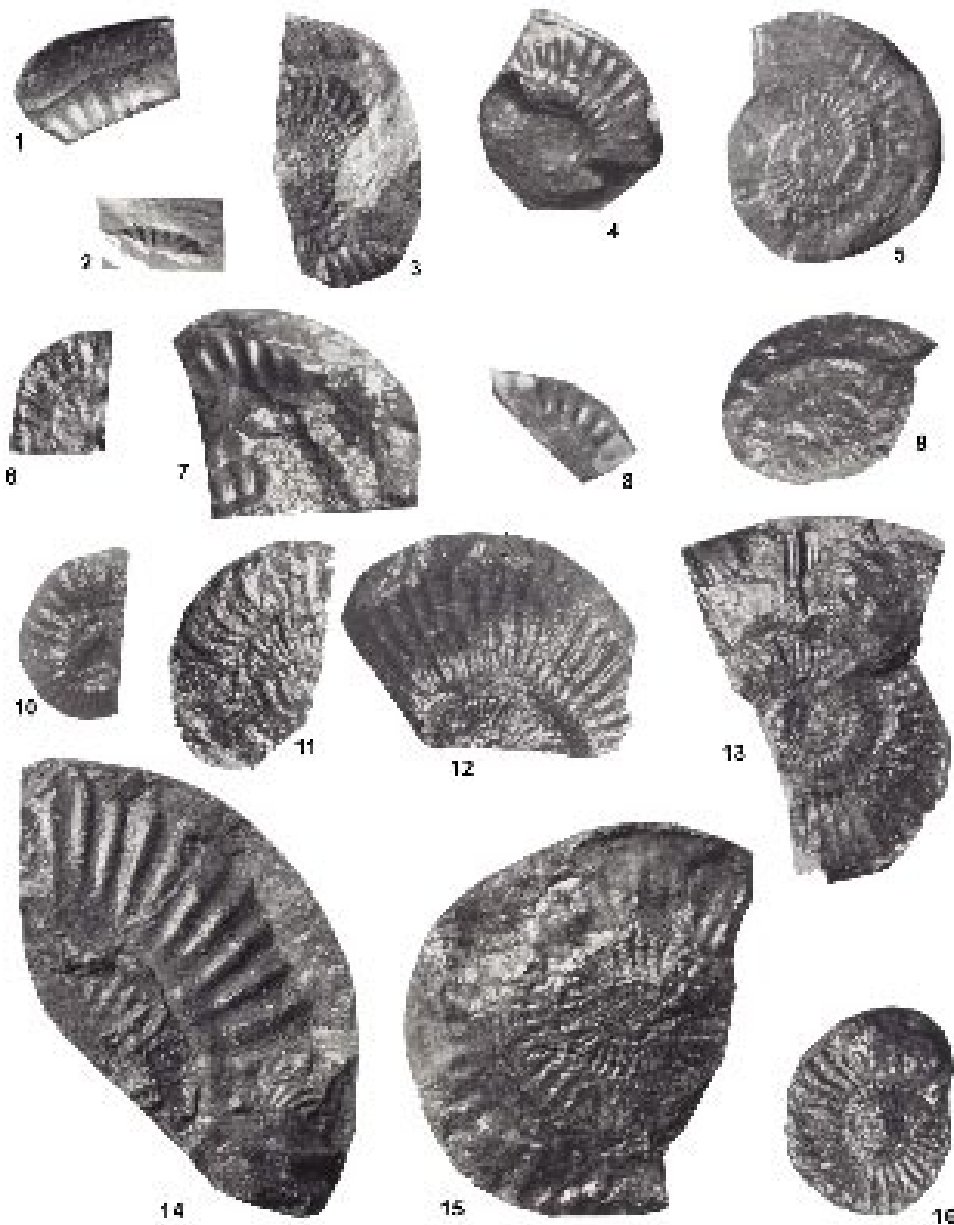


Planche 1

Fig. 1 - *Psiloceras plicatulum* (Quenstedt, 1883) ; zone à Planorbis, sous-zone à Planorbis.

Fig. 2 - *Psiloceras plicatum* (Quenstedt, 1858) ; zone à Planorbis, sous-zone à Planorbis.

Fig. 3, 4, 5 - *Caloceras pirondi* (Reynès, 1879) ; zone à Planorbis, sous-zone à Johnstoni.

Fig. 6, 7, 8 - *Caloceras torus* (d'Orbigny, 1844) ; zone à Planorbis, sous-zone à Johnstoni.

Fig. 9 - *Caloceras belcheri* (Simpson, 1843) ; zone à Planorbis, sous-zone à Johnstoni.

Fig. 10, 11 - *Waehneroceras subangulare* (Oppel, 1862) ; zone à Liasicus, sous-zone à Portlocki.

Fig. 12, 13 - *Waehneroceras portlocki* (Wright, 1881) ; zone à Liasicus, sous-zone à Portlocki.

Fig. 14, 15 - *Waehneroceras portlocki* morphotype *grammicum* (Buckman, 1928) ; zone à Liasicus, sous-zone à Portlocki.

Fig. 16 - *Schlotheimia angulata* (Schlotheim, 1820) ; zone à Angulata.

Références bibliographiques

- Bintz J., Hary A. & Muller A. 1973 – Luxembourg. In : Ardenne, Luxembourg. Guides géologiques régionaux. Masson éd., Paris : 135-192.
- Bintz J. & Muller A. 1966 – Sur la représentation du « Grès de Luxembourg » sur la nouvelle carte géologique générale du Grand-Duché. *Arch. Inst. Gr.-D. Luxembourg*, Sect. Sciences, **31** : 241-258.
- Buckman S.S. 1919-1930 – Type Ammonites. *Wheldon & Welsey*, London, **3-7** : pl. 131-790.
- Feuth-Siedek I., Guérin-Franiatte S. & Muller A. 1970 – Le Lias inférieur sur le plateau de Burmerange. *Publ. Serv. géol. Luxembourg*, **20** : 85-127, 3 pl.
- Guérin-Franiatte S. 1990 – Ammonites du Lias inférieur de France (II) : Psiloceratidae, Schlotheimiidae et premiers Arietitidae. C.E.R.G.A. éd.. *Mém. C.E.R.G.H.*, Montpellier, **29** : 207 p., 30 pl.
- Hary A. 1970 – Les populations de Liogryphées du Sinémurien au SE du Grand-Duché. Valeur stratigraphique de ces populations et application des résultats aux récoltes faites dans le quadrilatère Dalheim-Medingen-Hassel-Altwiès. *Arch. Inst. Gr.-D. Luxembourg*, Sect. Sciences, **34** : 457-467, 3 pl.
- Lucius M. 1948 – Das Gutland. Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Luxemburgs. *Publ. Serv. géol. Luxembourg*, **5** : 405 p.
- Maubeuge P. L. 1970 – Les Ammonites du « Grès de Luxembourg » du Musée d'Histoire Naturelle de Luxembourg. *Arch. Inst. Gr.-D. Luxembourg*, Sect. Sciences, **34** : 495-519.
- Muller A. 1964 – Untersuchungen über das Rät in Luxemburg. *Publ. Serv. géol. Luxembourg*, **14** : 255-282.
- Muller A. 1966 – Les affleurements de couches de passage du Trias au Jura le long de la route nat. 13 entre Welfrange et Rollingen-les-Bous. *Arch. Inst. Gr.-D. Luxembourg*, Sect. Sciences, **31** : 259-267.
- Muller A. 1970 – Paysage géologique du Luxembourg : le quadrilatère Dalheim, Medingen, Hassel, Altwiès. *Arch. Inst. Gr.-D. Luxembourg*, Sect. Sciences, **34** : 383-417.
- Muller A. 1974 – Die Trias-Lias Grenzsichten Luxemburg. *Publ. Serv. géol. Luxembourg*, **23** : 1-89, 9 pl.
- Neumayr M. 1879 – Zur Kenntnis der Fauna des Untersten Lias. *Abh. k.k. geol. Reichanst.*, Wien, **7** : 46 p., 7 pl.
- Oppel A. 1862-1863 – Über Jurassische Cephalopoden. *Palaeont. Mitt. Mus. Koenigl. Bayer. Staates*, Stuttgart, **1** : 127-145, 4 pl.
- Orbigny A. d' 1842-1851 – Paléontologie française. Terrains jurassiques. Masson, Paris, 1 Céphalopodes : 642 p, atlas 234 pl.
- Quenstedt F.A. 1858 – Der Jura. *Laupp*, Tübingen : 842 p, atlas 100 pl.

- Quenstedt F.A. 1883-1885 – Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. I. Der Schwarze Jura (Lias). *Schweizerbart*, Stuttgart : 440 p., atlas 53 pl.
- Reynès P. 1879 – Monographie des Ammonites. Marseille & Paris, 1^{re} partie Lias : 72 p., atlas 50 pl.
- Schlotheim E.F. von 1820 – Die Petrefactenkunde. *Becker*, Gotha : 437 p.
- Simpson M. 1843 – A Monograph of the Ammonites of the Yorkshire Lias, London : 60 p.
- Wright T. 1881 – Monograph on the Lias Ammonites of the British Islands. *Palaeont. Soc.*, London : 265-328, 10 pl.

Un remarquable site fossilifère dans le Sinémurien inférieur de Bertrange (Grand-Duché de Luxembourg)

Robert Colbach

Service Géologique, Administration des Ponts et Chaussées
43, Boulevard G.-D.Charlotte, L-1331 Luxembourg

Simone Guérin-Franiatte

33, rue de la Persévérance
F – 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy

Robert Maquil

Service Géologique, Administration des Ponts et Chaussées
43, Boulevard G.-D.Charlotte, L-1331 Luxembourg

Résumé

Près de Luxembourg-Ville, une grande dalle à ammonites géantes a été découverte dans un affleurement temporaire, au sein des Marnes et Calcaires de Strassen. Cette faune d'ammonites permet de donner la position biostratigraphique précise du site. Quatre espèces y sont identifiées pour la première fois au Grand-Duché.

L'examen de la série marno-calcaire alternante, la répartition des bivalves et plus spécialement des gryphées fournissent des indications sur l'environnement sédimentaire au Lias inférieur. Les faunes benthiques sont en effet inféodées à un substrat meuble, dans la zone infralittorale, en eau peu agitée mais restant sous le contrôle de variations hydrodynamiques épisodiques qui provoquent alors le transport et le rassemblement des coquilles.

Mots-clés : Ammonites, Sinémurien, Biostratigraphie, Paléoenvironnement, Bertrange, G.-D. de Luxembourg.

Introduction : l'affleurement

A quelques kilomètres des sorties ouest de Luxembourg-Ville, à Bertrange, suite à un projet d'une nouvelle zone d'activités économiques, d'importants travaux de dégagement ont été effectués sur le terrain au cours de l'été 2000. Le site mis à jour se trouve en bordure de l'autoroute A6/E25 et de la ligne ferroviaire Luxembourg-Bruxelles, face à l'entreprise Hornbach au lieu-dit « Bourmicht » (Est : 73530 [6° 4' 37"], Nord : 74850 [49° 36' 26"]) (Fig. 1). Afin de réaliser la fouille de vestiges archéologiques romains, il a été minutieusement débarrassé de sa couverture végétale sur environ 5000 m². Ce site archéologique comprend une villa avec fortifications, puits et canalisations datant de

l'occupation romaine. Les archéologues locaux ont signalé au Service Géologique des Ponts et Chaussées la présence d'une grande dalle calcaire à ammonites (Fig. 2). Cet affleurement temporaire a donc fait l'objet d'une étude géologique concernant son environnement sédimentaire et paléontologique. Cette dernière permet de le situer très précisément dans l'échelle biostratigraphique.

La série lithologique. Le cadre stratigraphique

L'affleurement de Bertrange se trouve dans l'ancien « Golfe de Luxembourg », sur la bordure nord-est du Bassin Parisien. Les sédiments du

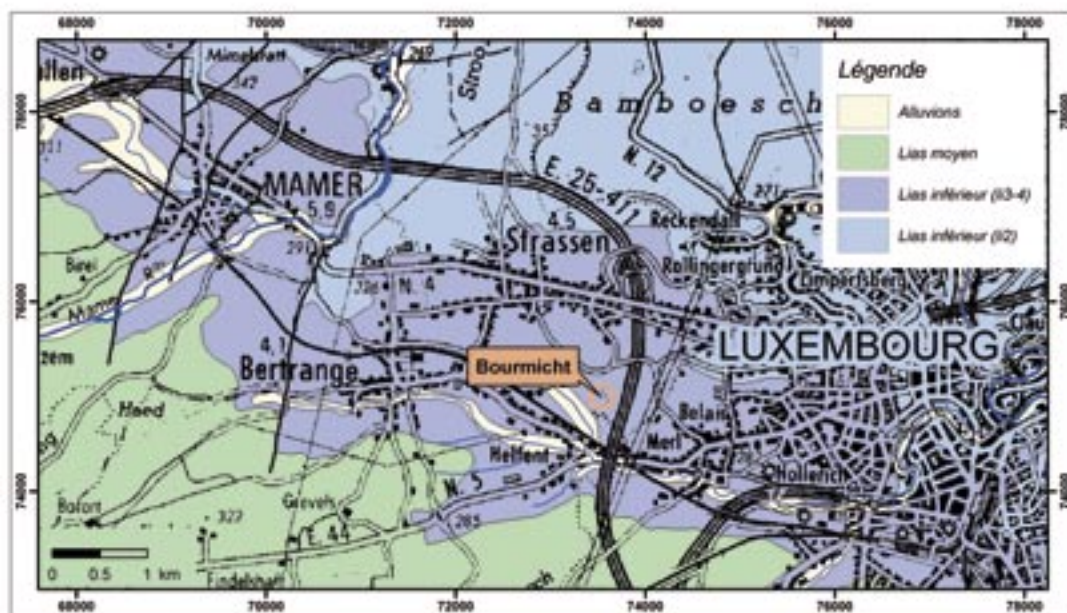


Fig. 1: Situation de l'affleurement de Bertrange. li3-4 : « Marnes pauvres en fossiles » et Marnes et Calcaires de Strassen , li2 : Grès de Luxembourg.

© Carte topographique : Adm. du Cadastre et de la Topographie, Luxembourg



Fig. 2: Aspect général du site, avec la dalle à grandes ammonites



Fig. 3: La série marne-calcaire alternante, et le fossé romain.

Lias inférieur sont ici constitués d'une alternance de lits marneux et de bancs calcaires, de teinte gris bleu, représentant dans la région les « Marnes et Calcaires de Strassen », d'âge Sinémurien inférieur (li3). Cette formation a fait l'objet d'études approfondies sur le terrain, à travers tout le Grand-Duché (Lucius 1948 ; Muller 1967 ; Bintz, Guérin-Franiatte, Mouterde & Muller 1970). Elle a aussi permis une étude paléontologique sur les gryphées (Hary 1987), les ichnofaunes (Hary 1974).

L'unité lithologique sous-jacente, le « Grès de Luxembourg » (li2), a été atteinte lors du creusement d'une large excavation dans le terrain mitoyen, à environ 4 m en-dessous des bancs fossilifères. La fouille d'un puits romain d'environ 2 m de profondeur, à l'entrée du site, a mis à jour deux bancs calcaires d'environ 20 cm d'épaisseur. Le plus profond repose sur une épaisse formation

marneuse traversée sur environ 1 m. Un autre se situe au fond d'un fossé romain collectant les eaux (Fig. 3). Un troisième banc constitue la grande dalle de surface, suivi plus loin vers le fond du terrain d'un quatrième banc formant lui aussi une large aire horizontale devenue accessible.

Les bancs calcaires présentent la particularité d'être si intensément fissurés qu'ils se débitent en parallélépipèdes, sortes de gros pavés naturels (Fig. 4). La taille de l'affleurement et son accessibilité permettent de bien suivre les bancs calcaires dans l'espace. C'est à la surface de ces deux derniers bancs qu'apparaît une exceptionnelle faune d'ammonites géantes (Fig. 5). Les interbancs marneux sont extrêmement riches en gryphées, et renferment aussi des ammonites de petites tailles (Fig. 6).



Fig. 4: Banc calcaire fissuré, se débitant en pavés.

Les ammonites de Bertrange

Elles appartiennent principalement à la famille des *Arietitidae* et sont caractérisées par leur spire évolutive, ornée de côtes simples. Le tour a une section plus ou moins quadratique et un bord ventral typiquement tricaréné et bisulqué. La ligne de suture présente de larges selles moyennement découpées. Ces *Arietitidae* se répartissent, ici, entre quatre genres.

1. Les *Coroniceras*

- *Coroniceras lyra* Hyatt, 1889.
(Guérin-Franiatte, 1966, p. 134, pl. 22-28).

L'espèce est de loin la plus abondante du site et atteint les tailles géantes de 50 et même 60 cm de diamètre. On a là, semble-t-il, les tailles maxima aujourd'hui connues pour l'espèce. Les côtes, d'abord assez serrées et tuberculées sur les tours jeunes, deviennent ensuite plus espacées et per-

dent leurs tubercules au-delà d'un diamètre de 20 cm. L'enroulement de la spire va en s'élargissant au cours de l'ontogenèse. Le bord ventral devient alors plus étroit, avec des sillons atténués (Fig. 7).

- *Coroniceras multicoatum* (J. de C. Sowerby, 1824).
(Guérin-Franiatte, 1966, p. 141, pl. 29-32).

Seuls deux exemplaires ont été reconnus. L'espèce, à tours plus épais que la précédente, conserve des sillons bien marqués jusqu'aux grandes tailles. Elle est caractérisée par sa costulation vigoureuse, à tendance rétroverse, bien tuberculée. Nos exemplaires sont de taille moyenne, environ 20 cm. L'espèce atteint en effet 40 cm en France, dans l'Auxois. Elle est identifiée, ici, pour la première fois au Grand-Duché (Fig. 8).

2. Les *Paracroniceras*

- *Paracroniceras charlesi* Donovan, 1955.
(Guérin-Franiatte, 1966, p. 153, pl. 38-42).



Fig. 5: Banc calcaire avec grandes ammonites (Arietitidae).

L'espèce est numériquement bien représentée à Bertrange où elle atteint des tailles géantes, qui semblent les maxima aujourd'hui connus avec des diamètres de 50 et même 60 cm. Les tours jeunes sont assez proches de ceux de *C. lyra*, mais plus comprimés. A partir d'un diamètre de 15 cm, la section du tour tend à devenir trigone, les sillons ventraux disparaissent. Aux grandes tailles, les côtes sont de moins en moins serrées et s'épaississent sur le bord ventral. L'enroulement de la spire va alors en se resserrant. *P. charlesi* est signalé pour la première fois au Grand-Duché.

3. Les *Pararnioceras*

- *Pararnioceras falsani* (Dumortier, 1867).
(Guérin-Franiatte, 1966, p. 210, pl. 99, 100).

Certains spécimens de Bertrange dépassent par leur gigantisme (75 cm) le maximum jusqu'alors connu pour l'espèce (50-60 cm). Ils sont pratiquement tous arrivés au stade sénile, bien caractérisé ici par des côtes qui restent vigoureuses, épaissies à leur extrémité périphérique. Le bord ventral présente la particularité d'être légèrement concave. Assez étroit, il conserve jusqu'aux grandes tailles, une carène émoussée. Les côtes deviennent alors moins serrées. L'espèce, représentée ici par de nombreux individus, n'avait pas encore été reconnue au Grand-Duché (Fig. 7).

4. Les *Arnioceras*

A côté de ces grands Arietitidae, existent de petites formes (moins de 10 cm), à ligne de suture moins découpée, récoltées plus spécialement dans les lits marneux où elles se trouvent à l'état de fragments (Fig.6).

- *Arnioceras oppeli* Guérin-Franiatte, 1966.
(Guérin-Franiatte, 1966, p. 267, pl. 143).

Les exemplaires examinés ont environ 5 cm de diamètre. Evolutes, avec un bord ventral étroit, caréné mais sans sillons, ils sont caractérisés par leurs côtes assez serrées, raides et coupantes, s'arrêtant brusquement en arrivant sur le bord externe.

- *Arnioceras semicostatum* (Young & Bird, 1828).
(Guérin-Franiatte, 1966, p. 255, pl. 137).

Spécimens d'environ 3 cm, avec spire légèrement plus évoluée que chez l'espèce précédente. Les tours sont moins comprimés et les côtes moins raides, amorçant une courbure vers l'avant sur le bord externe. Les sillons ventraux sont légèrement indiqués.

- *Arnioceras falcaries* (Quenstedt, 1858).
(Guérin-Franiatte, 1966, p. 260, pl. 140).



Fig. 6: Petites ammonites (*Arnioceras*), dans la couche marneuse à gryphées.

Echantillons de plus grande taille que les précédents (5-6 cm), caractérisés par des côtes plus ou moins arquées à leurs deux extrémités.

- *Arnioceras* sp.

Un individu de 8 cm, avec une carène et deux sillons bien marqués. La costulation est ici très particulière avec des côtes raides, serrées et fortement proverses. Ce spécimen rappelle certains *Arnioceras* figurés en Italie dans le Lias inférieur de Toscane et plus spécialement *A. insolitum* Fucini, 1902, p. 178, pl. 19, fig. 1-5.

A côté de ces Arietitidae, on a découvert un gros fragment de spire appartenant à une ammonite d'environ 30 cm de diamètre, très différente des précédentes. Le tour est lisse, aplati, avec une section ogivale (hauteur : 17,5 cm ; largeur : 6,5 cm). Les lignes cloisonnaires à selles hautes, très découpées, indiquent la famille des *Schlothei-*

miidae. L'exemplaire porte l'empreinte du tour précédent, orné d'une costulation assez serrée, légèrement proverse.

Les autres céphalopodes ne constituent qu'un élément mineur de la faune examinée sur le site :

- un beau nautilus : *Cenoceras striatum* (J. Sowerby, 1816), de 23 cm de diamètre (Fig. 9).
- quelques rostrés de Bélemnites d'environ 3,5 cm : *Nannobelus acutus* (Miller, 1826).

Position biostratigraphique du site

Les Arietitidae du site de Bertrange forment un ensemble homogène, appartenant à la zone à *Semicostatum*, Sinémurien inférieur. La faune à *Arnioceras* constitue l'élément caractérisant cette zone. Les *Coroniceras* et *Paracoriceras* très abon-



Fig. 7: *Coroniceras lyra* (a), de 42 cm de diamètre et *Pararnioceras falsani* (b), atteignant 45 et 75 cm de diamètre.

dants indiquent, à la base de la zone, la sous-zone à Lyra (= sous-zone à Charlesi). L'importante faune à *Pararnioceras* représente un élément original, spécifique à ce site. Ils côtoient les *Coroniceras* et *Paracorniceras*, alors qu'en Lorraine (Xeulley), ils apparaissent un peu plus tardivement dans la sous-zone. Il semble donc y avoir ici une légère condensation dans l'enregistrement du temps. La présence d'une grande *Schlotheimia* constitue un fait rarissime dans ces niveaux, qu'on signale pour la première fois au Grand-Duché. Une découverte comparable a été faite à Hettange-Grande et à Boust (Moselle) (Guérin-Franiatte 1988 ; Guérin-Franiatte & Hanzo 1992).

Le paléoenvironnement

Le lithofaciès

Les Marnes et Calcaires de Strassen, avec cette alternance de bancs durs calcaires et d'interbancs tendres marneux, représentent une formation analogue à celle du Calcaire à gryphées de Lorraine. Dans la série ainsi rythmée, le couple marne-calcaire constitue le cycle lithologique élémentaire, rapporté aux cycles de cinquième ordre selon la terminologie de Courel *et al.* (1997). Il suffit d'ailleurs d'une faible variation du pourcentage en carbonate de calcium dans le milieu ambiant pour créer le phénomène d'alternance. Ainsi près de Nancy, dans le Calcaire à gryphées de Xeulley, les bancs durs ont 54 à 85 % de CaCO_3 , et les interbancs tendres 32 à 62 % de CaCO_3 (Hanzo *et al.* 2000).



Fig. 8: *Coroniceras multicosatum*, de 20 cm de diamètre



Fig. 9: Nautilite : *Cenoceras striatum*, de 23 cm de diamètre .



Fig. 10: Détail d'un lit à *Gryphaea arcuata*.

Les quatre bancs calcaires observés à Bertrange ont tous une épaisseur d'environ 20-25 cm. Les formations marneuses intercalées sont plus épaisses : au moins 1 m pour la plus profonde et une quarantaine de cm pour les deux suivantes. On considère habituellement que le calcaire s'est déposé rapidement, donc enregistre un temps très court par rapport aux marnes, déposées lentement (phénomène de décantation), et correspondant à un temps plus long (Hanzo *et al.* 2000). La durée d'un cycle lithologique de cinquième ordre est estimée inférieure à 0,08 Ma (Courel *et al.* 1997). Des études sédimentologiques menées à Cattenom (Moselle) ont montré qu'à la cyclicité du lithofaciès correspond une cyclicité palynologique. En conséquence, les alternances marnes-calcaires sont aujourd'hui interprétées comme ayant une origine climatique (Hanzo *et al.* 1994, Weedon 1986).

La macrofaune

Les ammonites géantes qui caractérisent le site de Bertrange sont distribuées côte à côte au sommet des deux derniers bancs calcaires, donc orientées parallèlement à la stratification. Elles sont à l'état de moules internes, ceux-ci résultant du remplissage des coquilles par les sédiments tombés sur le

fond marin après la mort de l'animal. Les céphalopodes sont des animaux nectoniques, se déplaçant activement en haute mer. Leur enfouissement loin de leur milieu de vie, dans la zone néritique résulte d'un assez long transport des coquilles vides, et correspond à une thanatocénose. Les fragiles loges d'habitation ont été brisées. Seuls sont conservés les phragmocônes, partie cloisonnée de la coquille, emplies de gaz du vivant de l'animal. Leur grande taille indique qu'il s'agit d'individus adultes, atteignant même souvent le stade sénile. Le jeu répété des vagues et des marées est certainement l'agent responsable de ce transport vers le rivage de coquilles vides, donc flottant près de la surface. Mais une arrivée aussi massive de grands individus suggère également l'action de courants, marins ou aériens, arrivant du large et favorisant très localement cet enrichissement en coquilles dans la zone littorale. La configuration topographique de l'avant-côte a certainement joué aussi un rôle dans la rétention des coquilles en un point privilégié. Le phénomène s'est quelque peu prolongé dans le temps puisque deux bancs calcaires sont concernés.

À l'interface calcaire-marne, on a pu observer les empreintes en creux d'une multitude de petits lamellibranches (pectinidés) incrustés en position de vie dans un substrat meuble (faune autochtone)

(Fig. 8). Quelques formes de plus grande taille : *Chlamys*, *Cardinia*, *Plagiostoma giganteum* (J. de C. Sowerby, 1814) sont également présentes. Tous ces lamellibranches témoignent d'une sédimentation en milieu calme, dans la zone infralittorale.

Les gryphées (*Gryphaea arcuata* Lamarck, 1801) sont présentes dans les calcaires mais se révèlent plus abondantes dans les interbanes marneux où elles forment, à l'affleurement, une véritable couche à gryphées. On y trouve aussi des fragments de petites ammonites (*Arnioceras*). La plupart des coquilles sont abimées, de tailles diverses et disposées en tous sens, ce qui indique un transport *post mortem*. Les plus grands individus atteignent une longueur de 5 et 6 cm, pour une hauteur de 2,9 à 3,2 cm (Fig. 10). Ils correspondent à la forme de grande taille, étroite, à coquille épaisse et à taux de croissance élevé, qui caractériserait un milieu ambiant relativement froid (Nori 1999).

Les gryphées sont des bivalves côtiers hémisédentaires, considérées aujourd'hui comme vivant avec la valve gauche légèrement enfoncée dans le fond marin (Nori 1999). Il leur fallait donc, pour conserver une stabilité compatible avec la vie, un biotope à faibles courants (inférieurs à 12 cm/seconde selon Hallam 1968) et à taux de sédimentation peu élevé. Installées à proximité du rivage, une légère augmentation du niveau énergétique du milieu (tempêtes par exemple) suffisait pour les dégager du substrat et les rassembler un peu plus loin. Les coquilles sont généralement désarticulées en raison de ce transport *post mortem*. Certaines ont toutefois conservé leurs deux valves connectées, ce qui peut être interprété comme un transport du vivant de l'animal, le muscle adducteur maintenant alors associées les deux valves (Nori 1999). Toutes sont peu usées, ce qui témoigne d'un transport et d'un remaniement peu importants sur l'avant-côte.

Conclusions

L'affleurement temporaire de Bertrange s'inscrit comme un point nouveau au sein de l'inventaire des coupes connues dans la formation des Marnes

et Calcaires de Strassen, au Grand-Duché. Selon Berners (1985) cette série rythmique se serait formée à des profondeurs dépassant 10-15m. Les variations bathymétriques qui restent sans doute de faible amplitude, ont une répercussion sur la microfauve (Bock & Muller 1989). Ainsi les couches péliques de base de séquence, riches en foraminifères, indiquent un paléoenvironnement plus profond et plus ouvert que les couches calcaires du sommet de séquence, où ce sont les ostracodes qui dominent.

En ce qui concerne le Lias inférieur au Grand-Duché, c'est dans l'Hettangien, que certaines concentrations d'ammonites ont été signalées. Ainsi, on connaît le banc à *Caloceras* de Kopstal à l'Hettangien inférieur (Guérin-Franiatte & Muller 1979), les couches à *Alsatites* et *Waehneroceras* du Findel à l'Hettangien moyen (Berners, Guérin-Franiatte & Muller 1985). La dalle à ammonites dégagée sur deux niveaux à Bertrange se situe cette fois dans le Sinémurien inférieur et se présente comme l'affleurement le plus spectaculaire, à cause du gigantisme des spécimens.

Un rassemblement analogue d'ammonites apparaît aussi dans le Sinémurien inférieur d'Hettange, mais la surface en question (niveau 46) reste peu dégagée (Guérin-Franiatte & Hanzo 1992). Elle se situe plus haut dans la zone à *Semicostatum*, à la base de la sous-zone à *Scipionianum*. Il s'agit d'une faune quasi monospécifique à grands *Coroniceras laugierii* Guérin-Franiatte, 1966, ce qui amène à penser que les individus d'une même espèce vivaient probablement en groupe. La dalle de Bertrange se singularise donc par une faune plus diversifiée, sans doute parce que rassemblée durant un laps de temps plus long. Elle comporte quatre espèces d'ammonites qui n'avaient pas encore été signalées dans le Sinémurien inférieur du Grand-Duché. Malheureusement, les constructions prévues vont rapidement faire disparaître le site.

Reçu le 17/06/2003

Références bibliographiques

- Berners H.P. 1985 – Der Einfluss der Siercker Schwelle auf die Faziesverteilungen mesokänozoischer Sedimente in NE des Pariser Beckens. *Dissertation, RWTH Aachen, multigr.* : 321 p.
- Berners H.P., Guérin-Frانيatte S. & Muller A. 1985 – L'ensablement de l'Hettangien au Luxembourg : la coupe-type du Findel, aéroport de Luxembourg. *Cahiers Univ. cath. Lyon*, **14** : 213-230, 3 pl.
- Bintz J., Guérin-Frانيatte S., Mouterde R. & Muller A. 1970 – Résultats des recherches géologiques faites sur les tranchées du S.E.B.E.S. Tronçon Eschdorf-Nospelt, Nospelt-Rebiérg, Nospelt-Bridel. *Publ. Serv. géol. Luxembourg*, **20** : 1-83, 5 pl.
- Bock H. & Muller A. 1989 – Environnements sédimentaires et écologiques dans le quart NE du Bassin parisien au Trias terminal et au Lias inférieur. *Atti 3° Simp. Ecologia Paleocol. Comunità bentonica Catania* : 157-178.
- Courel L., Rey J., Cotillon P., Dumay J., Mauriaud P., Rabiller P. & Raynaud J-F 1997 – Lithostratigraphie. In : Stratigraphie, terminologie française. *Rev. éd., Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf.*, **19** : 164 p.
- Donovan D.T. 1955 – Révision des espèces décrites dans la « Monographie des Ammonites » (Lias inférieur) de P. Reynès. *Mém. Soc. géol. Fr., Paris*, **34**, n.s. (73) : 47 p, 2 pl.
- Dumortier E. 1867 – Etudes paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône. *Savoy, Paris*, 2^{ème} partie, Lias inférieur : 256 p, 50 pl.
- Fucini A. 1902 – Cefalopodi liassici del Monte di Cetona. Parte seconda. *Pal. italica*, Pisa, **8** : 131-217, 15 pl.
- Guérin-Frانيatte S. 1966 – Ammonites du Lias inférieur de France, Psiloceratidae : Arietitidae. *C.N.R.S. éd., Paris*, 2 vol. : 455 p, 231 pl.
- Guérin-Frانيatte S. 1988 – Corrélations biostratigraphiques dans le Lias inférieur du Bassin parisien. Rapports avec l'ensemble du NW européen. 2nd Intern. Symp. *Jurassic Stratigr., Lisboa* : 85-100, 2 pl.
- Guérin-Frانيatte S. & Hanzo M. 1992 – La base du Sinémurien dans la région d'Hettange, N.-E. France : biozonation. *Bull. Inf. Géol. Bassin Paris*, **29**, 2 : 15-20, 1 pl.
- Guérin-Frانيatte S., Hary A. & Muller A. 1995 – Paléoenvironnements et facteur temps : observations dans le Lias inférieur du Nord-Est du Bassin Parisien. *Geobios, M.S.* **18** : 207-219, 1 pl.
- Guérin-Frانيatte S. & Muller A. 1979 – Présence d'un niveau à *Caloceras* (Ammonites de l'Hettangien inférieur) à Kopstal dans le Grès de Luxembourg. Description d'une espèce nouvelle : *Caloceras luxemburgense* n. sp. *C. R. som. Soc. géol. Fr., Paris*, **3** : 125-128.
- Hallam A. 1968 – Morphology, palaeoecology and evolution of the genus *Gryphaea* in the British Lias. *Philosophical Trans. Royal Soc. London, B*, **234** : 91-128.
- Hanzo M., Lathuilière B. & Peniguel L. 1994 – L'alternance calcaire-marne d'origine climatique établie pour la formation du Calcaire à gryphées (Lorraine, France). *C. R. Acad. Sci., Paris*, **319**, 2 : 915-920.
- Hanzo M., Lathuilière B., Almeras Y., Dagallier G., Guérin-Frانيatte S., Guillocheau F., Huault V., Nori L. & Rauscher R. 2000 – Paléoenvironnements dans le Calcaire à gryphées du Lias de Lorraine, de la carrière de Xeuilley au Bassin parisien. *Eclogae geol. Helv.*, Basel, **93** : 183-206.
- Hary A. 1974 – Inventaire des traces d'activité animale dans les sédiments mésozoïques du territoire luxembourgeois. *Publ. Serv. Géol. Luxembourg*, **23** : 91-175, 20 pl.
- Hary A. 1987 – Epifaune et endofaune de *Liogryphaea arcuata* (Lamarck). Contribution à l'écologie des populations de *Liogryphaea arcuata* (Lamarck) dans le Sinémurien du NE du Bassin de Paris. *Trav. scient. Musée Hist. nat. Luxembourg*, **10** : 1-77, 13 pl.
- Hyatt A. 1889 – Genesis of the Arietidae. *Smithson. Contr. Knowl., Washington*, (673) & *Mem. Mus. comp. Zool. Harvard*, Cambridge (USA), **26** (3) : 238 p, 14 pl.
- Lamarck J.P. 1801 – L'histoire naturelle des animaux sans vertèbres. *Verdière éd.*, **6** : 432 p.
- Lucius M. 1948 – Das Gutland. Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Luxemburgs. *Publ. Serv. Géol. Luxembourg*, **5** : 350 p.
- Muller A. 1967 – Die Mergel und Kalke von Strassen. Eine stratigraphische Studie zur Ausbildung des Sinémurien s. str. in Luxembourg. *Publ. Serv. Géol. Luxembourg*, **17** : 1-136, 3 pl.
- Nori L. 1999 – Forme et environnement de *Gryphaea arcuata* dans le contexte du Sinémurien inférieur de Xeuilley (Lorraine). *Mém. Dipl. Rech. Doctorale, Univ. Nancy 1* : 178 p.
- Quenstedt F.A. 1858 – Der Jura. *Laupp*, Tübingen : 842 p., atlas 100 pl.
- Sowerby J. & J. de C. 1812-1846 – The Mineral Conchology of Great Britain. *Arding*, London, **1-7** : 827 + 590 p, 648 pl.
- Weedon G.P. 1986 – Hemipelagic shelf sedimentation and climatic cycles : the basal Jurassic (Blue Lias) of South Britain. *Earth and planet. Sci. Lett.*, **76** : 321-335.

Young.M. & Bird J. 1828 – A geological survey of the Yorkshire Coast : describing the strata and fossils accuring between the Humber and the Tees, from the German Ocean to the Plain of York. 2nd ed., Whitby : 368 p., 17 pl.

Biostratigraphie dans le Lias du Grand-Duché de Luxembourg: le sondage de Capellen

Simone Guérin-Franiatte

33, rue de la Persévérance
F - 54500 Vandoeuvres-lès-Nancy, France.

Résumé

Cinq forages, profonds de 100 m, effectués dans l'Ouest du Grand-Duché près de Capellen ont permis de dresser le log lithologique de quatre formations appartenant au Lias inférieur et moyen. On présente ici l'analyse des faunes d'ammonites extraites des carottes de l'un de ces sondages. Ces ammonites permettent d'établir une biozonation fine des formations traversées. La base du Carixien est pour la première fois paléontologiquement identifiée au Grand-Duché et la puissance totale de l'étage est établie, pour ce point précis. On observe que la base et le sommet des « Marnes et calcaires de Strassen » correspondent à des divisions biostratigraphiques. Les ammonites nouvellement identifiées au Luxembourg s'intègrent dans les faunes connues à travers la province nord-ouest européenne.

Mots-clés : Biostratigraphie, Ammonites, Lias, Capellen, G.-D. Luxembourg.

Introduction

Au Grand-Duché de Luxembourg, au cours de l'année 1994, le Service Géologique des Ponts & Chaussées a fait effectuer une série de cinq sondages carottés entre la capitale et la frontière belge, au Sud de la localité de Capellen. Il s'agissait d'une étude préliminaire concernant le projet de création d'une décharge industrielle sur le site Haebicht. Les travaux ont été conduits par la société WPW Geoconsult (Saarbrücken), en bordure sud de l'autoroute E 25/ E411, à la hauteur de l'aire de service Capellen (Fig. 1).

Ces sondages traversent les couches fossilifères du Lias sur une hauteur d'environ 100 m. Ils sont assortis de diagraphies indiquant, tout le long des forages, la radioactivité naturelle, la résistivité et la teneur en hydrogène des sédiments. Ces diagraphies ont permis de dresser un log lithologique pour chaque forage (Fig. 2).

Les carottes extraites ont un diamètre de 10 cm et renferment des fossiles. On propose donc ici un

examen détaillé de la faune d'ammonites récoltée dans l'un de ces sondages. L'intérêt est d'avoir une coupe continue permettant un bon découpage biostratigraphique des formations traversées. Le sondage BK 4A, déposé à la réserve géologique du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, a été retenu pour cette étude.

Le profil Haebicht: la série biostratigraphique

Le point BK 4A se situe sur le site Haebicht, à une cinquantaine de mètres de l'autoroute : Y (Est) = 65751.8, X (Nord) = 77476.0, à la cote t.n. 311,82. Le sondage atteint la profondeur de 102 m et traverse quatre formations lithologiques. Au sommet, les 3,50 premiers mètres correspondent au sol et à la découverte. On examinera la succession des faunes d'ammonites récoltées, de bas en haut, c'est-à-dire en suivant l'ordre chronologique du dépôt sédimentaire (Fig. 3).

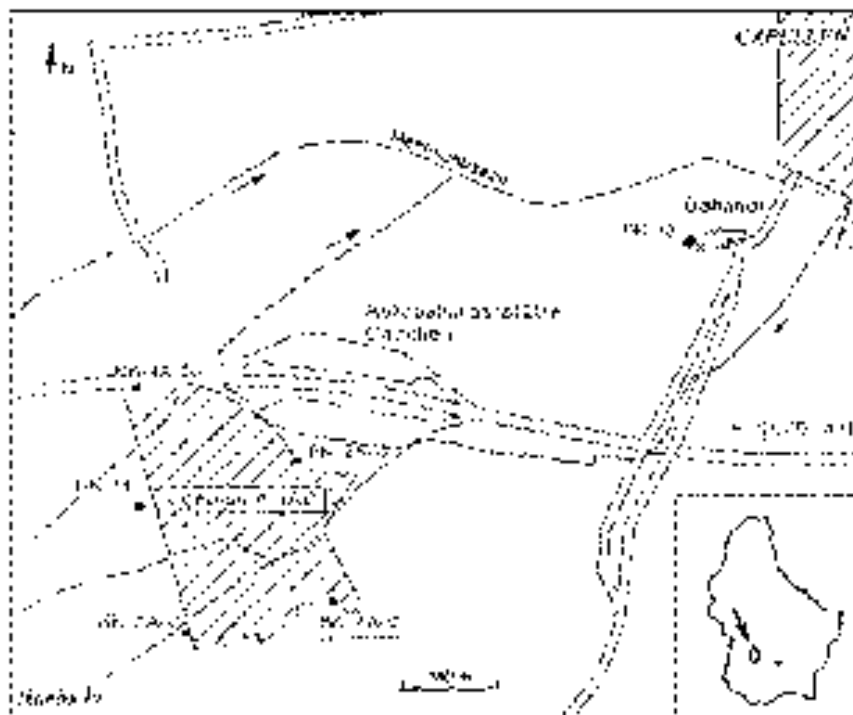


Fig. 1 : Localisation du site Haebicht au sud de Capellen, avec emplacement des 5 forages (documents du Service Géologique des Ponts & Chaussées de Luxembourg).

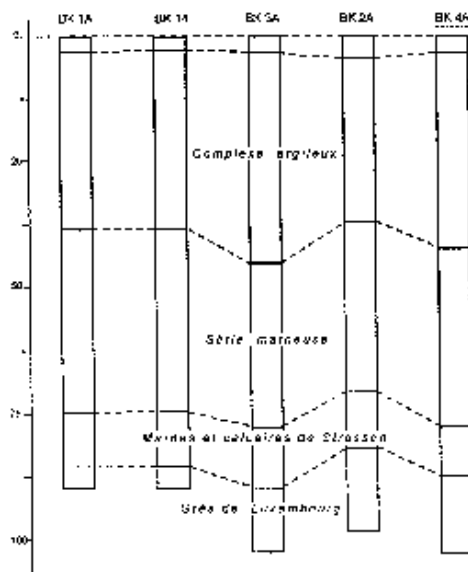


Fig. 2 : Coupes lithologiques des 5 sondages montrant les corrélations entre les formations traversées (d'après les documents du Service Géologique des Ponts & Chaussées de Luxembourg).

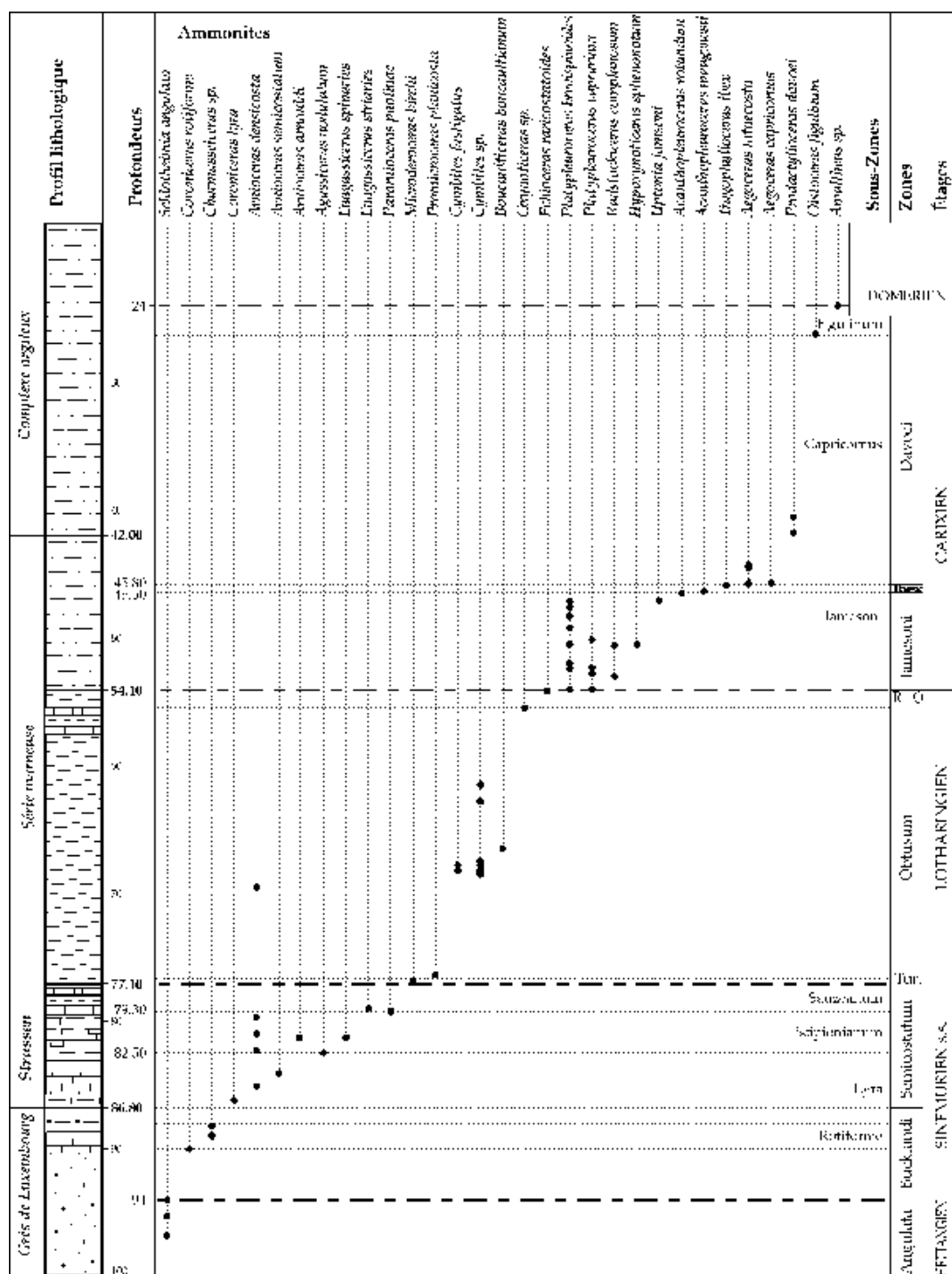


Fig. 3 : La série lithostratigraphique relevée dans le sondage BK 4A. Localisation des ammonites identifiées. Biozonation.

1. Le « Grès de Luxembourg »

Cette grande formation lenticulaire, donnant un faciès très particulier au Lias inférieur du Grand-Duché, peut atteindre une puissance de 100 m. Depuis Lucius (1948), elle a fait l'objet de nombreuses recherches sur le terrain (Bintz & Muller 1966, Bintz, Guérin-Franiatte, Mouterde & Muller 1970, Maubeuge 1987 et 1974 avec liste exhaustive des travaux antérieurs de l'auteur sur la question). Berners (1983) a proposé un schéma résumant l'édification des barres sableuses qui composent ce grès. D'autres données correspondent aux études de Berners, Guérin-Franiatte & Muller 1985, Guérin-Franiatte & Muller 1986, Guérin-Franiatte, Hary & Muller 1991, 1995.

Dans le sondage, la formation est représentée par

une suite assez variée de bancs de grès dur plus ou moins crevassé, allant du gris clair au gris foncé. Cette série a été carottée sur une hauteur de 13,20 m de la cote -100 à -86,80.

a) Des *Schlotheimia angulata* (Schlotheim) à l'état de mauvaises empreintes apparaissent sur une hauteur de 4,60 m, entre -98,60 et -94 m. A -95,40 m une passée d'argile noire, micacée, a fourni un spécimen très typique, avec côtes en chevrons sur le bord externe, mesurant 25 mm de diamètre (Guérin-Franiatte 1990). Ces *Schlotheimia* indiquent la partie supérieure de l'étage Hettangien : la zone à *Angulata*.

La biozonation utilisée ici (Fig. 4) est celle de l'échelle biochronologique standard de Dean, Do-

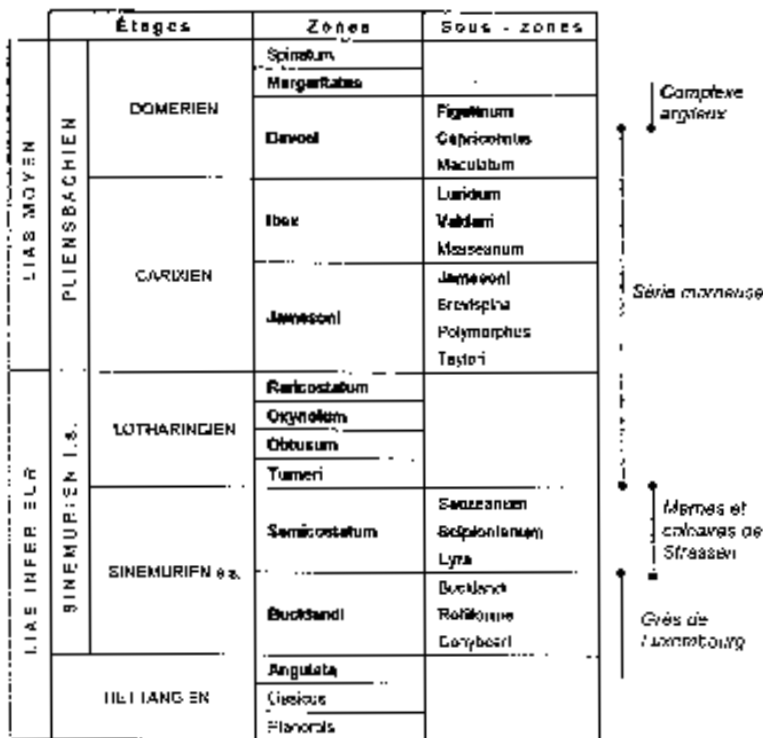


Fig. 4 : Echelle biochronologique de référence pour le Lias inférieur et moyen. En caractères gras, les zones et sous-zones reconnues dans le sondage. Le détail des sous-zones n'est donné que pour les zones où il a été possible de bien préciser la position stratigraphique des ammonites recueillies. Position respective des 4 formations traversées par le sondage.

novan & Howarth 1961, réactualisée par Büchner *et al.* 1980 et les travaux de Bloos & Page 1998a, 1998b. On verra que, dans le log de ce sondage, l'identification des zones et même de certaines sous-zones a été possible. Mais la faune recueillie ne permet pas d'affiner jusqu'à la notion d'horizon (Groupe Français d' Etude du Jurassique 1997).

b) Entre -94 et -90 m, le grès qui devient particulièrement fendillé, n'a pas livré d'ammonites. Cet intervalle de 4 m correspond manifestement aux couches de base du Sinémurien. En effet, au-dessus apparaît un banc plus calcaire, dur, gris clair, épais de 1,80 m (-90 à -88,20) qui contient des gryphées et des empreintes d'ammonites du Sinémurien : *Coroniceras rotiforme* (Sowerby), avec de grosses côtes arquées, recueilli à -90 m, et des *Charmasseiceras* présents à -89 et -88,20 m. Ces ammonites (Arietitidae et Schlotheimiidae) caractérisent la partie moyenne de la zone à Bucklandi : la sous-zone à Rotiforme.

c) La fraction gréseuse va ensuite en décroissant et la formation s'achève avec 1,40 m de bancs plus argileux, feuilletés, sombres, assez friables (-88,20 à -86,80) et contenant des gryphées, des pectinidés et des rhynchonelles. Ils correspondent à la partie supérieure de la zone à Bucklandi. Celle-ci a donc une épaisseur totale de 7,20 m (-94 à -86,80). A la base, la sous-zone à Conybeari peut être estimée à environ 4 m. Puis, la sous-zone à Rotiforme a été paléontologiquement reconnue sur 1,80 m. Au sommet, la sous-zone à Bucklandi aurait environ 1,40m.

Le Grès de Luxembourg (li 2) incluant, dans sa partie supérieure, le faciès de transition (Bintz *et al.*, 1970) monte donc ici dans le Sinémurien et affecte toute la zone à Bucklandi. A Hettange-Grande (Moselle), il existe également un faciès de transition à la base du Sinémurien. Il s'observe sur une hauteur de plus de 3 m et affecte la zone à Bucklandi mais aussi la suivante, celle à Semicostatum (Guérin-Franiatte & Hanzo 1992).

2. Les « Marnes et calcaires de Strassen »

L'apport sableux cesse et une formation marno-calcaire s'installe, épaisse de 9,70 m (-86,80 à 77,10). C'est une série rythmique où alternent marnes tendres et bancs calcaires durs (Muller 1967). Les ammonites sont relativement fréquentes à la surface de ces derniers. Cette série correspond aux niveaux à *Belemnites brevis* de la carte géologique du Luxembourg.

a) Au niveau -86,20, dans un calcaire dur, on a recueilli un fragment de tour, haut de 20 mm, portant les côtes serrées et tuberculées de *Coroniceras lyra* Hyatt, ainsi qu'un nucleus entièrement lisse d'un *Arnioceras* de 10 mm de diamètre. La base de la zone à Semicostatum avec la sous-zone à Lyra est ainsi paléontologiquement identifiée. Le genre *Arnioceras* est bien représenté dans les niveaux sus-jacents avec *A. densicosta* (Quenstedt) en -85,10, *Arnioceras* juv. en -84,70, *A. semicostatum* (Young & Bird) en -84,10. Ces niveaux renferment également des gryphées, des *Pinna* (-84,70), des rhynchonelles (-84,30), de petites *Lima* (-84,20), des bélemnites et des pectinidés (-84).

b) Dans le banc calcaire du niveau -82,50, apparaît une ammonite involute, à section aiguë : *Agassicerias nodulatum* (Buckman). On trouve un autre *Agassicerias* en -82,20. Le genre caractérise la partie moyenne de la zone à Semicostatum, la sous-zone à Scipionianum.

Le niveau -81,30 a livré *Euagassicerias spinaries* (Quenstedt), de 50 mm de diamètre, avec des côtes peu serrées, légèrement rétroverses et fortement tuberculées. L'espèce est considérée comme appartenant également à la sous-zone à Scipionianum.

Les *Arnioceras* sont toujours abondants avec des *A. densicosta* de 30 à 40 mm de diamètre (-82,30 ; -81 ; -79,70). Un grand *Arnioceras arnouldi* (Dumortier) à costulation aiguë est à signaler en -81,30. On peut aussi mentionner la présence d'une lumachelle à bivalves du genre *Mactromya* en -82,30, des rhyn-

chonelles et grandes *Lima* en -80,30.

c) En -79,30 et en -79,20 apparaît un *Pararnioceras paolinae* (Reynès) de 35 mm de diamètre, évolutive, à côtes raides et serrées. Cet Arietité est habituellement connu dans la sous-zone à Sauzeanum. Il en est de même pour *Euagassicerias striarieris* (Quenstedt) qui porte une légère arête ventrale, et se trouve au niveau -79 (Guérin-Franiatte 1966).

Biostratigraphiquement, les Marnes et calcaires de Strassen correspondent donc à la zone à Semicostatum qui est ici paléontologiquement complète (li 3). La sous-zone à Lyra est la plus épaisse avec 4,30 m de sédiments (-86,80 à -82,50). La sous-zone à Scipionianum a une puissance de 3,20 m (-82,50 à -79,30). La sous-zone à Sauzeanum atteint 2,20 m (-79,30 à -77,10).

L'ensemble des zones à Bucklandi et Semicostatum correspond au Sinémurien s.s. Il a ici une épaisseur d'environ 17 m. Notons pour comparaison qu'il est de 11,50 m à Xeulilly, près de Nancy (Hanzo et al. 2000) et atteint 35,50 m dans l'épaisse série de Cattenom, près de Thionville (Hanzo & Guérin-Franiatte 1985).

3. L'épaisse série marneuse centrale

Du niveau -77,10 au niveau -42, s'installe une importante série de marnes et argilites, épaisse de 35,10 m et riche en ammonites. On la divise ici en deux parties.

L'ensemble inférieur lotharingien : 23 m (-77,10 à -54,10).

Les relevés diagraphiques indiquent la présence, tout au long de la coupe, de nombreux petits épisodes calcareux dont le plus important se situe aux environs de -57,50.

a) En -76,90 apparaît un *Microderoceras birchi* (Sowerby) de 25 mm de diamètre, fortement tuberculé. L'ammonite caractérise la base du Lotharingien sensu Haug, c'est-à-dire la zone à Turneri.

ringien sensu Haug, c'est-à-dire la zone à Turneri.

b) Au niveau -76,4, on trouve *Promicroceras planicosta* (Sowerby), ammonite-guide en Lorraine, de la formation dite « Argiles à Promicroceras » qui correspond à la zone à Obtusum. Un dernier *Arnioceras densicosta*, de 30 mm de diamètre, a encore été identifié au niveau -69,50. Plus haut des *Cymbites* apparaissent dans les niveaux -68,50 ; -68,20 ; -67,80 ; -67,50 ; -62,80 ; -61,50. Ce sont de petites ammonites lisses, globuleuses. L'espèce *fastigatus* Schindewolf portant quelques costules a été identifiée en -68,20 et -67,80 (taille 14 mm). Au niveau -66,50 apparaît un dernier Schlotheimiidé du Lotharingien, *Boucaulticeras boucaultianum* (d'Orbigny), avec de très fines côtes en faisceaux de 4 partant d'un ombilic punctiforme (taille : 30 mm). Il appartient également à la zone à Obtusum.

c) En -55,50, on trouve un petit *Oxynoticeras* de 15 mm, montrant la présence de la zone à Oxy-notum.

d) En -54,20 ; -54,15 ; -54,10 arrivent des *Echioceras raricostatoïdes* (Vadaz) caractérisant la zone à Raricostatum.

Les niveaux a et b correspondent aux « Argiles à Promicroceras », ou « Marnes lotharingiennes », appelées aussi « Marnes pauvres en fossiles » (Fossilarme Tone des auteurs allemands), c'est-à-dire aux couches à *Xipheroceras dudressieri* de la carte géologique du Luxembourg. Entre ces deux niveaux marneux a et b peut s'intercaler un banc dur, le Betakalk des auteurs allemands (zone à Obtusum) qui n'a pas été reconnu dans le sondage.

Les niveaux c et d, plus calcaires, correspondent au « Calcaire ocreux » de Lorraine, c'est-à-dire aux couches à Raricostatum de la carte géologique du Luxembourg.

L'ensemble de ces quatre niveaux représente, au sein de l'étage Sinémurien s. l., le sous-étage Lotharingien, ici paléontologiquement complet (li4).

L'ensemble supérieur carixien : 12,10 m (-54,10 à -42).

La sédimentation devient plus régulièrement marneuse. Les ammonites sont abondantes et mieux conservées.

a) Au niveau -54,50 apparaissent les premiers Polymorphitidés, avec le genre *Platyleuroceras* qui domine sur une hauteur de 6,90 m (-54,05 à -47,15). On a identifié 2 espèces : *P. brevispinoides* (Tutcher & Trueman) à flancs faiblement bituberculés mesurant environ 60 mm (niveaux -54,05 ; -52,40 ; -52 ; -50,50 ; -49,20 ; -48,30 ; -48,05 ; -47,60 ; -47,50 ; -47,30 ; -47,20 ; -47,15) et *P. caprarium* (Quenstedt) plus évolutive, à côtes légèrement rétroverses mesurant environ 25 mm (niveaux -54 ; -52,80 ; -52,35 ; -50,15). Ces ammonites caractérisent la base du Carixien : la zone à Jamesoni.

On peut également signaler la présence des tout derniers Oxynoticeratidés avec *Radstockiceras complanosum* (Simpson), à la taille de 50 mm, avec un ombilic punctiforme (en -53 et -50,60) et *Hypoxynoticeras sphenotum* (Monke), à la taille de 25 mm, avec un ombilic bien ouvert (en -50,50).

Enfin, l'espèce-index de la zone, *Uptonia jamesoni* (Sowerby) a été identifiée au niveau -47,10. C'est un exemplaire de 40 mm, à côtes proverses, non tuberculées avec un tour assez haut. Elle indique plus précisément le sommet de la zone : la sous-zone à Jamesoni.

L'épaisseur de la zone à Jamesoni peut être estimée à 7,50 m (de -54,05 à -46,55).

b) Au niveau -46,55 arrive le genre *Acanthopleuroceras* avec *A. rotundum* (Tutcher & Trueman) à côtes très serrées sur les tours internes, à la taille de 35 mm (-46,55 ; -46,50) et *A. maugenesti* (d'Orbigny) à côtes moins serrées, à la taille de 65 mm (-46,35). Ces ammonites appartiennent à la partie moyenne de la zone à Ibex : la sous-zone à Valdani.

Plus haut (-45,90), on trouve le fossile de zone : *Tragophylloceras ibex* (Quenstedt) qui marque le

sommet de la zone : la sous-zone à Luridum. Il s'agit d'une ammonite de 50 mm montrant les grosses côtes crénelant le bord externe et la ligne de suture cloisonnaire caractéristique des Phylloceratidés.

L'épaisseur de la zone à Ibex est d'environ 0,75 m (de -46,55 à -45,80). L'ensemble marneux correspondant aux zones à Jamesoni et Ibex représente les « Marnes à Zeilleria numismalis » (Maubeuge, 1955), avec ici une épaisseur de 8,25 m. Ces marnes sont assez mal représentées en Lorraine centrale, voire souvent quasi inexistantes (Laugier, 1971). Il semble d'ailleurs en être de même en de nombreux points, au Grand-Duché. La carte géologique du Luxembourg et l'article de Bintz, Hary & Muller (1973) ne mentionnent aucune formation entre les niveaux à *Raricostatum* et ceux à Davoei. On est donc ici interpellé sur l'existence d'un environnement propice, localement, au dépôt de cet important épisode marneux basal, bien délimité. Ces marnes du Carixien inférieur, dites « Marnes à *Zeilleria numismalis* », existent aussi en Lorraine septentrionale où le Lias est épais. Elles ont été estimées à 7,50 m dans le sondage de Cattenom, mais elles n'ont pas livré d'ammonites (Hanzo & Guérin-Franiatte 1985).

c) Au niveau -45,80 arrivent les premiers Liparoceratidés avec le genre *Aegoceras* présent sur une hauteur de 1,50 m, jusqu'en -44,30. *A. lataecosta* (Sowerby) est l'espèce la plus abondante, mesurant environ 60 mm (niveaux -45,80 ; -45,70 ; -44,55 ; -44,50 ; -44,45 ; -44,30). Elle est accompagnée de *A. capricornus* (Schlotheim) plus évolutive, à côtes plus serrées, (-45,75 et -45,70). Ces ammonites appartiennent à la zone à Davoei et indiquent plus précisément sa partie moyenne, la sous-zone à Capricornus.

4. Le complexe argileux supérieur

A partir du niveau -42, et jusqu'en -3,50, le dépôt sédimentaire, plus argileux que précédemment, forme une longue série monotone où les fossiles

sont rares.

a) La base de la formation est marquée par l'arrivée de *Productylioceras davoei* en -41,80 et -40,55.

Après une longue section de 14,60 m, où les carottes n'ont pas livré d'ammonites, apparaît en -26,20 un petit *Oistoceras figulinum* (Simpson) de 15 mm, à côtes fines et serrées. Il marque la partie supérieure de la zone à Davoei : la sous-zone à Figulinum.

En -24 apparaissent les premières Amalthées (base du Domérien). La zone à Davoei aurait donc une épaisseur totale d'environ 21,80 m de (-45,80 à -24). A cheval sur les formations 3 et 4 du sondage, elle englobe à la base les « Calcaires à Davoei » et au-dessus la série des Marnes feuilletées, Marnes à ovoïdes et Marnes à septaria, mentionnées sur la carte géologique du Grand-Duché et qui n'ont pas fourni de fossiles.

L'étage Carixien (Im1), avec une épaisseur totale d'environ 30 m est donc paléontologiquement complet avec ses trois zones (Jamesoni, Ibex, Davoei) bien repérées in situ par la faune d'ammonites. Le Carixien de Capellen se singularise donc par deux faits, bien particuliers pour le Grand-Duché, et jusqu'alors inédits :

- l'existence des couches basales à Jamesoni et Ibex (8,25 m),

- l'épaisseur considérable de la zone à Davoei (21,80 m) qui ne se limite pas au seul banc calcaire renfermant le fossile de zone.

b) Selon notre échantillonnage, le Domérien (Im2) débiterait à la cote -24 avec les « Argiles à Amalthées » c'est-à-dire la zone à Margaritatus. Ces argiles sont particulièrement feuilletées et friables des niveaux -22 à -18. Puis au-dessus, viennent des couches plus indurées mais qui n'ont pas fourni d'ammonites. Un épisode très friable, de teinte jaunâtre, apparaît entre -6 et -4 m, également sans fossiles. Selon nos observations, la coupe se termine donc dans la zone à Margaritatus, les niveaux à

Pleuroceras spinatum n'ayant pas été identifiés.

Conclusions

Le sondage de Capellen-Haebicht, qui débute dans le Domérien (argiles à Amalthées) et atteint l'Hettangien supérieur (Grès de Luxembourg) présente donc une coupe continue à travers le Lias inférieur et moyen. Les ammonites identifiées tout le long de la série permettent d'établir une biozonation fine dans ces 100 m de sédiments et ainsi de dater paléontologiquement les différentes formations reconnues par diagraphies. A la série lithostratigraphique de base, on peut maintenant superposer une série biostratigraphique.

Résultats biostratigraphiques

A la base du sondage, le « Grès de Luxembourg » appartient à la zone à Angulata (Hettangien supérieur) et à la zone à Bucklandi (Sinémurien inférieur). La limite entre les étages Hettangien-Sinémurien se situe en -94 et ne correspond donc pas à une limite nette entre deux formations sédimentaires. Ce fait, signalé en divers endroits dans l'Ouest du Grand-Duché depuis Lucius (1948) et qui a été sujet à polémique (Maubeuge), est donc retrouvé ici. On a noté vers la base du Sinémurien, l'apparition de bancs calcaires et plus haut la diminution de l'apport sableux. Ces deux éléments suggèrent l'arrivée d'un faciès de transition sinémurien (Bintz *et al.* 1970).

Au-dessus, les « Marnes et calcaires de Strassen » correspondent à l'ensemble de la zone à Semicostatium. On voit bien coïncider ici (niveau -86,80) limite lithologique et limite de biozone. Avec les Marnes et calcaires de Strassen se termine le Sinémurien s.s.

Les premières marnes sus-jacentes appartiennent à la zone à Turnerii, base du Lotharingien. Ces marnes lotharingiennes dites « pauvres en fossi-

les » au niveau des zones à Turneri et Obtusum, deviennent plus fossilifères au niveau des zones à Oxynotum et Raricostatum. Ici, seul le niveau à Raricostatum est bien marqué (-54,10).

Entre le Lotharingien (Sinémurien supérieur) et le Carixien, on n'observe pas de grand changement sédimentaire. Seule l'arrivée d'ammonites caractéristiques permet de reconnaître la base de l'étage Carixien au sein de la grande série marneuse centrale. Celle-ci englobe, dans sa partie supérieure, les zones à Jamesoni, Ibex et une partie de la zone à Davoei.

La zone à Davoei se prolonge largement dans le complexe argileux supérieur. Il apparaît donc que la limite entre le sommet du Carixien et la base du Domérien ne correspond pas, non plus, à une coupure lithologique. C'est par la présence d'ammonites-guides qu'on a un repère significatif.

Les dernières ammonites identifiées appartiennent à la zone à Margaritatus.

Intérêt paléontologique

Parmi les ammonites identifiées ici, beaucoup sont classiquement connues et utilisées comme fossiles-guides dans le Lias du Grand-Duché. On peut citer : *Schlotheimia angulata* à l'Hettangien, *Coroniceras rotiforme*, *Coroniceras lyra*, les *Arnioceras* dans le Sinémurien, les *Oxynoticeras* et *Echioceras* dans le Lotharingien, *Aegoceras capricornus* et *Deroceras davoei* dans le Carixien, *Amaltheus margaritatus* dans le Domérien.

Par contre, d'autres ammonites qui n'ont jamais été récoltées sur le terrain, par manque d'affleurements adéquats, ont été identifiées dans les carottes du sondage et sont signalées pour la première fois au Luxembourg.

Ainsi dans la partie supérieure des Marnes et calcaires de Strassen, qui n'a pas été traversée par les coupes du S.E.B.E.S., on peut citer : *Agassiceras nodulatum*, *Euagassiceras spinaries*, *Arnioceras arnouldi*,

Pararnioceras alcinoe qui marquent le sommet de la zone à Semicostatum.

Plus haut, le sondage traverse d'importantes séries marneuses qui sont mal datées sur le terrain et pour lesquelles on a même utilisé abusivement la désignation de « Marnes pauvres en fossiles ». Ce terme, quand il est pris en tant que nom de formation, ne doit en fait s'appliquer, selon le sens strict originel, qu'à une formation marneuse précise, à la base du Lotharingien, groupant les zones à Turneri et Obtusum. Dans ces niveaux dits « pauvres en fossiles », on trouve habituellement des *Promicroceras planicosta*, ce que confirme ce sondage.

Les marnes du Carixien basal sont plus fossilifères que les précédentes et présentent à Haebicht une épaisseur remarquable. Situées entre deux niveaux repères bien connus : les calcaires à Raricostatum (sommet Lotharingien) et les calcaires à Davoei (sommet du Carixien), elles atteignent une puissance de 8,25 m, qu'on peut considérer comme exceptionnelle en bordure du Bassin parisien. En Lorraine centrale, elles sont quasi inexistantes, les calcaires à Davoei reposant directement sur les calcaires à Raricostatum (Laugier, 1971). Pour la première fois au Grand-Duché, on a donc pu identifier les genres *Platypleuroceras*, *Radstockiceras*, *Hypoxynoticeras*, *Acanthopleuroceras* et les deux ammonites indices de zone : *Uptonia jamesoni* et *Tragophylloceras ibex*. Cette faune concerne les niveaux du Carixien inférieur et moyen qui n'avaient pas été reconnus dans les coupes du S.E.B.E.S. (Bintz *et al.* 1970).

Données paléobiogéographiques

Les Marnes et calcaires de Strassen et le Calcaire à gryphées de Lorraine ont des faunes d'ammonites tout à fait comparables. Elles comptent des espèces connues également dans le Sinémurien d'Allemagne et d'Angleterre. Ceci suggère l'existence, au Lias inférieur d'une large province biogéographique traversant le Nord-ouest européen.

Les marno-calcaires du Lotharingien paraissent par contre assez pauvres, à l'échelle de nos investigations. Les Oxynoticeratidés abondants dans le calcaire ocreux de Lorraine semblent rarissimes (un seul individu). Les Echioceratidés sont numériquement un peu mieux représentés mais peu diversifiés (une seule espèce). Au Sinémurien supérieur, le « Golfe de Luxembourg » paraît plus isolé.

Le Carixien se caractérise par un important épisode marneux qu'on ne connaît pas dans le Bassin parisien. L'étage atteint à Capellen-Haebicht une puissance de 30 m. Pour la première fois au Grand-Duché, on a pu échantillonner la totalité de l'étage et bien appréhender la faune des assises de base où les Polymorphidés sont abondants. L'importance de ces niveaux fossilifères découverts ici et l'ensemble de l'étage Carixien suggèrent une comparaison avec les épaisses séries du Nord-Ouest de l'Allemagne décrites par Hoffmann (1980).

Remerciements

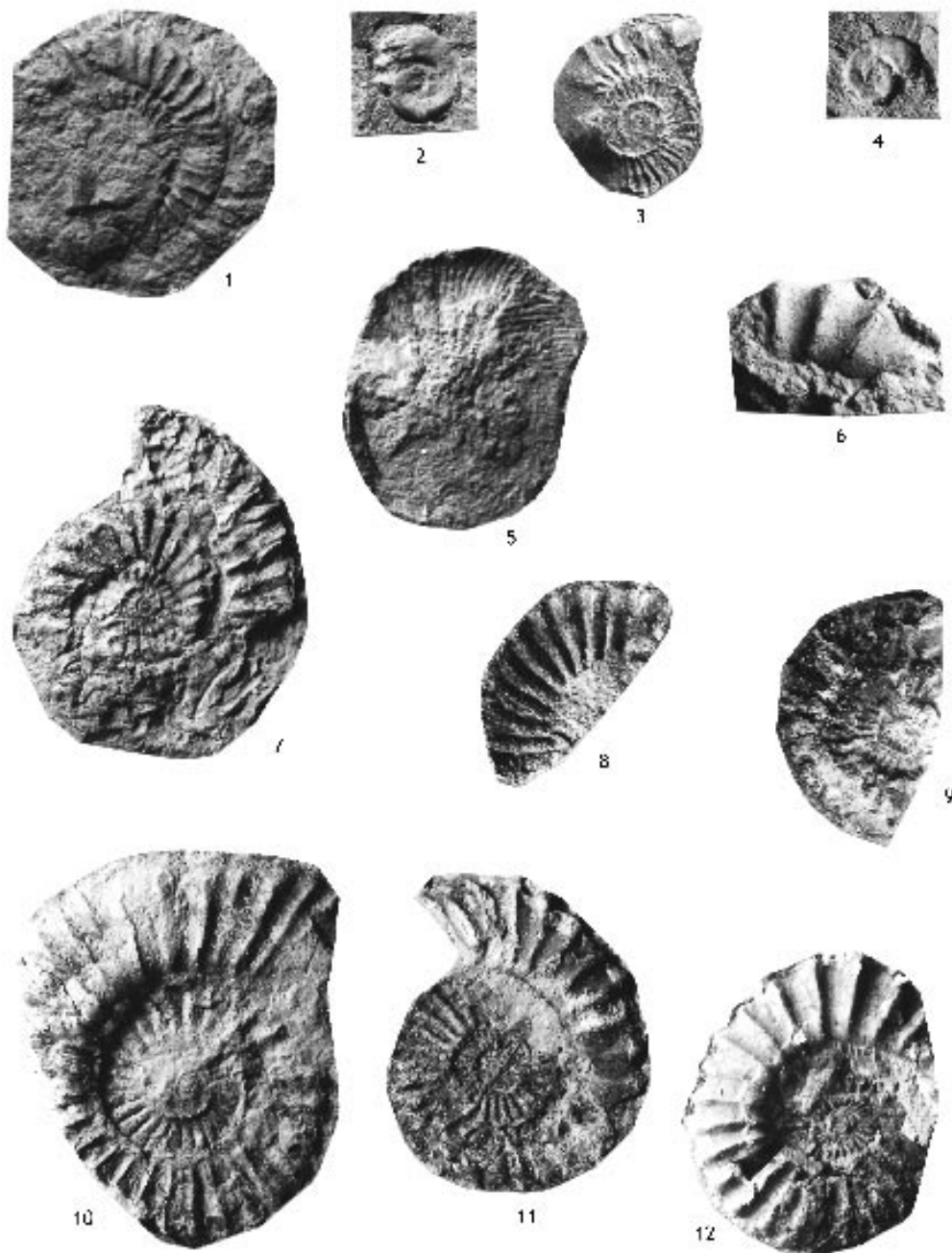
Je remercie tout spécialement J. Bintz qui m'a signalé la présence d'ammonites dans ces sondages en m'envoyant des photos de Polymorphidés incrustés dans les carottes. Ces niveaux fossilifères avaient été globalement attribués aux « Fossilarme Tone » dans le log interprétatif du forage dressé en 1994. A. Faber m'a donné accès au sondage BK 4A, à la réserve géologique du MnhnL, et autorisé le prêt d'échantillons. R. Colbach au Service géologique des Ponts & Chaussées m'a fourni les documents établis grâce aux enregistrements diagraphiques. A tous deux un bien cordial merci, ainsi qu'à C. Moreau à l'ENSG de Nancy qui a réalisé les photographies.

Reçu le 09/12/2002

Planche 1

- Fig. 1 : *Pararnioceras paolinae* (Reynès). Niveau -79,20 ; Sinémurien, zone à Semicostatum, sous-zone à Sauzeanum.
- Fig. 2 : *Euagassicerias striaries* (Quenstedt). Niveau -79 ; Sinémurien, zone à Semicostatum, sous-zone à Sauzeanum, x 1,25.
- Fig. 3 : *Arnioceras densicosta* (Quenstedt). Niveau -69,50 ; Lotharingien, zone à Obtusum.
- Fig. 4 : *Cymbites fastigatus* Schindewolf. Niveau -67,80 ; Lotharingien, zone à Obtusum.
- Fig. 5 : *Boucaulticerias boucaultianum* (d'Orbigny). Niveau -66,50 ; Lotharingien, zone à Obtusum.
- Fig. 6 : *Echioceras raricostatoides* (Vadasz). Niveau -54,20 ; Lotharingien, zone à Raricostatum.
- Fig. 7 : *Platypheuroceras brevispinoides* (Tutcher & Trueman). Niveau -47,30 ; Carixien, zone à Jamesoni.
- Fig. 8 : *Uptonia jamesoni* (Sowerby). Niveau -47,10 ; Carixien, zone à Jamesoni, sous-zone à Jamesoni.
- Fig. 9 : *Acanthopleuroceras rotundum* (Tutcher & Trueman). Niveau -46,55 ; Carixien, zone à Ibex, sous-zone à Valdani.
- Fig. 10 : *Acanthopleuroceras maugenesti* (d'Orbigny). Niveau -46,35 ; Carixien, zone à Ibex, sous-zone à Valdani.
- Fig. 11 : *Aegoceras capricornus* (Schlotheim). Niveau -45,70 ; Carixien, zone à Davoei, sous-zone à Capricornus.
- Fig. 12 : *Aegoceras lataecosta* (Sowerby). Niveau -44,30 ; Carixien, zone à Davoei, sous-zone à Capricornus.

Planche 1 : Ammonites du Lias inférieur et moyen. Sondage de Capellen-Haebicht. x 0.84 sauf fig. 2.



Références

- Berners H.P., 1983. - A Lower Liassic offshore bar environment, contribution to the sedimentology of the Luxembourg Sandstone. - *Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, 106 : 87-102.
- Berners H.P., Guérin-Franiatte S. & Muller A., 1985. - L'ensablement de l'Hettangien au Luxembourg : la coupe-type du Findel, aéroport de Luxembourg. - *Cahiers Univ. Cathol. Lyon*, 14 : 213-230, 3 pl..
- Bintz J., Guérin-Franiatte S., Mouterde R. & Muller A., 1970. - Résultats des recherches géologiques faites sur les tranchées du S.E.B.E.S. Tronçon Eschdorf-Nospelt, Nospelt-Rebiérg, Nospelt-Bridel. - *Publ. Serv. géol. Lux.*, 20 : 1-73, 3 pl..
- Bintz J., Hary A. & Muller A., 1973. - Luxembourg in : Ardenne-Luxembourg. - *Guides géologiques régionaux. Masson éd.*, Paris : 135-192.
- Bintz J. & Muller A., 1966. - Sur la représentation du « Grès de Luxembourg » sur la nouvelle carte géologique générale du Grand-Duché. - *Arch. Inst. Grand-Ducal Lux.*, 31 : 241-258.
- Bloos G. & Page K.N., 1998a. - The proposed GSSP for the base of the Sinemurian stage near East Quantoxhead / West Somerset (SW England). The Ammonite sequence. - *Contr. 5th Intern. Symp. Jurassic System, Vancouver* : 10 p, 2 pl.
- Bloos G. & Page K.N. , 1998b. - The basal Jurassic Ammonite succession in the North-West European Province. Review and new results. - *Contr. 5th Intern. Symp Jurassic System, Vancouver* : 11 p., 1 pl.
- Büchner M., Ebel R., Jordan R., Klassen H., Knauff W., Pannkoke F. & Weitschat W., 1980. - Der Jura zwischen Bielefeld, Minden und Osna-brück. - *Exkursionsführer Jtag. Subkomm. f. Jura-Stratigraphie, Krefeld* : 89 p, 7 pl.
- Dean W.T., Donovan D.T. & Howarth M.K., 1961. - The Liassic Ammonite zones and subzones of the North-West European Province. - *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.)*, London, 4 (10) : 437-505, 12 pl.
- Groupe Français d' Etude du Jurassique, 1997. - Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. Cariou E. & Hantzpergue P. (coord.). - *Bull. Centre Rech. Elf Explor.Prod.*, Pau, Mém. 17 : 440 p., 42 pl.
- Guérin-Franiatte S., 1966. - Ammonites du Lias inférieur de France. Psiloceratidae : Arietitidae. - *CNRS éd.*, Paris, 2 vol., 455 p., 231 pl.
- Guérin-Franiatte S., 1990. - Ammonites du Lias inférieur de France (II) : Psiloceratidae, Schlotheimiidae et premiers Arietitidae. - *CERGA éd., Mém. C.E.R.G.H.*, Montpellier, 29 : 207 p., 30 pl.
- Guérin-Franiatte S. & Hanzo M., 1992. - La base du Sinémurien dans la région d'Hettange, N.-E. France : Biozonation. - *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 29 (2) : 15-20, 1 pl.
- Guérin-Franiatte S., Hary A. & Muller A., 1991. - La formation des Grès du Luxembourg, au Lias inférieur : reconstitution dynamique du paléoenvironnement. - *Bull. Soc.géol. Fr.*, Paris, 162 (4) : 763-773, 2 pl.
- Guérin-Franiatte S., Hary A. & Muller A., 1995. - Paléoenvironnements et facteur temps : observations dans le Lias inférieur du Nord-Est du Bassin parisien. - *Geobios*, Lyon, M.S. 18 : 207-219, 1 pl.
- Guérin-Franiatte S. & Muller A., 1986. - L'Hettangien dans le NE du Bassin de Paris : biostratigraphie et évolution sédimentaire. - *Ann. Soc. géol. Belgique*, Liège, 109 (2) : 415-429, 4 pl.
- Hanzo M. & Guérin-Franiatte S., 1985. - Une coupe continue dans le Lias inférieur et moyen de Lorraine Septentrionale. Etude des sondages de Cattenom (Moselle). - *Cahiers Inst. Cathol. Lyon*, 14 : 175-189.
- Hanzo M., Lathuilière B., Almeras Y., Dagallier G., Guérin-Franiatte S., Guillocheau F., Huault V., Nori L. & Rauscher R., 2000. - Paléoenvironnements dans le Calcaire à gryphées du Lias de Lorraine, de la carrière de Xeuilley au Bassin parisien. - *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 93 : 183-206, 1 pl.
- Hoffmann K., 1980. - Die Stratigraphie, Paläogeographie und Ammonitenführung des Unter-Pliensbachium (Carixien, Lias gamma) in Nordwest-Deutschland. - *Geol. Jb., Hannover*, A 55 : 3- 439, 40 Taf.
- Laugier R., 1971. - Le Lias inférieur et moyen du Nord-Est de la France. - *Mém. Sc. Terre, Nancy*, 21 : 300p.
- Lucius M., 1948. - Das Gutland. Geologie Luxemburgs. Erläuterungen zu der geologische Spezialkarte Luxemburgs. - *Publ. Serv. géol. Luxembourg*, 5 : 405 p.
- Maubeuge P.L., 1955. - Observations géologiques dans l'Est du Bassin de Paris (terrains triasiques moyens-supérieurs et jurassiques inférieurs-moyens). - *Ed. privée, Nancy*, 2 vol. : 1082 p.
- Maubeuge P.L., 1974. - Vers une solution au problème stratigraphique du Grès de Luxembourg dans le Grand-Duché. (Avec quelques observations nouvelles sur cette formation dans la moitié Sud-Est du pays). - *Arch. Inst. Gr.-D. Luxembourg, Sect. Sciences*, 36 : 407-436.
- Maubeuge P.L., 1987. - Nouvelles données stratigraphiques sur les Grès de Luxembourg

au N.O. du méridien de Luxembourg. - Bull.
Acad. et Soc. lorr. Sc., Nancy, 26 (1) : 5-19.

Muller A., 1967. - Die Mergel und Kalke von
Strassen. - Publ. Serv. géol. Luxembourg, 17 :
1-136, 3 pl.

Les échinides du Bajocien de Rumelange (Grand-Duché de Luxembourg)

Ben Thuy

44, rue des Champs L-7312 Steinsel

Summary

In this work the echinoids from the middle Bajocian of Rumelange (L) are treated. The described species are integrated into recent nomenclature and classification. The analytic part includes comparison of the described species among themselves as well as comparison to other similar species. The echinoid fauna of Rumelange is compared to the fauna of Liocourt (Lorraine), which has been recently described by Vadet 2001. Finally we tempt to answer some paleo-ecologic questions concerning the echinoids' way of life.

Résumé

L'étude ci-présente porte sur les échinides du Bajocien moyen de Rumelange (L). Les espèces décrites sont intégrées dans la nomenclature et la classification récentes. La partie analytique de cet article comprend la comparaison des espèces décrites entre elles ainsi que la comparaison à d'autres espèces proches. La faune d'échinides de Rumelange est comparée à celle de Liocourt (Lorraine) récemment décrite par Vadet 2001. Finalement nous tentons de reconstituer le mode de vie des oursins étudiés.

Mots-clés : Bajocien, classification, échinides, Luxembourg, mode de vie, Rumelange

Remerciements

Tout d'abord, je remercie particulièrement Dr Alain Vadet, qui a corrigé le manuscrit, pour sa collaboration et surtout pour les nombreuses mesures qu'il m'a fournies. Puis je remercie chaleureusement mes parents Mme Rita et M. Roger Thuy qui ont toujours eu la bonté de soutenir mes recherches dans le cadre du possible. Un grand merci aussi au Dr Dominique Delsate pour son support et les nombreuses discussions fructueuses. Particulièrement aux collectionneurs M. Armand Hary et M. Werner Maidorn qui ont enrichi ma collection par des dons bien généreux j'adresse mes remerciements. Je remercie aussi les collectionneurs qui m'ont mis à disposition quelques-unes de leurs trouvailles, il s'agit de : M. Daniel Watrinelle, M. Robert Haas, Mme Marcelline Haas. Un grand merci aussi à M. Alain Faber et M. Teddy Contreras du MnhnL à Luxembourg pour m'avoir accueilli et guidé bien aimablement. Enfin je remercie encore tous ceux qui m'ont toujours accompagné sur le terrain, malgré les intempéries : M. Roger Thuy, M. Henri Ehmann, Dr Dominique Delsate, M. Paul Arendt.

Géologie-Stratigraphie

Les calcaires qui ont fourni la faune d'échinides sont datés du Bajocien moyen. Les rares ammonites ne permettent guère une datation précise, toutefois Hary (1970) les situe dans la zone à *H. humphriesianum*. La formation qui affleure dans les carrières de la région de Rumelange près de la frontière franco-luxembourgeoise peut être divisée en deux parties selon leur lithologie :

La partie inférieure appelée Calcaire d'Audun-le-Tiche reposant sur le Calcaire de Haut-Pont est constituée en général d'un calcaire bioclastique de couleur jaunâtre. Par endroits ce calcaire renferme des récifs à coraux qui peuvent atteindre un diamètre de 200 m et une hauteur de 20 m et occuper alors toute la hauteur du Calcaire d'Audun-le-Tiche. La morphologie de ces récifs est proche de celle des « patch-reefs » actuels et les différents corps récifaux formaient une frange récifale située à proximité du continent. Les sédiments qui se sont déposés aux abords des masses récifales et entre les colonies de polypiers à l'intérieur des récifs ont formé un calcaire détritogène riche en fossiles. Les lamellibranches sont très fréquents (surtout les *Pecten* et les *Lima*) de même que les Brachiopodes et les Gastropodes. Surtout aux abords des récifs se trouvent de fortes accumulations d'articles de tiges de crinoïdes.

La partie supérieure recouvrant les calcaires bioclastiques est appelée Marnes sableuses d'Audun-le-Tiche. A la base de ce faciès assez homogène (contrairement au calcaire bioclastique) se trouve une surface taraudée séparant les deux formations. Les Marnes sableuses d'Audun-le-Tiche ne renferment pas de corps récifaux et sont assez peu fossilifères. La faune est composée essentiellement de bivalves et de céphalopodes. Par endroits on trouve des intercalations marneuses de couleur brunâtre et même des bancs de calcaire gris très dur presque entièrement composé de débris de bivalves.

Terminologie-Méthodes

Pour obtenir les résultats, nous avons procédé par l'analyse graphique sur ordinateur de valeurs mesurées sur les tests et les radioles des échinides étudiés. Pour une liste complète de toutes les mesures qui ont été prises avec leurs abréviations, le lecteur est prié de consulter les ouvrages de Vadet, cités plus bas dans la bibliographie. Nous n'indiquons ici que les mesures fréquemment utilisées lors de notre analyse avec leurs abréviations :

d : diamètre hors tout du test; **IInt** : largeur de l'interambulacre (partie du test dépourvue de pores, par opposition à « ambulacre » qui est la partie pourvue de pores); **IScro** : largeur du scrobicule (cercle de tubercules secondaires entourant le tubercule principal); **dMam** : diamètre du mamelon du tubercule principal; **dR** : diamètre du radiole (piquant) **dSa** : diamètre de la surface articulaire du radiole; **LBou** : longueur du bouton du radiole **LHT** : longueur hors tout du test

Les mesures portant sur des dimensions de 5 mm et plus ont été prises au pied à coulisse muni d'un vernier pouvant mesurer à 10 microns près. Les mesures portant sur des dimensions inférieures ont été prises au micromètre, un verre gradué inséré dans l'oculaire du microscope stéréoscopique.

Aux mesures exécutées par l'auteur ont été ajoutées des valeurs prises par le Dr Alain Vadet afin de faciliter la comparaison des échinides de Rumelange avec les échinides de Liocourt et d'autres groupes. Pour que la comparaison directe entre les mesures de Rumelange et celles du Dr Vadet soit possible, il fallait veiller à ce que la façon de prendre les mesures soit la même et que la différence de nos valeurs obtenues sur un individu ne dépasse pas les 10% par rapport aux valeurs mesurées par le Dr Vadet sur le même individu.

Ceci étant vérifié, toutes les mesures ont été reportées dans l'ordinateur où elles ont été transformées en représentations graphiques. La plupart de ces représentations sont des nuages de points : chaque individu mesuré est représenté sur le graphi-

que par un point et tous les individus semblables au niveau du caractère étudié devraient former un nuage de points. Ainsi se décèlent d'éventuelles différences entre des nuages de points et donc entre des espèces. Cette méthode simple d'étudier les espèces évite les descriptions subjectives dues aux façons souvent différentes d'apprécier un caractère, p.ex. la taille du mamelon.

Remarque : Les individus étudiés de Rumelange proviennent tous de la collection de l'auteur (RuB+numéro), de la collection du MnhnL (BM+numéro) ou de collections privées.

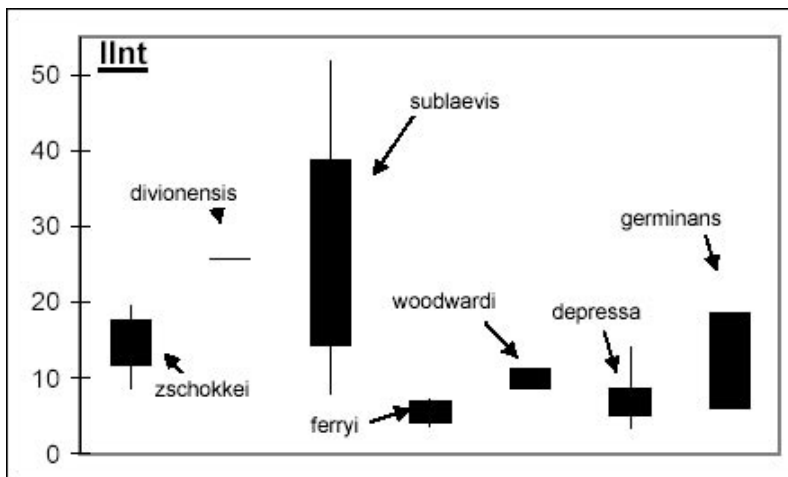
Résultats

Nous avons comparé les principaux caractères morphologiques des échinides de Rumelange dans le cadre de l'étude paléo-biologique des échinides. Contrairement à nos intentions initiales, nous n'avons pas comparé systématiquement les oursins de Rumelange à ceux de Liocourt (Moselle, à une vingtaine de km à l'Est de Pont-à-Mousson). La plupart des ensembles étant trop peu nombreux, les résultats auraient risqué de ne pas représenter les vraies circonstances. Nous

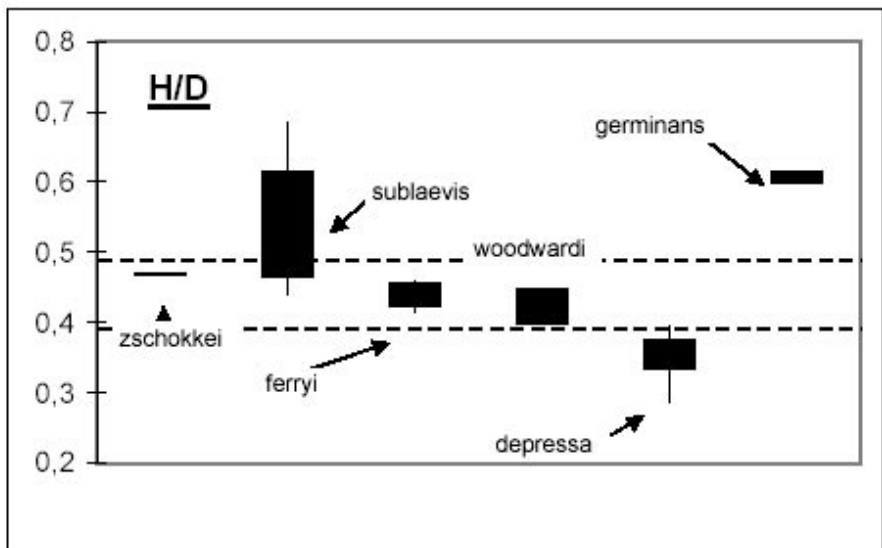
indiquons donc seulement quelques résultats obtenus et discutons leurs causes éventuelles sans leur accorder une trop grande importance. Les graphiques de cette première partie de notre analyse sont le résultat du calcul suivant : l'ensemble des valeurs d'une espèce et d'un caractère étudié, dont les valeurs extrêmes délimitent le trait vertical sur le graphique, est divisé en deux parties par la moyenne de ces valeurs. La moyenne des valeurs de la partie supérieure donne la limite supérieure de la boîte noire sur le graphique et celle de la partie inférieure donne la limite inférieure de cette boîte.

La taille des oursins (graphique 1)

La largeur de l'interambulacre met en évidence que *Pedina sublaevis* est de loin le plus gros oursin du Bajocien de Rumelange. Il est suivi par *Pseudopedina divionensis* et par *Nenoticidaris zschokkei*, les autres sont plus petits. Il reste cependant un oursin de très grande taille mais dont il n'a pu être ramassé que des pièces trop fragmentaires pour rentrer dans l'étude : il s'agit de *Heterocidaris trigeri*.



Graphique 1: Largeur de l'interambulacre



Graphique 2 : Rapport hauteur/diamètre

Le diamètre du péristome (pourtour de la bouche)

P. sublaevis a le plus petit péristome des oursins de Rumelange. Tous les autres échinides ont un péristome nettement plus grand, sauf *Hemipedina woodwardi* chez qui il est un peu plus petit. Un oursin à grand péristome possède une lanterne protractile, munie de dents solides, et ronge le

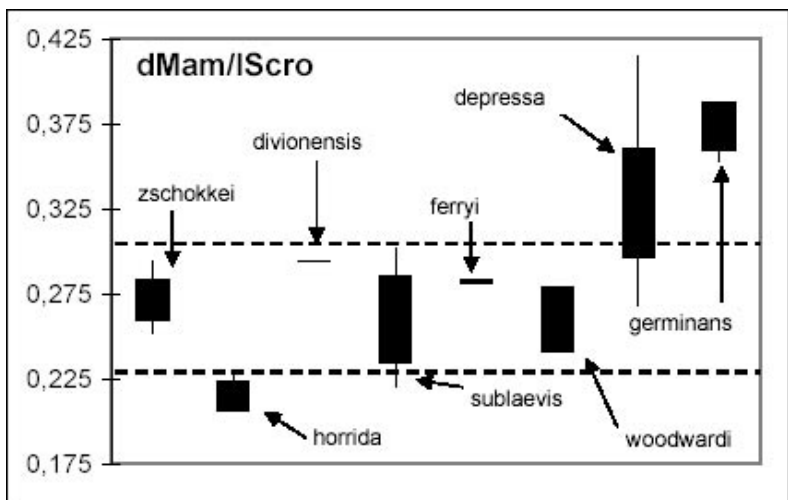
substrat ou mange activement des animaux morts ou vivants.

La hauteur des oursins (H) (graphique 2)

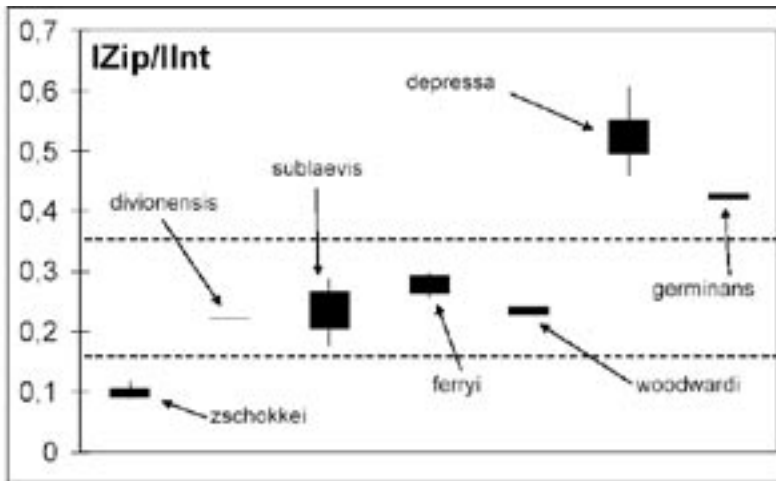
Nous pouvons distinguer trois groupes d'oursins :

*oursins hauts : *P. sublaevis*, *P. germinans*

*oursins moyens : *N. zschokkei*, *H. ferryi*, *H. woodwardi*



Graphique 3 : Rapport diamètre du mamelon interambulacraire/largeur du scrobicule3



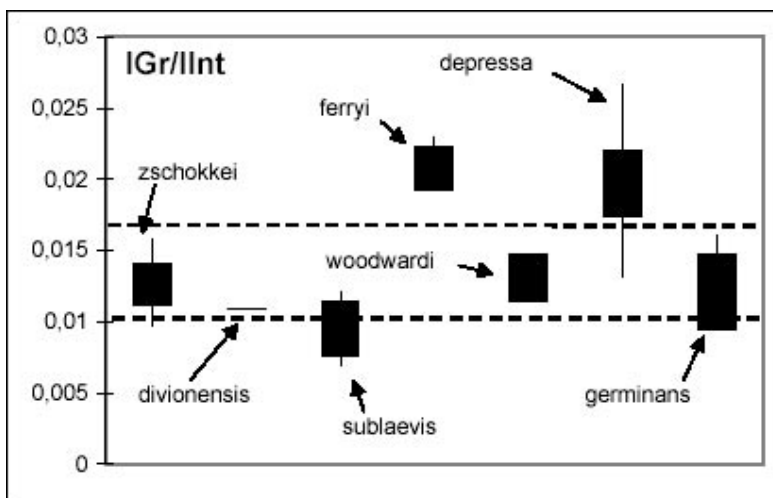
Graphique 4 : Rapport largeur de la zone interporifère/largeur de l'interambulacre

*oursins très plats : *T. depressa*

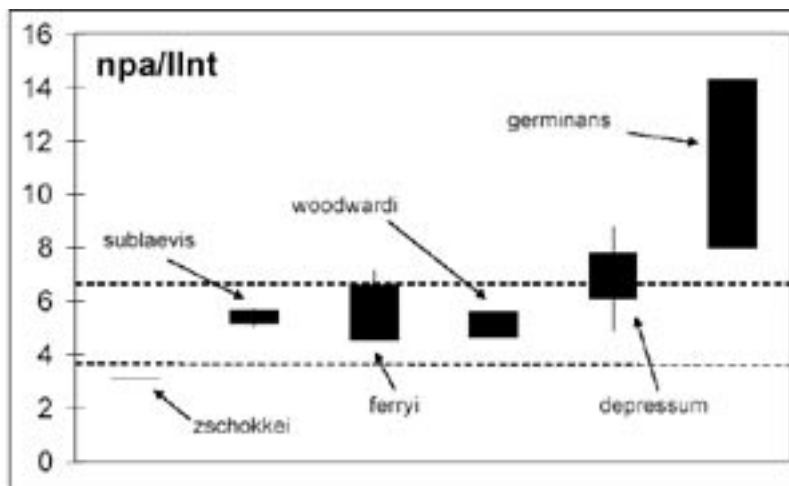
Un oursin plat est moins sensible aux courants et peut se cacher plus facilement dans les anfractuosités du récif et des rochers.

Les échinides de Rumelange semblent avoir une légère tendance à être plus plats et à avoir une plaque interambulacraire ambitale plus basse que les échinides de Liocourt. Cette différence de hauteur ne peut pourtant pas être considérée comme indicateur d'une éventuelle adaptation

à des circonstances différentes du milieu de vie, comme par exemple une mer plus agitée à Rumelange qu'à Liocourt. En effet le seul ensemble assez abondamment fourni à la fois de Rumelange et de Liocourt est l'espèce *T. depressa*. Bien que les *Trochotiara depressa* de Rumelange soient légèrement plus plats que les *T. depressa* de Liocourt, cette différence n'est pas assez importante pour justifier une telle conclusion.



Graphique 5 : Rapport largeur du granule interporal/largeur de l'interambulacre



Graphique 6 : Rapport nombre d'assules ambulacraires par héli-ambulacre/largeur de l'interambulacre

La taille du mamelon interambulacraire (dMam)

La taille du mamelon interambulacraire (graphique 3) divise les oursins de Rumelange en trois groupes :

*mamelon gros : *T. depressa*, *P. germinans*

*mamelon moyen : *N. zschokkei*, *P. divionensis*, *P. sublaevis*, *H. ferryi*, *H. woodwardi*

*mamelon petit : *P. horrida*

La taille du mamelon reflète la forme générale du radiole : plus le mamelon est gros, plus le radiole est court et en massue. Les radioles courts et massifs sont mécaniquement plus résistants aux courants que les radioles longs et grêles. Ainsi un oursin à radioles courts est mieux adapté à un milieu agité qu'un oursin à longs radioles.

La largeur de la zone interporifère (IZip)

Nous pouvons distinguer trois groupes d'oursins (graphique 4).

*zone interporifère large : *T. depressa*, *P. germinans*

*zone interporifère moyenne : *P. divionensis*, *P. sublaevis*, *H. ferryi*, *H. woodwardi*

*zone interporifère petite : *N. zschokkei*

Les tubercules ambulacraires d'une zone interporifère large sont presque aussi grands que les tubercules interambulacraires, la ceinture de radioles est donc plus homogène.

Largeur du granule interporal (IGr)

Le granule interporal (graphique 5) porte la cloison interne du podion qui sépare le liquide chargé en oxygène de celui chargé en gaz carbonique. Plus le granule interporal est gros, plus la cloison est large et donc efficace. La largeur du granule interporal reflète donc les capacités respiratoires du podion.

Nous trouvons deux groupes d'oursins à Rumelange :

*granule large : *H. ferryi*, *T. depressa*

*granule moyen : *N. zschokkei*, *P. divionensis*, *H. woodwardi*, *P. germinans*

*granule petit : *P. sublaevis*

Nombre d'assules (plaques) par héli-ambulacre (npa)

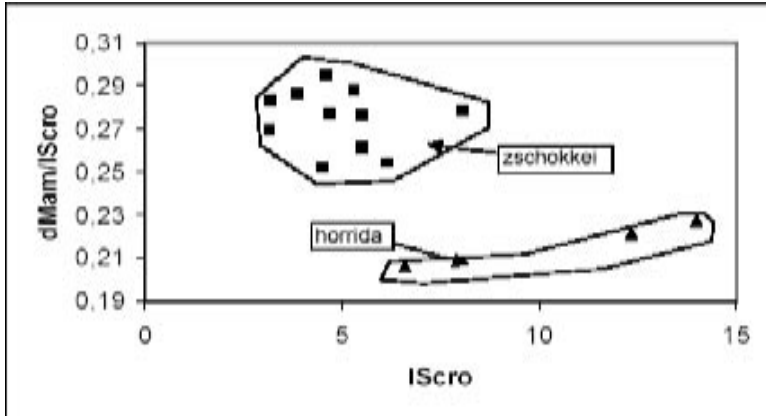
Les échinides se réunissent en trois groupes selon leur nombre d'assules par héli-ambulacre (graphique 6) :

*grand nombre d'assules : *P. germinans*, *T. depressa*

*moyen nombre d'assules : *P. sublaevis*, *H. ferryi*, *H. woodwardi*

*petit nombre d'assules : *N. zschokkei*

Un oursin à nombreuses assules et donc à nombreux podions a des besoins respiratoires (type P1) ou moteurs (types P2, P3 et P4) plus grands que les autres.



Graphique 7 : Rapport diamètre du mamelon interambulacraire/largeur du scrobicule (carré : *N. zschokkei* ; triangle : *P. horrida*)

Malgré les pores en arcs de trois, *P. sublaevis* a moins de pores par rapport à sa taille que *depressa*.

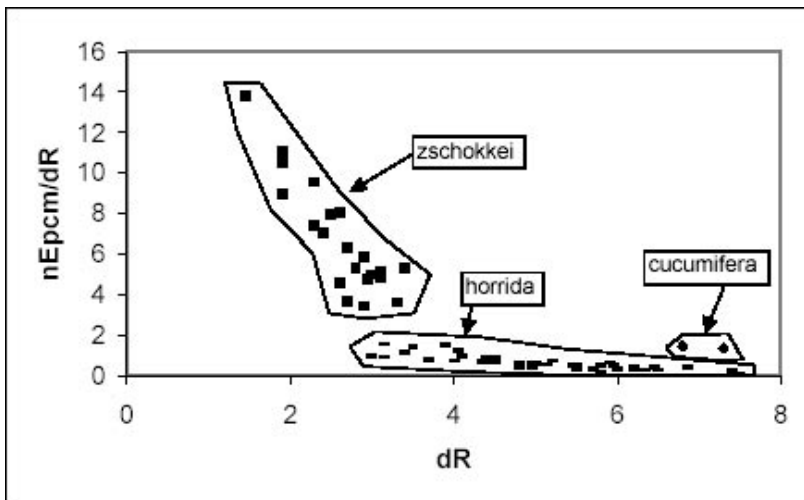
les principaux caractères qui permettent de séparer les trois espèces qu'on trouve à Rumelange.

Les Cidaris

Nous étudions ici d'abord le groupe des Cidaris de Rumelange avant de traiter chaque espèce isolément. Ainsi nous pouvons mettre en évidence

Les tests

Tous les tests ou fragments de test de Cidaris de Rumelange qui ont été étudiés se répartissent sur deux groupes. Le premier groupe, appelé *P. horrida*, est caractérisé par une suture ambulacraire-interambulacraire en biseau, chez le deuxième



Graphique 8 : Rapport nombre d'épines par rangée et par centimètre/diamètre du radiole (carré : *N. zschokkei* ; trait horizontal : *P. horrida* ; losange : *C. cucumifera*)

groupe, que nous appelons *N. zschokkei*, cette suture est toujours droite. Les fragments de tests attribués à *P. horrida* ont un mamelon interambulacraire nettement plus petit que les *N. zschokkei*, comme le montre le graphique 7. Nous n'avons donc aucune difficulté pour attribuer les tests étudiés à deux groupes bien définis.

Les radioles

Les nombreux radioles, le plus souvent fragmentaires, appartiennent à trois groupes qui se laissent aisément distinguer selon l'ornementation et la forme de leur tige (graphique 8 nEpcm=nombre d'épines par rangée et par centimètre, dR=diamètre du radiole). Le premier groupe a une tige le plus souvent cylindrique ornée de rares épines qui se soulèvent sans ordre d'un fond chagriné ou lisse. Ce premier groupe est appelé *P. horrida*. Le deuxième groupe, appelé *N. zschokkei*, a une tige également cylindrique mais ornée de petites épines serrées disposées en rangées régulières. Puis le troisième groupe, nous l'appelons *C. cucumifera*, à tige ornée de granules mousses se différencie des deux autres groupes par la forme des radioles qui sont glandiformes et courts. Nous pouvons donc différencier et définir trois groupes de radioles.

Il nous paraît intéressant de vérifier les résultats obtenus dans Vadet 1991 concernant l'attribution des radioles aux tests respectifs des *Cidaris*. Grâce à la formule $[(dSa/lBou) = (dMam/lScro) \times 4]$ avec un facteur d'approximation de plus ou moins 0,5, nous avons réussi à relier aux tests nommés *N. zschokkei* les radioles nommés *N. zschokkei* et aux tests nommés *P. horrida* les radioles nommés *P. horrida*. Aucun test ou fragment de test n'a pu être attribué aux radioles nommés *C. cucumifera*.

*Pour *N. zschokkei*, la moyenne de $(dMam/lScro) \times 4 = 1$ et la moyenne de $(dSa/lBou) = 0,96$

La relation test-radioles pour *N. zschokkei* est donc satisfaisante.

*Pour *P. horrida*, la moyenne de $(dMam/lScro) \times 4 = 0,97$ et la moyenne de $(dSa/lBou) = 0,93$

La relation test-radioles pour *P. horrida* est donc aussi satisfaisante.

Bien que les valeurs de *N. zschokkei* soient proches des valeurs de *P. horrida*, il est impossible qu'un *N. zschokkei* de diamètre moyen ait porté un radiole moyen de *P. horrida*. En effet, et nous le verrons encore plus loin, *N. zschokkei* est beaucoup plus petit que *P. horrida* et peuplait en plus un autre milieu de vie que *P. horrida*.

*Pour *C. cucumifera*, la moyenne de $(dSa/lBou) = 1,87$

Cette valeur correspondrait à un test d'un rapport $(dMam/lScro)$ moyen de 0,47 donc à un test à mamelons très gros.

Subclasse des Cidaroidea Claus, 1880

Diagnose

Présence d'apophyses à la face interne des interambulacres.

Ordre des Rhabdocidaroida Vadet, 1999

Diagnose

Tubercules interambulacraires tous percés, épines des radioles disposées le plus souvent sans ordre.

Famille des Polycidaridae Vadet, 1988

Diagnose

Présence d'un granule interporal et la suture ambulacre-interambulacre est en biseau.

Genre *Polycidaris* Quenstedt, 1858

Diagnose

La tige est ornée de rangées irrégulières d'épines variables.

***Polycidaris horrida* (Mérian in Agassiz, 1840)**

Pl.1 fig.1-6

Synonymie et discussion

Polycidaris horrida (Mérian in Agassiz, 1840) : Vadet 1991, p.127-129.

Hary 1970 mentionne dans sa liste des organismes fossiles du calcaire à polypiers de Rumelange p.438 deux espèces de *Cidaris*, à savoir *Rhabdocidaris horrida* et cf.*Cidaris praenobilis*. Vadet 1991 p.128 considère *praenobilis* comme synonyme de *P. horrida*. Il nous semble donc probable que les oursins cités par Hary 1970 sont des *Polycidaris P. horrida*, mais cette simple mention ne suffit pas pour les inclure dans la liste de synonymes.

Description

Nous décrivons RuB126, un fragment de test de taille moyenne. Le scrobicule mesure 12,4 mm de largeur et 10,6 mm de hauteur, il est nettement ovale. La plaque interambulacraire ambitale mesure 11,8 mm de hauteur. Le mamelon est percé, mesure 2,7 mm de diamètre et est posé sur une plate forme crénelée de 6,3 mm de diamètre. Nous comptons 21 granules scrobiculaires dont le mamelon mesure 0,45 mm. Il y a 5 rangées de granules dans la zone miliare médiane, 1,5 dans la zone miliare adradiale et aucune dans la zone miliare ambitale, les scrobicules sont donc tangents en région ambitale.

L'ambulacre des spécimens de Rumelange n'est pas connu. A la plaque interambulacraire étaient soudées 19 assules ambulacraires.

Les radioles sont très fréquents par endroits, mais presque sans exception conservés sous forme de fragments. Nous décrivons un bouton moyen d'une longueur de 3,3 mm. La collerette mesure 4,6 mm de longueur. L'anneau a un diamètre de 5,6 mm et la surface articulaire a un diamètre de 2,9 mm. Le diamètre moyen de la tige est de 5 mm.

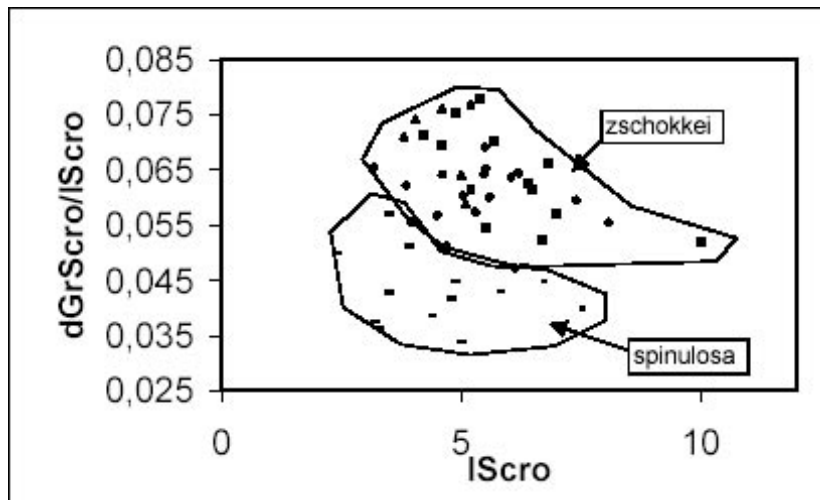
L'ornementation de la tige est très particulière et très variable, mais toujours faite par de grosses épines auxquels s'ajoutent parfois des granules. L'ornementation varie aussi selon l'endroit du radiole où l'on se trouve : juste au-dessus de la collerette, la tige se couvre le plus souvent d'un tapis des granules sur un fond finement strié longitudinalement. Plus loin apparaissent des épines et encore plus loin disparaissent les granules tandis que les épines persistent. Certains radioles ont leur tige presque lisse, d'autres ont une tige presque entièrement chagrinée. La plupart des gros radioles ont des épines plus ou moins éparées tandis que quelques radioles plus minces ont des épines beaucoup plus serrées. La forme des radioles est le plus souvent cylindrique, on trouve cependant aussi des radioles en forme de lame. Dans le cas des radioles aplatis, s'ajoutent aux épines le plus souvent, de légers filets lisses.

Mode de vie

P. horrida avait un test de très grande taille ainsi que de très longs radioles grêles qu'il mouvait plutôt dans le sens transversal que vertical, vu son scrobicule ovale. Un tel oursin n'est guère adapté à une mer agitée et vivait plutôt dans des régions plus calmes comme p.ex. un bassin de moyenne profondeur. Notons en plus que les débris de *P. horrida* ne se trouvent que très rarement dans le calcaire détritogène à proximité des récifs, mais qu'ils sont abondamment présents dans les Marnes sableuses d'Audun-le-Tiche où il n'existaient plus de corps récifaux.

Matériel étudié

(tests) RuB89 à 91, RuB126, RuB150-01,
(radioles) R-RuB137 à 167, R-RuB169 à 194



Graphique 9 : Rapport diamètre du granule scrobiculaire/largeur du scrobicule (rond : *N. zschokkei* Rumelange ; carré, triangle, losange : *N. zschokkei* Lorraine ; trait : *A. spinulosa*)

Ordre des Roseicidaroida Vadet, 1991

Famille des Roseicidaridae Vadet, 1991

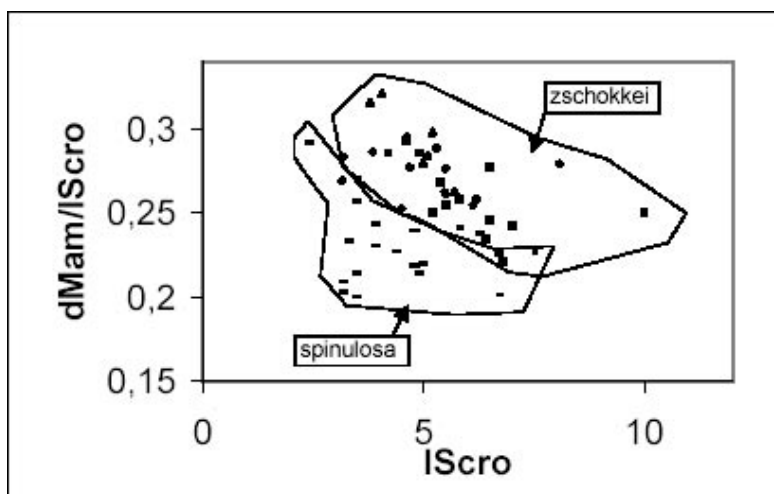
Diagnose

Très gros mamelons interambulacraires, tubercules interambulacraires adporaux percés, tubercules adapicaux non percés.

Genre *Caenocidaris* Thiéry, 1928

Diagnose

Du genre et de la famille : tubercules interambula-



Graphique 10 : Diamètre du mamelon interambulacraire/largeur du scrobicule (rond : *N. zschokkei* Rumelange ; carré, losange, triangle : *N. zschokkei* Lorraine ; trait : *A. spinulosa*)

craires adapicaux crénelés.

***Caenocidaris cucumifera* (Agassiz, 1840)**

Pl.2 fig.1-2

Synonymie et discussion

Caenocidaris cucumifera (Agassiz, 1840): Vadet 1991, p.92-95.

Caenocidaris cucumifera (Agassiz, 1840): Vadet 2001, p.7-8, pl.2; du Bajocien de Liocourt.

Le seul auteur à avoir mentionné la présence de *C. cucumifera* dans le Bajocien luxembourgeois fut Lucius 1948: *Cidaris cucumifera* p.283. Si Lucius désigne par cette brève mention des radioles, il est très probable que ces radioles sont effectivement des *C. cucumifera* car la forme générale des radioles de *C. cucumifera* est tellement typique qu'ils ne peuvent guère être confondus avec d'autres espèces du Bajocien moyen.

Description

Nous n'avons pas vu de test provenant du Bajocien de Rumelange. Des radioles par contre ont été ren-

contrés et prouvent la présence de *C. cucumifera*. Nous ne décrivons donc que les radioles. BM296 est un radiole moyen de 26 mm de longueur et de 7,3 mm de diamètre. L'anneau mesure 3,6 mm de diamètre et la surface articulaire 2,1 mm. Le bouton a une longueur de 1,15 mm et la collerette est longue de 0,35 mm. L'ornementation de la tige est faite de rangées assez régulières de granules mousses, 22 rangées au total et 10 granules par centimètre sur une rangée.

Mode de vie

Faute de tests, nous ne pouvons pas nous prononcer sur le mode de vie de *C. cucumifera*. Notons seulement que les radioles trouvés par l'auteur étaient tous fossilisés dans les anfractuosités entre les colonies de polypiers à l'intérieur d'un corps récifal.

Matériel étudié

BM296, R-RuB97 à 98.

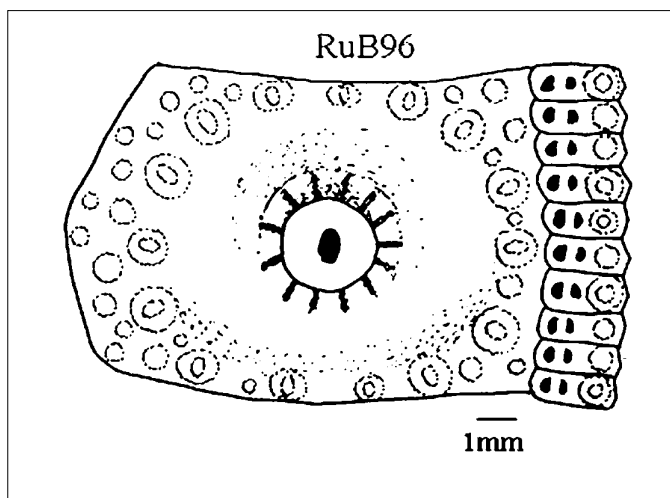


Figure 1: Plaque interambulacraire orbitale de *N. zschokkei*

Ordre des Cidaroida Claus, 1880

Diagnose

Tubercules interambulacraires tous percés, épines des radioles disposées en rangées rectilignes.

Famille des Nenoticidaridae Vadet, 1988

Diagnose

Toujours plus d'un tubercule interambulacraire adapical crénelé.

Genre *Nenoticidaris* Vadet, 1988

Diagnose

6-8 tubercules interambulacraires percés et tous crénelés, mamelon interambulacraire ambital petit, granule scrobiculaire petit, radioles longs (L/D>15), cylindriques, épines inclinées vers l'apex.

Nenoticidaris zschokkei (Cotteau, 1875)

Pl.1 fig.7-17

Synonymie

Nenoticidaris zschokkei (Cotteau, 1875) : Vadet 1991, p.102-103.

Nenoticidaris zschokkei (Cotteau, 1875) : Vadet 2001, p.8-9, pl.1; du Bajocien moyen de Liocourt.

Discussion

Les tests de *N. zschokkei* sont très semblables aux tests de *A. spinulosa* qu'on trouve dans le Bajocien moyen de Lorraine. La séparation des deux espèces est souvent délicate et basée sur des caractères

dépendants de l'érosion. Pour vérifier s'il y a des *A. spinulosa* parmi les échinides placés dans le groupe *N. zschokkei*, nous avons procédé par l'analyse graphique.

A nos mesures de Rumelange ont pu être ajoutées les mesures suivantes, grâce à la collaboration du Dr Vadet que nous remercions ici encore une fois vivement :

*du Bajocien moyen (z. à *Humphriesianum*) de Lorraine et du Bajocien supérieur (z. à *Parkinsoni*) de Normandie : *Anisocidaris spinulosa*

*du Bajocien moyen (z. à *Humphriesianum*) de Lorraine : *Nenoticidaris zschokkei*.

Les *A. spinulosa* ont un granule scrobiculaire (dGrScro) plus petit que la plupart des *N. zschokkei*. Sur le graphique 9 cette différence est bien visible et il semble qu'aucun individu placé dans le groupe *N. zschokkei* de Rumelange ne se trouve dans le nuage de *A. spinulosa* mais que les *N. zschokkei* de Rumelange (représentés par des points) sont confondus aux autres *N. zschokkei*. Toutefois quelques individus luxembourgeois occupent une place assez ambiguë.

Examinons à présent le deuxième caractère séparant les deux espèces : la taille du mamelon interambulacraire (graphique 10). De nouveau se forment deux nuages légèrement confluent. Et de nouveau il y a quelques individus de Rumelange qui pénètrent dans le nuage de *A. spinulosa* ou au moins qui se trouvent en position intermédiaire entre les deux nuages. Mais un examen plus attentif montre que les individus luxembourgeois à mamelon plus petit que la plupart des autres *N. zschokkei* ont par contre un granule scrobiculaire plus grand que les *A. spinulosa* et aussi grand que la plupart des autres *N. zschokkei* ; c'est-à-dire qu'il n'y a aucun individu de Rumelange qui a à la fois un petit granule scrobiculaire et un petit mamelon interambulacraire. N'oublions pas que ces deux caractères sont liés à l'érosion, la moindre usure peut influencer le diamètre d'un mamelon.

Nous concluons donc de cette analyse, que parmi les *Cidaris* examinés ne se trouve aucun individu attribuable avec certitude à *A. spinulosa*.

Description

Nous décrivons RuB96, un individu moyen dont l'interambulacre est large de 11,65 mm. Le scrobicule mesure 4,5 mm de largeur et 3,9 mm de hauteur. La plaque interambulacraire ambitale (Fig.1) est haute de 4,5 mm. Le mamelon de 1,14 mm de diamètre est posé sur une plate - forme de 2 mm de diamètre. Le cercle scrobiculaire est composé de 14 granules scrobiculaires dont le mamelon a un diamètre de 0,27 mm. On compte 6 tubercules par héli-interambulacre, tous sont percés. Dans la zone miliare médiane serpentent 2,5 rangées de granules, 1,5 dans la zone miliare adradiale et aucune dans les zones miliaires ambitales et subapicales.

L'ambulacre mesure 2,96 mm de largeur. La zone porifère a une largeur de 0,8 mm et un granule de 0,18 mm sépare deux pores de 0,24 mm de largeur. On compte 36 assules par héli-ambulacre et à la plaque interambulacraire ambitale sont soudées 11 assules. La zone interporifère occupe 1,36 mm de largeur et est composée de deux rangées de tubercules hétérogènes entre lesquelles se trouvent de-ci et de-là quelques granules.

Les radioles sont tous de forme cylindrique, lon-

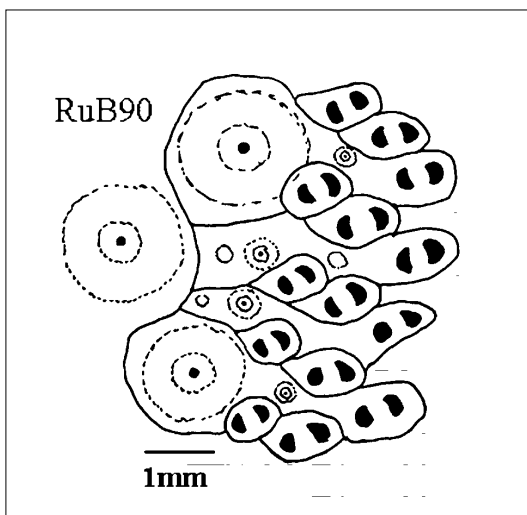


Figure 2: Partie ambitale d'ambulacre de *P. divionensis*

gue et mince. Le diamètre moyen de la tige est de 2,6 mm. Il est décrit un bouton moyen d'une longueur de 1,54 mm. La collerette est longue de 0,98 mm et le diamètre de l'anneau vaut 2,64 mm. La surface articulaire a un diamètre de 1,1 mm. L'ornementation de la tige est toujours faite d'épines inclinées vers l'apex et disposées en rangées. Ces crêtes sont plus ou moins serrées. Le nombre moyen de rangées d'épines est 15 et le nombre moyen d'épines par centimètre sur une rangée est 16. Parfois, surtout dans le cas de radioles plus petits, les épines se fondent pour former des filets lisses à proximité de la pointe du radiole.

Mode de vie

N. zschokkei est un oursin moyennement large mais à long radioles grêles. Son granule interporal est moyen, *N. zschokkei* n'était donc pas très actif. Ses pores sont de type P1 tout le long de l'ambulacre, sauf tout près du péristome où ils sont de type P2. *N. zschokkei* ne pouvait guère s'agripper au substrat. Tout cela caractérise *N. zschokkei* comme échinide adapté à un milieu calme. Or les débris de *N. zschokkei*, fragments de tests, radioles et tests entiers, constituent les fossiles d'échinides les plus fréquents dans Calcaire d'Audun-le-Tiche et se trouvent le plus souvent à l'intérieur des corps récifaux entre les colonies de polypiers. Il est donc très probable que *N. zschokkei* peuplait des cavités dans les corps récifaux, mais des cavités protégées du courant.

Matériel étudié

RuB56 à 57, RuB81 à 88, RuB124, RuB77, RuB92-94, RuB96, BM271, BM295

Clé de détermination des *Cidaris* :

Les clés de détermination n'ont pas de rapport direct avec la classification des échinides, elles ne résument que les résultats obtenus.

Les tests

1a) suture ambulacre-interambulacre droit et rapport dMam/lScro > 0,23 : *N. zschokkei*

1b) suture ambulacre-interambulacre en biseau et rapport dMam/lScro < 0,23 : *P. horrida*

Les radioles

1a) radiole long et cylindrique : 2

1b) radiole court et glandiforme : *C. cucumifera*

2a) tige ornée d'épines disposées en rangées régulières : *N. zschokkei*

2b) tige ornée d'épines non disposées en rangées régulières : *P. horrida*

Les Non-Cidaris

Commençons l'étude des Non-Cidaris par une clé de détermination sur le plan générique. En effet, les différents genres de Non-Cidaris se distinguent aisément par des caractères simples qui ne nécessitent pas d'analyse graphique pour être clairement mis en évidence. En plus, tous les genres étudiés, sauf *Hemipedina*, sont monospécifiques.

1a) tubercules interambulacraires percés : 2

1b) tubercules interambulacraires non percés : *Psephechinus*

2a) tubercules interambulacraires lisses : 3

2b) tubercules interambulacraires crénelés : 5

3a) pores en une rangée : *Hemipedina*

3b) pores en triades obliques : 4

4a) structure ambulacraire pseudo-sociée : *Pseudopedina*

4b) structure ambulacraire sociée : *Pedina*

5a) tubercules interambulacraires ambitaux sur deux rangées : *Girardema*

5b) tubercules interambulacraires ambitaux sur plusieurs rangées : *Heterocidaris*

**Subclasse des Euechinoidea
Bronn, 1860****Diagnose**

Absence d'apophyses mais présence d'auricules

à la face intérieure des ambulacres et présence de scissures buccales.

**Infraclasse des Echinothurioidea
Claus, 1880****Diagnose**

La structure ambulacraire est pseudo-sociée. Présence de plus de 10 plaques péristomiennes ambulacraires.

**Ordre des Echinothurioidea
Claus, 1880****Diagnose**

La même que pour l'infraclasse des Echinothurioidea.

**Famille des Pelanechinidae
Groom, 1887****Diagnose**

L'ambulacre ambital est étroit, la structure ambulacraire est du type *legayi* figurée in Vadet Ederlé & Robert 1995, p.99, fig. in text.42-46, les radioles sont cylindriques.

**Genre *Pseudopedina*
Cotteau, 1858****Diagnose**

La plaque interambulacraire orbitale reste haute, les tubercules interambulacraires ne sont pas nombreux, le mamelon interambulacraire ambital est gros et la dent est en forme de V avec des renforcements latéraux.

Pseudopedina divionensis (Michelin, 1854)

Pl.2 fig.5-6

Synonymie et discussion

Pseudopedina divionensis (Michelin, 1854) : Vadet 2001, p.14-16, fig. in text p.15, pl.3; du Bajocien moyen de Liocourt (Lorraine).

Description

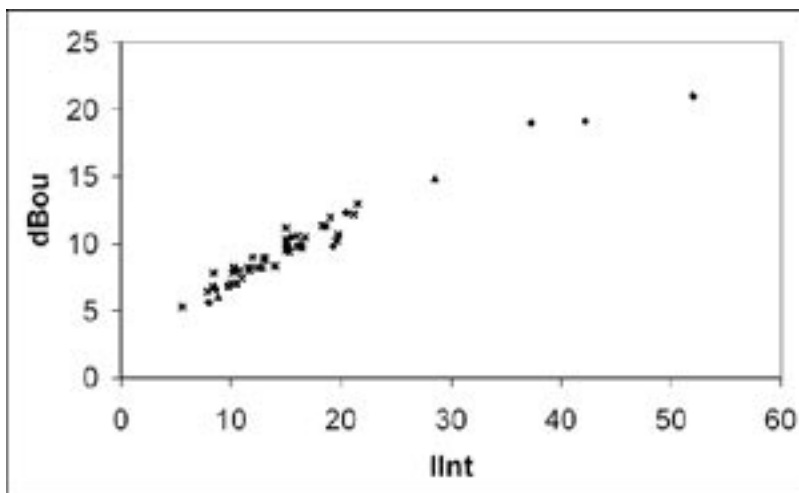
Nous décrivons le seul fragment provenant de Rumelange que nous avons vu : RuB90 que nous devons à M. Maidorn. L'interambulacre mesure 25,7 mm de largeur à l'ambitus. Le scrobicule est large de 4,4 mm et haut de 3,5 mm et il est posé sur une plaque d'une hauteur de 4 mm. Le tubercule principal à l'ambitus a un diamètre de 3,18 mm et possède un mamelon de 1,3 mm de diamètre. Entre les deux rangées de tubercules principaux se trouvent deux rangées de tubercules secondaires. Le tubercule secondaire ambital mesure 2,8 mm de diamètre. Entre la rangée de tubercules primaires on observe la présence de quelques petits tubercules secondaires qui restent toujours

plus petits que les tubercules secondaires entre les deux rangées de tubercules primaires.

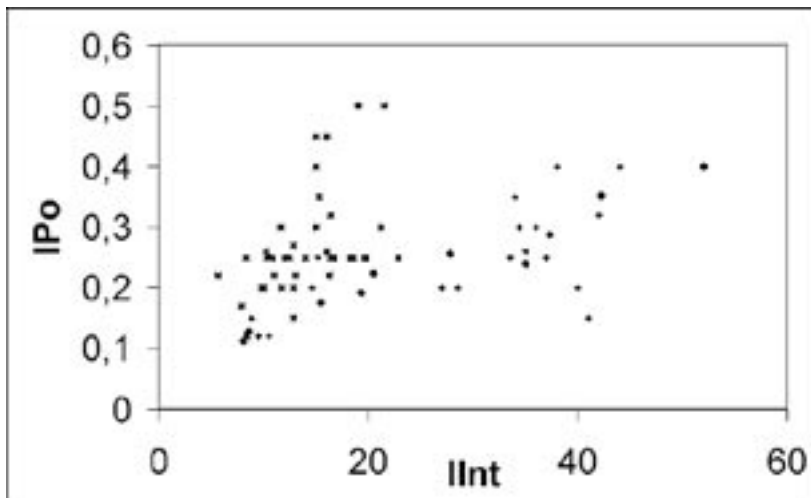
L'ambulacre est large de 8,3 mm à l'ambitus. A cet endroit, la zone porifère occupe une largeur de 1,9 mm, le pore 0,29 mm et le granule 0,28 mm. A la plaque interambulacraire ambital sont soudées 10 assules ambulacraires. La zone interporifère est large de 5,75 mm et le tubercule ambital de 2,7. Entre les deux rangées de tubercules ambulacraires serpente une rangée de granules. La structure ambulacraire ambital est du type *legayi* : le tubercule est porté par l'élargissement d'une seule assule sans qu'une autre assule ne participe à la construction du tubercule ; des plaques ocluses apparaissent (Fig.2). Les pores sont de type P2, sauf en région adorale où ils sont de type P3.

Mode de vie

P. divionensis est un oursin grand et moyennement haut. Il était hérissé de radioles longs et minces plutôt épars. La ceinture de radioles n'était pas très homogène à cause de la zone interporifère étroite. *P. divionensis* est un échinide mal protégé et peu actif. Il vivait vraisemblablement dans des milieux plutôt calmes et se couvrait probablement par des débris de toute sorte.



Graphique 11 : Diamètre du péristome (losange : *P. sublaevis* Rumelange ; lettre X : *P. sublaevis* Callovien ; triangles : *P. sublaevis* Oxfordien)



Graphique 12 : Largeur du pore ambulacraire (losange : *P. sublaevis* Rumelange ; lettre X : *P. sublaevis* Callovien ; croix : *P. sublaevis* Oxfordien)

Matériel étudié

RuB90

Infraclasse : incertaine

Ordre : inconnu

Famille des Heterocidaridae Mortensen, 1934

Diagnose

Jusqu'à 8 rangées de tubercules percés et crénelés à l'ambitus.

Genre *Heterocidar* Cotteau, 1860

Diagnose

La même que pour la famille des Heterocidaridae.

Heterocidar *trigeri* Cotteau, 1860

Pl.2 fig.3-4

Synonymie et Discussion

Heterocidar *trigeri* Cotteau, 1860 : Vadet 1993, p.85-86, pl.9, fig.6; du Bajocien supérieur de Normandie

La famille des Heterocidaridae avec leur genre unique *Heterocidar* est très mal connue. Ces lacunes dans l'échinologie sont indubitablement dues à la grande rareté des *Heterocidar*. En effet le seul individu conservé avec son ambulacre est perdu et les trouvailles récentes ne renferment que des fragments d'interambulacres. De même ni la lanterne ni l'appareil apical ne sont connus, or ce sont des éléments essentiels pour la classification. Toutefois Vadet 1993 mentionne l'absence d'apophyses à la face intérieure d'un individu bajocien de Normandie, les Heterocidaridae sont donc à ranger dans les Euechinoidea et non dans les Cidaroida. Si les dessins de la Paléontologie française sont assez fiables, la structure ambulacraire figurée d'un *H. trigeri* parle en faveur du fait que les Heterocidaridae sont à ranger dans la sous-classe des Euechinoidea. Il restent là encore de nombreuses questions à élucider.

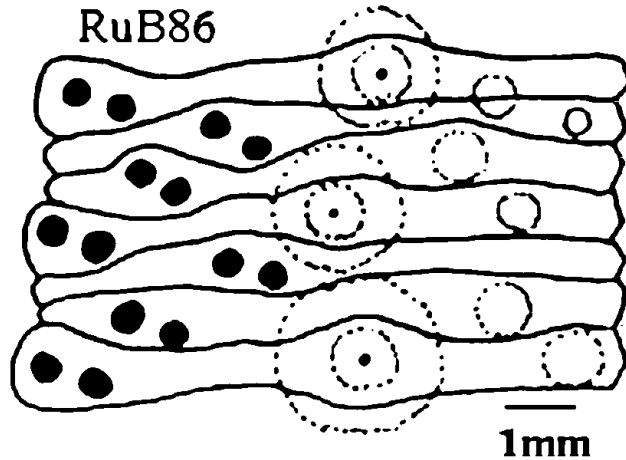


Figure 3: Partie ambitale d'hémi-ambulacre de *P. sublaevis*

Description

Nous ne connaissons que deux fragments de tests de *H. trigeri* provenant du Bajocien moyen de Rumelange. Un adulte entier de *H. trigeri* devrait avoir un diamètre d'une dizaine de centimètres. Les fragments présentent tous les deux plusieurs rangées de tubercules interambulacraires de taille approximativement identique dont la surface articulaire est fortement crénelée et le mamelon d'assez petite taille est percé. Les tubercules sont entourés de granules scrobiculés auxquels se mêlent quelques granules miliaires. Les plaques qui composent le test sont très épaisses, comparées aux plaques d'un *P. sublaevis* par exemple.

Mode de vie

Le mode de vie de *H. trigeri* reste, comme sa classification, mystérieux. Toutefois le diamètre du mamelon interambulacraire indique un radiole long et mince. *H. trigeri* avait un test de moyenne hauteur, d'après la forme les fragments de tests. La grande taille du test de *H. trigeri* ainsi que ses longs radioles grêles caractérisent *H. trigeri* comme un oursin adapté à des milieux plutôt calmes. Les deux fragments luxembourgeois ont été récoltés dans le calcaire détritogène entre les colonies

de polypiers d'un corps récifal.

Matériel étudié

RuB79 à 80

Infraclasse des Acroechinoidea Smith, 1981

Diagnose

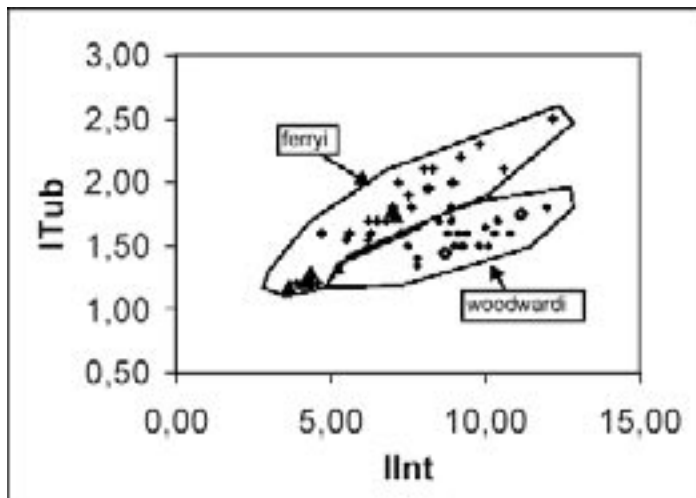
La structure ambulacraire est composée ou dérivée de composée (le tubercule principal est porté par plusieurs assules ambulacraires). Présence de 10 plaques péristomiennes ambulacraires.

Cohorte des Diadematacea Duncan, 1889

Diagnose

Les dents vues en coupe ont une forme en V plus ou moins ouvert avec ou non la présence de petits bourrelets.

Ordre des Pedinoida Mortensen, 1939



Graphique 13 : Diamètre du tubercule interambulacraire principal (triangle : *H. ferryi* Rumelange ; croix : *H. ferryi* Liocourt ; losange : *woodwardi* Rumelange ; rond : *woodwardi* Liocourt)

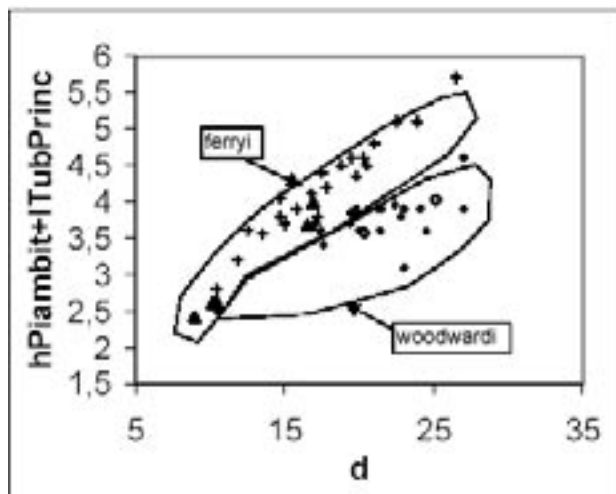
Famille des Pedinidae Pomel, 1883 Genre *Pedina* Agassiz, 1838

Diagnose

De l'ordre et de la famille : les tubercules sont lisses.

Diagnose

Les pores sont en arcs de trois.



Graphique 14 : Somme hauteur de la plaque interambulacraire + diamètre du tubercule interambulacraire principal (triangle : *H. ferryi* Rumelange ; croix : *H. ferryi* Liocourt ; losange : *woodwardi* Rumelange ; rond : *woodwardi* Liocourt)

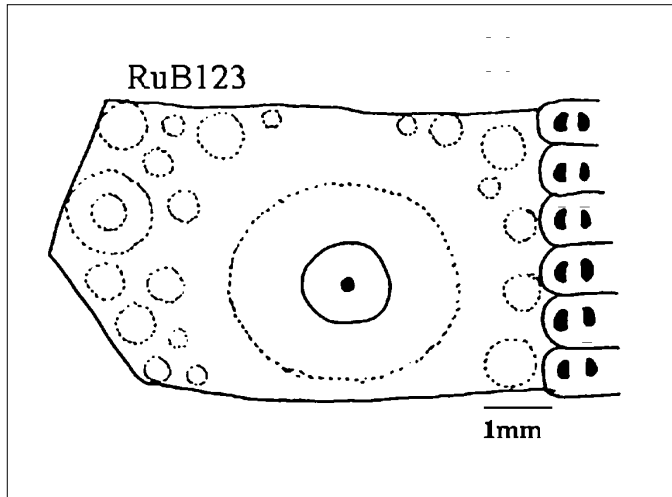


Figure 4: *Plaque interambulacraire ambitale de H. ferryi*

***Pedina sublaevis* Agassiz, 1840**

Pl.2 fig.7-8, pl.3

Synonymie

Pedina sublaevis Agassiz, 1840 : Vadet 1996, p.48-51, fig. in text 55-60, pl.12, fig.1A-2B; du Callovien de la Sarthe.

Pedina sublaevis Agassiz, 1840 : Vadet 2000, p.20-21, pl.6-9; du Corallien des Ardennes.

Pedina sublaevis Agassiz, 1840 : Vadet 2002, p. 26-27, pl.7, fig.1-4; du Corallien de Foug (Lorraine).

Discussion

La présence de *Pedina* dans le Bajocien moyen de Lorraine est assez surprenante, d'autant plus qu'après la Paléontologie française où sont figurés des *Pedina gigas* (cependant provenant d'après Cotteau du Bathonien ; on y reviendra plus loin) plus personne ne parle des *Pedina* bajociens de Lorraine, sauf Lucius 1948 qui mentionne dans sa liste de fossiles du Bajocien luxembourgeois *Pedina gigas* p.283. Jusqu'à présent les *Pedina* lorrains sont les plus anciens connus, une raison de plus pour vérifier leur statut. Nous étudions donc un petit ensemble de *Pedina* de Rumelange et ajou-

tons les mesures suivantes pour l'analyse :

*du Callovien (z. à Herveyi, Jason et Athleta) de la Sarthe : *Pedina sublaevis*.

*de l'Oxfordien (z. à Transversarium) de Foug et de Wassigny : *Pedina sublaevis*.

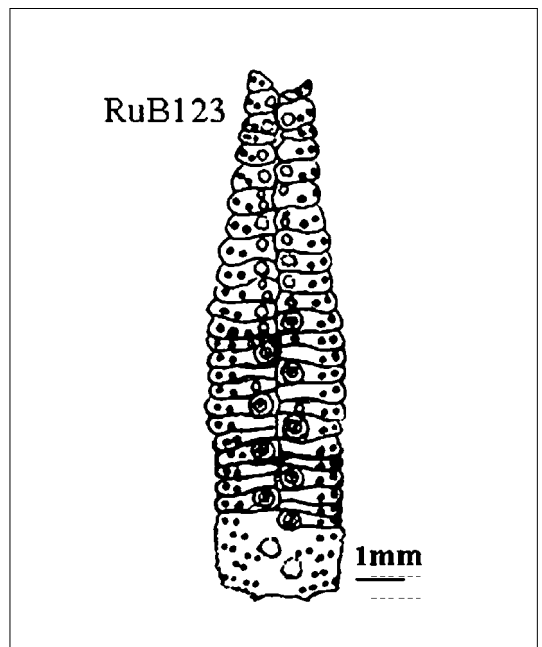


Figure 5: *Ambualcre de H. ferryi*

Nous comparons les *Pedina* de Rumelange aux différents ensembles de *P. sublaevis*, l'espèce qui semble être la plus proche des individus luxembourgeois. L'analyse a montré que du point de vue hauteur, les individus luxembourgeois (représentés dans les graphiques par un losange, les *P. sublaevis* calloviens par une croix, les *P. sublaevis* oxfordiens par la lettre x) ne se différencient pas de *P. sublaevis*. Un caractère important est le diamètre du péristome (dBou graphique 11). Mais de nouveau ne se montre aucune différence entre les ensembles étudiés. De même que le diamètre du tubercule secondaire ne met en évidence aucune différence entre *P. sublaevis* et les individus de Rumelange. Nous avons fait l'analyse graphique avec tous les autres caractères mais n'avons pas trouvé la moindre différence entre les *Pedina* de Rumelange et les différents ensembles de *P. sublaevis*. Nous pensons donc qu'il s'agit de la même espèce. Vadet 2000 p.20 mentionne que les *P. sublaevis* oxfordiens ont un pore ambital plus petit que les *P. sublaevis* calloviens et que leurs tests atteignent un diamètre supérieur à celui des individus du Callovien. Du point de vue diamètre du test, les *P. sublaevis* du Bajocien luxembourgeois se rapprochent plutôt des individus oxfordiens. La représentation graphique de la taille du pore ambital (graphique 12) montre clairement le phénomène que déjà Vadet a observé et nous voyons en plus que les *P. sublaevis*

de Rumelange ont un pore aussi petit que les *P. sublaevis* oxfordiens. Il y a peut-être un lien entre la taille de l'oursin et la largeur de son pore puisque les *P. sublaevis* bajociens et oxfordiens atteignent un plus grand diamètre que les calloviens ; en tout cas nous concluons que le passage du pore de grande taille dans le Callovien au pore de petite taille dans l'Oxfordien n'est pas dû à l'évolution, mais peut-être simplement une variété morphologique ou bien l'adaptation à un milieu de vie différent (notons que les *P. sublaevis* à pore de petite taille semblent être liés à des complexes récifaux).

Revenons à l'espèce *gigas*. Il est maintenant très probable que *Pedina gigas* cité par Lucius est identique à *P. sublaevis*. Et le statut de *gigas* est devenu, après que les *Pedina* du Bajocien moyen de Rumelange ont pu être attribués à *P. sublaevis*, assez douteux. Nous ne pouvons cependant nous prononcer plus avant sans avoir examiné le type de *gigas* ou un *Pedina* de la localité type. D'après une communication personnelle du Dr Vadet, cette localité type est le Bathonien de Longwy. Or à Longwy il n'existe pas de Bathonien (comm. pers. du Dr Delsate), il est donc très probable que *gigas* a été décrit d'après des individus bajociens car à Longwy le Bajocien (inférieur et moyen) est la formation la plus importante et la plus connue. Dans la collection du Musée d'histoire naturelle se

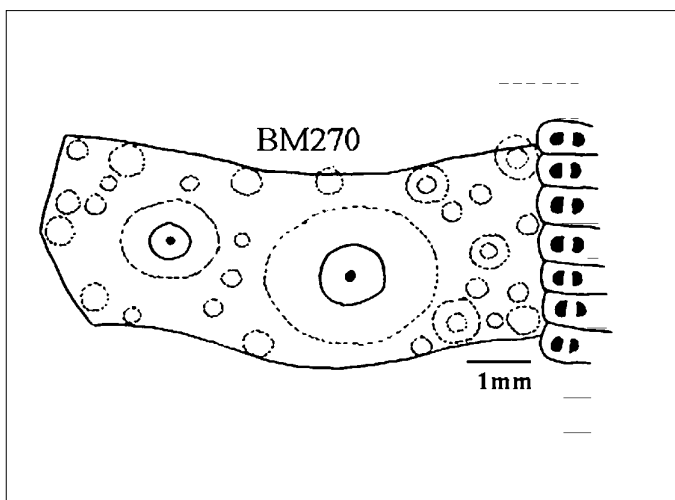


Figure 6: Plaque interambulacraire orbitale *H. woodwardi*

trouve un *Pedina* récemment récolté dans le Bajocien de Longwy par le Dr Delsate. Pour des raisons temporelles, nous n'avons pas réussi à insérer cet individu fort intéressant dans cette étude-ci. Il sera traité dans un prochain mémoire consacré à la faune d'échinodermes bajociens de Longwy.

Description

A Rumelange, le diamètre des tests de *P. sublaevis* va de 18,2 mm jusqu'à 113,3 mm. Nous décrivons RuB86 que nous devons à M. Hary. Le test a un diamètre de 81,6 mm et une hauteur de 49,3 mm. L'apex est perdu, mais chez l'individu de la collection Watrinelle p.ex. il est du type dicyclique. Le péristome de 19 mm de diamètre se situe au centre de la face orale du test assez concave et est profondément entaillé par 10 scissures buccales. L'interambulacre ambital mesure 37,3 mm de largeur, à cet endroit le scrobicule principal est large de 2,1 mm et haut de 2,5 mm, il est ovale mais de sens vertical ce qui n'est pas rare chez *P. sublaevis*. Le tubercule principal de 2,2 mm de diamètre est posé sur une plaque interambulacraire haute de 4,1 mm. On compte 29 tubercules par hémiaambulacre et environ 12 tubercules à l'ambitus. Le tubercule secondaire mesure 1,85 mm de diamètre. La granulation miliaire est clairsemée.

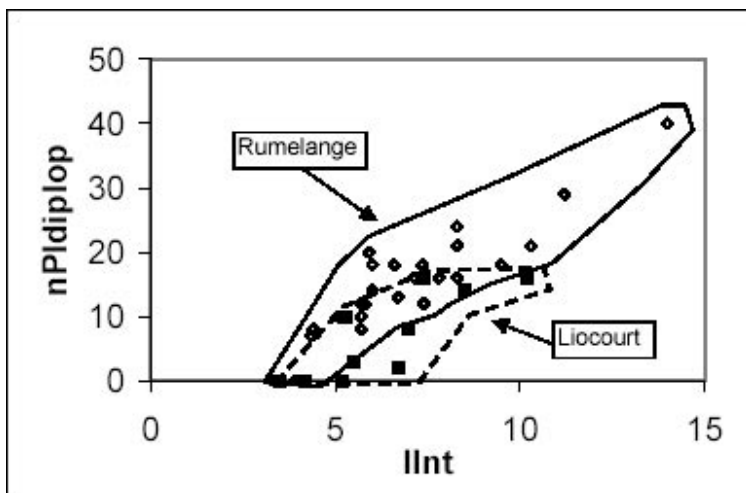
A l'ambitus, l'ambulacre à une largeur de 11,9 mm, la zone porifère y occupe 2,9 mm de largeur. Un granule large de 0,27 mm sépare deux pores dont la largeur vaut 0,28 mm. La zone interporifère large de 8,4 mm porte 4 rangées de tubercules ambulacraires dont le tubercule ambital a un diamètre de 1,64 mm. On compte 196 assules par hémiaambulacre, 10 en face de la plaque interambulacraire ambital.

La structure ambulacraire est la suivante : Les toutes premières assules ambulacraires à partir de l'apex forment des plaques simples, puis bisociées et enfin trisociées (Fig.3) sans que l'assule médiane ne s'élargisse tandis que les zygopores commencent à se disposer en triades obliques.

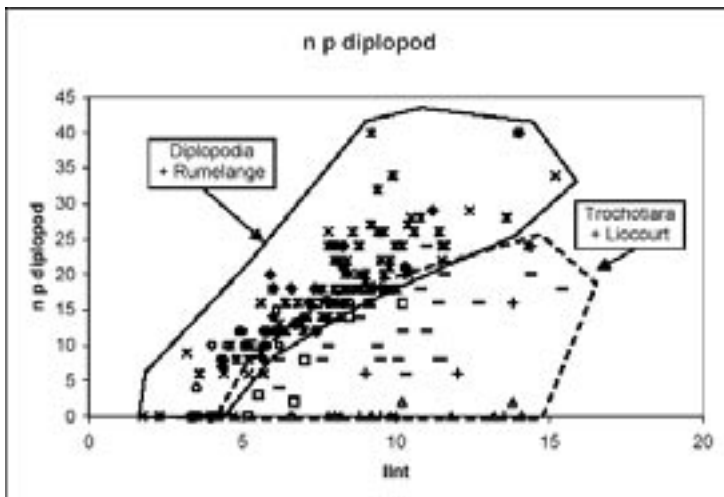
Les *P. sublaevis* de Rumelange sont souvent confondus par les collectionneurs avec des *Stomechinus*. Or contrairement à un *Stomechinus*, les *P. sublaevis* ont les mamelons percés et un péristome plus petit.

Mode de vie

P. sublaevis est l'oursin le plus grand, un des plus hauts et probablement celui qui a la respiration la moins efficace parmi les échinides de Rumelange. Sa ceinture de radioles longs et minces était vraisemblablement assez dense, vu les nombreux



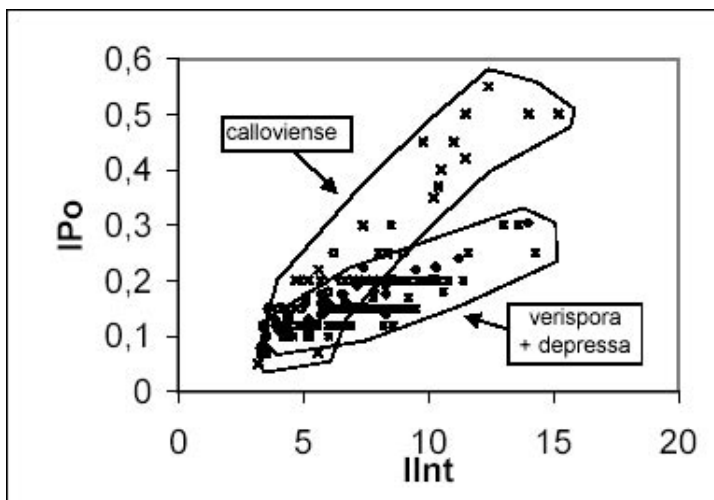
Graphique 15 : Nombre de pores diploporiques par hémiaambulacre (losange : *T. depressa* Rumelange ; carré : *T. depressa* Liocourt)



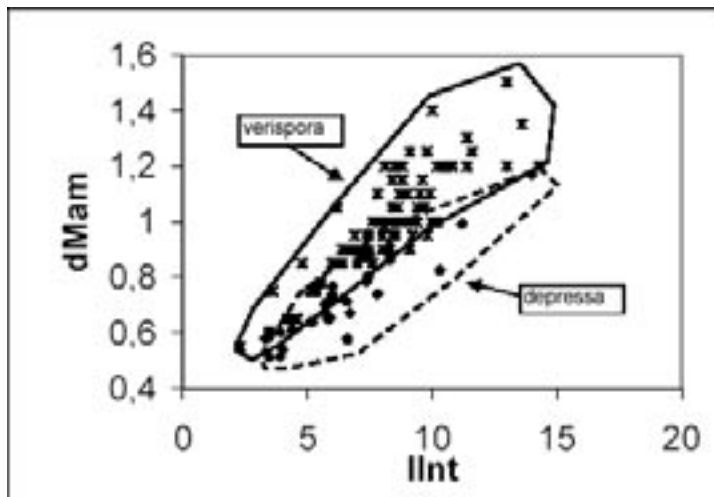
Graphique 16 : Nombre de pores diplopodiques par héli-ambulacre (losange : *T. depressa* Rumelange ; carré : *T. depressa* Liocourt ; rond : *D. pentagona* ; lettre X : *D. calloviense* ; étoile : *D. verispora* ; trait : *T. bipunctata* ; croix : *T. royeri* ; triangle : *T. sauvagei*)

tubercules interambulacraires à l'ambitus, mais discontinue par les ambulacres étroits. Ses nombreux pores du type P2 n'avaient que de faibles capacités respiratoires, soit il la compensait alors par le nombre de pores, soit il n'avait pas de grands besoins respiratoires. Le péristome de petite taille indique un métabolisme faible et/ou une croissance lente puisqu'il consommait peu à cause

de sa petite lanterne. *P. sublaevis* ne pouvait guère s'agripper au substrat car il garde le même nombre de pores autour de la bouche qu'à l'ambitus ou en région ambitale. Il était plutôt adapté à un substrat meuble, voire vaseux, et la forme concave de sa face orale évitait qu'il s'enfonce dans le substrat. Voilà un échinide de milieux calmes. On trouve souvent dans le calcaire détritogène des récifs



Graphique 17 : Largeur du pore ambulacraire (losange : *T. depressa* Rumelange ; carré : *T. depressa* Liocourt ; rond : *D. pentagona* ; lettre X : *D. calloviense* ; étoile : *D. verispora*)



Graphique 18 : Diamètre du mamelon interambulacraire (losange : *T. depressa* Rumelange ; carré : *T. depressa* Liocourt ; étoile : *D. verispora*)

des fragments de test de *P. sublaevis*, normalement sous forme de plaques isolées ; on observe les mêmes circonstances que dans le Corallien de Foug (Lorraine). *P. sublaevis* devait vivre aux alentours des corps récifaux. Les tests entiers proviennent le plus souvent des Marnes sableuses d'Audun-le-Tiche où la mer était vraisemblablement plus calme et le substrat plus vaseux.

Matériel étudié

RuB86, BM274, BM136, BM272, BM191, BM315, 1 individu de la collection Watrinelle, 2 individus de la collection Haas Robert, 1 individu de la collection Haas Marcelline.

Genre : *Hemipedina* Wright, 1855

Diagnose

Les pores sont en une rangée, le scrobicule principal est large et la plaque interambulacraire est haute.

Hemipedina ferryi Cotteau, 1860

Pl.4 fig.1-6

Synonymie

Hemipedina ferryi Cotteau, 1860 : Vadet 2001, p.26-27, pl.5; du Bajocien moyen de Liocourt (Lorraine).

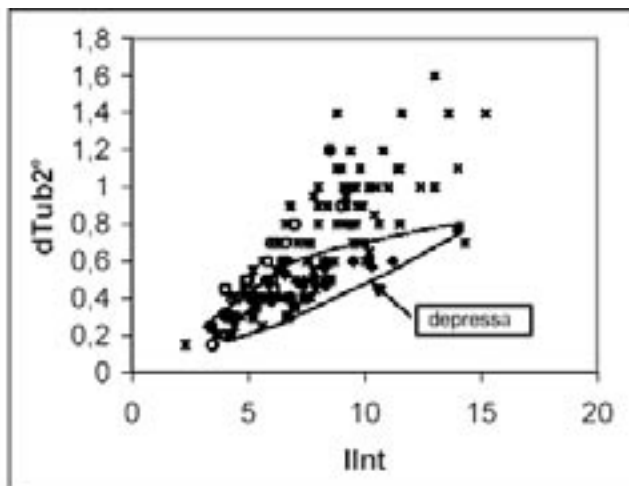
Discussion

Nous ajoutons à nos mesures :

*du Bajocien moyen (z. à Humphriesianum) de Liocourt : *Hemipedina ferryi* et *H. woodwardi*.

Vadet 2001 réunit plusieurs espèces bajociennes de *Hemipedina* en deux seules espèces valables et bien définies : *H. ferryi* et *H. woodwardi*. Ces deux espèces ont aussi été trouvées dans le Bajocien de Rumelange et nous essayons donc de mettre en évidence par l'analyse graphique les différences entre *H. ferryi* et *H. woodwardi*.

Nous voyons sur le graphique 13 que *H. ferryi* a un tubercule interambulacraire plus grand que *H. woodwardi* (ITub). En plus, la plaque interambulacraire ambitale de *H. ferryi* est plus haute que celle de *H. woodwardi* (hPiambit). L'addition de ces deux



Graphique 19 : diamètre du tubercule secondaire (losange : *T. depressa* Rumelange ; carré : *T. depressa* Liocourt ; rond : *D. pentagona* ; lettre X : *D. calloviense* ; étoile : *D. verispora*)

résultats donne le graphique 14 qui sépare clairement les deux espèces.

Notons enfin que le péristome de *H. woodwardi* est plus petit que le péristome de *H. ferryi* et que *H. woodwardi* a un tubercule secondaire plus grand que *H. ferryi*.

Description

RuB123 est un individu moyen de 16,9 mm de diamètre et de 7,3 mm de hauteur. Le péristome mesure 8,2 mm tandis que l'apex a un diamètre de 7,2 mm. Si l'apex est conservé, il est du type dicyclique. En région ambulacraire, l'interambulacre mesure 7 mm de largeur. A cet endroit, le scrobicule large de 2,56 mm et haut de 2,1 mm repose sur une plaque interambulacraire (Fig. 4) mesurant 2,2 mm de hauteur. Le tubercule principal à 1,78 mm de diamètre possède un mamelon d'un diamètre de 0,7 mm. Le tubercule secondaire ambital mesure 0,72 mm de diamètre. On compte 8 tubercules lisses et percés par hémi-interambulacre.

L'ambulacre ambital a une largeur de 2,8 mm et la zone porifère de 0,5 mm. Le pore est large de 0,14 mm, le granule interporal de 0,14 mm. Nous comptons 32 assules par hémi-ambulacre et 6 assules en face de la plaque interambulacraire ambital. Les pores sont de type P2 tout le long de

l'aire ambulacraire, sauf en région orale où ils sont de type P3. La zone interporifère large de 1,8 mm porte deux rangées de tubercules ambulacraires dont le plus gros mesure 1 mm de diamètre et se trouve en dessous du tubercule ambital qui a un diamètre de 1,9 mm. Entre les deux rangées de tubercules ambulacraires serpente une rangée de granules.

La structure ambulacraire (Fig.5) est la suivante : les plaques simples en région adapicale se transforment rapidement en plaques bisociées pour enfin devenir des plaques trisociées en région ambital sans qu'on observe l'élargissement perradial de l'assule médiane. Des phyllodes autour de la bouche sont développées mais discrètement.

Mode de vie

H. ferryi est un petit oursin assez plat à scrobicule ovale. Il portait des radioles assez longs et minces et sa ceinture de radioles n'était pas très homogène à cause de l'ambulacre étroit. Ses podions avaient de bonnes capacités respiratoires, *H. ferryi* était actif. Bien que des phyllodes soient développées et que *H. ferryi* ait pu s'accrocher au substrat, il ne se tenait guère en milieux très agités.

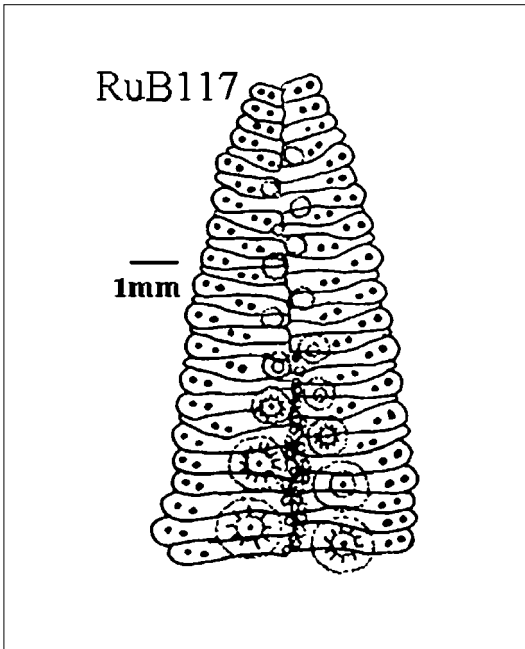


Figure 7: Partie adapical d'ambulacre de *T. depressa*

Matériel étudié

RuB123, BM307 à 310

Hemipedina woodwardi Wright, 1855

Pl.4 fig.7-12

Synonymie

Hemipedina woodwardi Wright, 1855 : Vadet 2001, p.22-26, pl.4; du Bajocien moyen de Liocourt (Lorraine).

Discussion

Voir *H. ferryi*

Description

Nous décrivons BM306. Le test a un diamètre de 25,2 mm et une hauteur de 11,3. Le péristome

mesure 9,2 mm et l'apex 9 mm de diamètre. L'interambulacre ambital est large de 11,2 mm. La largeur du scrobicule est de 2,3 mm, sa hauteur vaut 2,1 mm et il est posé sur une plaque interambulacraire ambital (Fig.6) haute de 2,3 mm. Le tubercule principal mesure 1,75 mm de diamètre et possède un mamelon de 0,64 mm de diamètre. Le tubercule secondaire mesure 1,17 mm de diamètre en région ambital. Par héli-interambulacre on compte 11 tubercules lisses et percés.

L'ambulacre est large de 3,8 mm à l'ambitus, la zone porifère y mesure 0,64 mm. Un granule interporal de 0,13 mm de largeur sépare deux pores larges de 0,21 mm. On compte par héli-ambulacre 52 assules, 6 en face de la plaque interambulacraire ambital. Le tubercule ambulacraire situé à l'ambitus mesure 0,96 mm de largeur. On note la présence d'une rangée de granules entre les tubercules ambulacraires. La zone interporifère a une largeur de 2,55 mm et porte deux rangées de tubercules.

La structure ambulacraire est la même que pour *H. ferryi*.

Mode de vie

H. woodwardi devait mener à peu près le même mode de vie que *H. ferryi*, *H. woodwardi* a cependant un granule interporal plus petit que *H. ferryi* : il était probablement moins actif.

Matériel étudié

BM306, BM270

Cohorte des Echinacea Claus, 1876

Diagnose

Les dents vues en coupe ont une forme en T

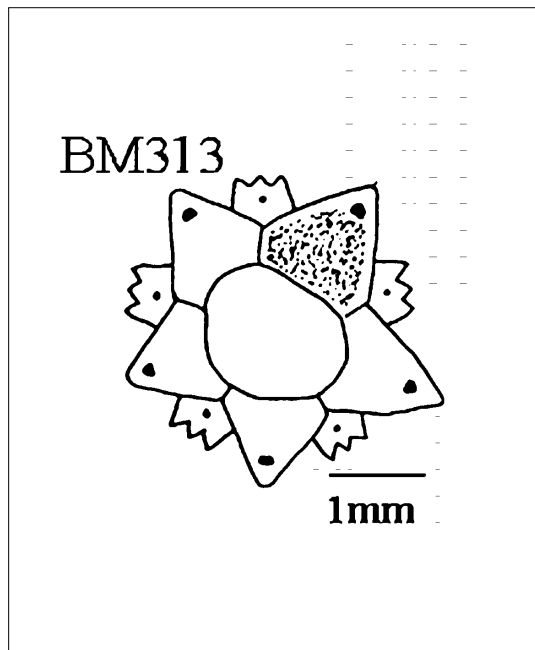


Figure 8: Appareil apical de *P. germinans*

Superordre des Stirodonta Jackson, 1912

Diagnose

Les épiphyses de la lanterne ne se soudent pas entre elles.

Ordre des Phymosomatoida Mortensen, 1904

Diagnose

L'appareil apical (le plus souvent perdu) est de grande taille avec de nombreuses suranales. La zone interporifère de l'ambulacre est très large et le tubercule ambulacraire ambital est grossièrement de la même taille que le tubercule interambulacraire ambital.

Famille des Diplopodiidae Smith & Wright, 1993

Diagnose

Les tubercules sont percés et crénelés, le scrobicule ambital et la zone interporifère sont étroits.

Genre *Trochotiara* Lambert, 1901

Diagnose

Les pores adapicaux sont irrégulièrement diplopodiques : dans un même ensemble quelques individus peuvent avoir tous les pores adapicaux sur deux rangs, d'autres partiellement sur deux rangs et encore d'autres sur un rang.

Trochotiara depressa (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847)

Pl.5, pl.6 fig.1-2

Synonymie

Girardema depressa (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847) sensu Cotteau, 1850 : Vadet 1993, p.89-90, dessin 73 in text, pl.10, fig.1; du Bajocien supérieur de Normandie.

Diplopodia cf. *subangularis* McCoy : Thuy, 2000 du Bajocien moyen de Rumelange (manuscrit non publié).

Girardema depressa (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847) : Vadet 2001, p.38-41, pl.7; du Bajocien moyen de Liocourt (Lorraine).

Discussion

Le genre *Girardema* a été créé et défini par Vadet 1993, p.88 où il mentionne que la principale différence entre *Girardema* et les autres Diplopodiidae est le nombre et le développement des pores adapicaux. Dans la révision de l'ordre des Phymosomatoida, Vadet 2002b reconnaît le genre *Girardema* comme synonyme du genre *Trochotiara* et redéfinit

la famille des Diplopodiidae en accordant une plus grande importance à la largeur du scrobicule ambital et de la zone interporifère ambital qu'au développement des pores adapicaux. Il nous paraît intéressant de comparer les *depressa* de Rumelange et de Liocourt à d'autres représentants des Diplopodiidae à pores adapicaux diplopodiques. Pour ce faire, nous ajoutons aux mesures de Rumelange les suivantes :

*du Bajocien moyen (z. à Humphriesianum) de Liocourt : *Trochotiara depressa*.

*du Bathonien (z. à Discus) de Normandie et de Douvres : *Diplopodia pentagona*.

*du Callovien (z. à Gracilis, Jason et Athleta) de la Sarthe : *Diplopodia calloviense*.

*de l'Oxfordien (z. à Transversarium) de Wassigny (Ardennes) et de Foug (Lorraine) : *Diplopodia verispora*.

*de l'Oxfordien moyen à supérieur de Pamroux et de l'Oxfordien (z. à Bifurcatus et Transversarium) de Suisse : *Trochotiara bipunctata*.

*de l'Oxfordien (z. À Bimammatum) de Loix en Ré : *Trochotiara royeri*.

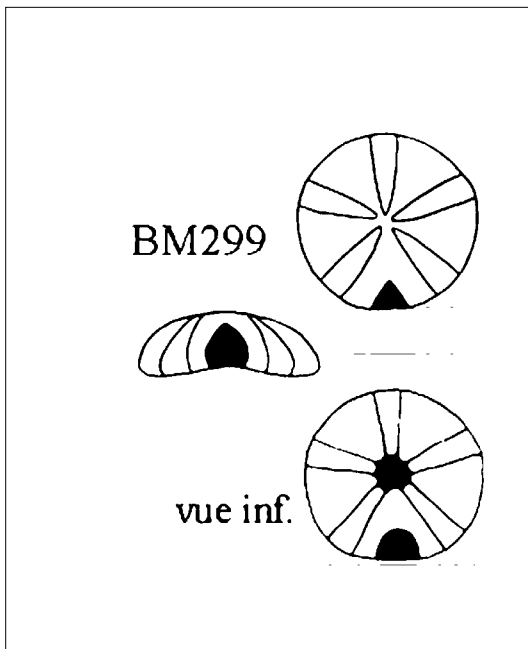


Figure 9: Test de *P. leuthardti*

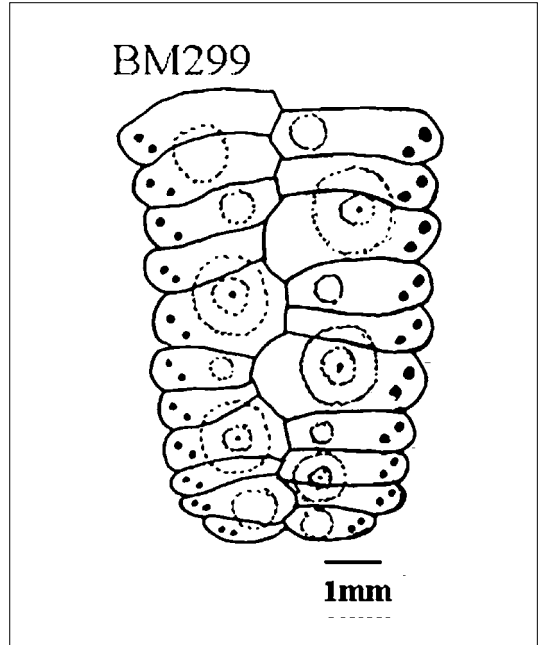
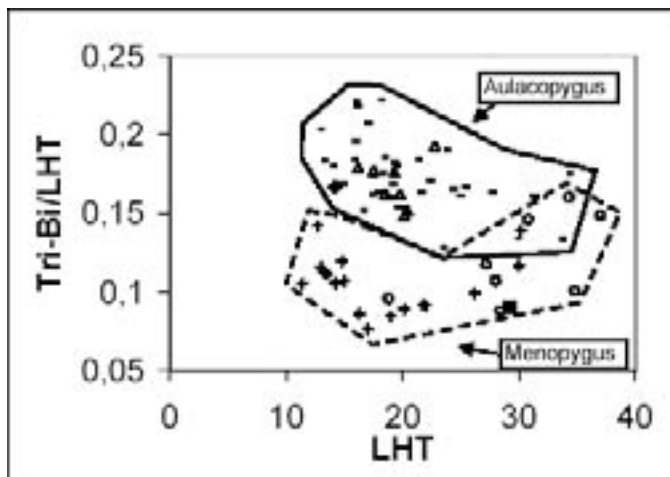


Figure 10: Partie péristomienne d'ambulacre de *P. leuthardti*

*du Portlandien (z. à Albani) de Wimereux : *Trochotiara sauvagei*.

Commençons par le nombre de pores diplopodiques par héli-ambulacre (nPIdiplopod): dans l'espèce *depressa* même, la majorité des individus de Rumelange ont des pores diplopodiques plus nombreux que les individus de Liocourt (graphique 15). Nous reviendrons sur ce phénomène plus loin. En comparant le nombre de pores diplopodiques de *depressa* à celui des autres Diplopodiidae étudiés, nous voyons que les *depressa* de Rumelange (représentés par un losange) sont confondus avec les espèces de *Diplopodia* tandis que les *depressa* de Liocourt (représentés par un carré) tendent plutôt vers les autres espèces de *Trochotiara*. (graphique 16). Pour étudier l'intensité du décalage des pores en région adapicale, nous avons mesuré et représenté graphiquement la largeur de la zone porifère au pore 10. Et effectivement, les *depressa*, surtout les adolescents, ont une zone porifère adapicale moins large, et donc des pores moins décalés que *D. pentagona*. Pour les autres, cette différence n'est pas aussi nette. Pas-

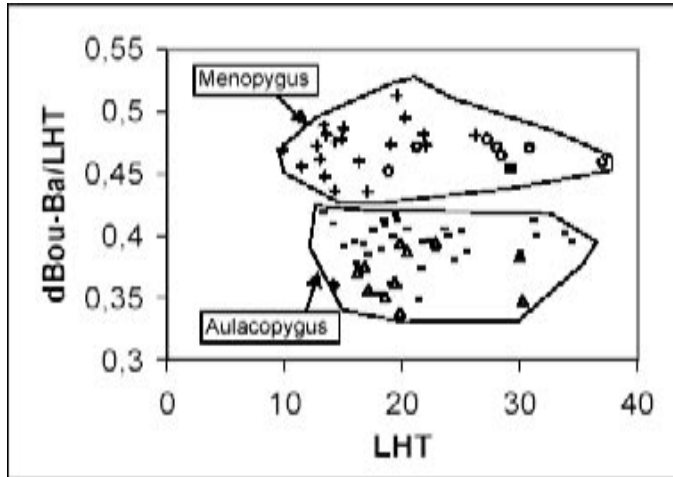


Graphique 20 : Rapport distance trivium-bivium/longueur hors tout (carré : *M. nodoti* Rumelange ; croix : *M. nodoti* France ; rond : *M. sulcatus* ; losange : *A. caudatus* Rumelange ; triangle : *A. caudatus* Angleterre ; trait : *A. subcircularis* (= *A. caudatus*) France)

sons à présent à l'analyse d'autres caractères. La largeur du pore ambital (IPo graphique 17) sépare *D. calloviense* (représenté par la lettre x) de *depressa* qui est confondu avec *D. verispora* (représenté par une étoile). *D. pentagona* (représenté par un rond) se trouve en position intermédiaire entre les deux nuages. Sur le graphique 18 nous avons rapporté le diamètre du mamelon interambulacraire et comparons *depressa* à *D. verispora*. Le mamelon de *D. verispora* est plus grand que celui de *depressa*. Finalement, le diamètre du tubercule secondaire (dTub2° graphique 19) sépare *depressa* de tous les autres Diplopodiidae étudiés, notamment de *D. pentagona*. Nous n'avons donc aucune difficulté de différencier *depressa* des autres Diplopodiidae jurassiques. Cependant dans le cas des *depressa* de Rumelange, le nombre d'assules diplopodiques ne correspond pas tout à fait à la diagnose du genre *Girardema*. En effet, les *depressa* de Rumelange ont autant de pores décalés que les espèces de *Diplopodia*, voilà l'origine de notre détermination préliminaire fautive des Diplopodiidae luxembourgeois (voir synonymie). La diagnose de *Girardema* a été établie à base de *depressa* normands du Bajocien supérieur et il est très probable que ces individus ont moins, voire dans certains cas, pas de pores diplopodiques du tout (sauf les jeunes *depressa*). Il faudrait voir si cette différence est peut-être liée

à un changement du milieu de vie, d'autant plus que les *depressa* normands vivaient dans une mer très calme (comm. pers. du Dr Vadet). Ainsi on pourrait envisager d'éventuelles causes paléo-écologiques pour expliquer les différences du nombre de pores diplopodiques, comme p.ex. le phénomène observé plus haut (graphique 19) : il semble que les *depressa* de Rumelange avaient des besoins moteurs plus élevés que les *depressa* de Liocourt, ils ont donc augmenté leur nombre de pores diplopodiques. Nous évitons cependant d'être trop affirmatifs avant que la relation du nombre de pores diplopodiques avec le milieu de vie soit effectivement démontrée. Après cette analyse, nous pouvons envisager de modifier éventuellement la diagnose du genre *Girardema* en y comprenant la variante observée à Rumelange, où tous les individus adultes ont des pores diplopodiques, et en mentionnant les tubercules secondaires généralement plus petits que chez *Diplopodia*.

Voyons finalement la première occurrence dans la littérature d'espèces très probablement identiques à *depressa* et provenant de Rumelange : Lucius 1948, p.283 *Pseudodiadema pentagonum* et *P. subangulare* du Bajocien de Rumelange. Plus tard, Hary 1970, p.438 mentionne *Acrosalenia hemiscidaroides* comme seul non-*Cidaris* de Rumelange. Nous rapportons cette citation, avec doute cependant,



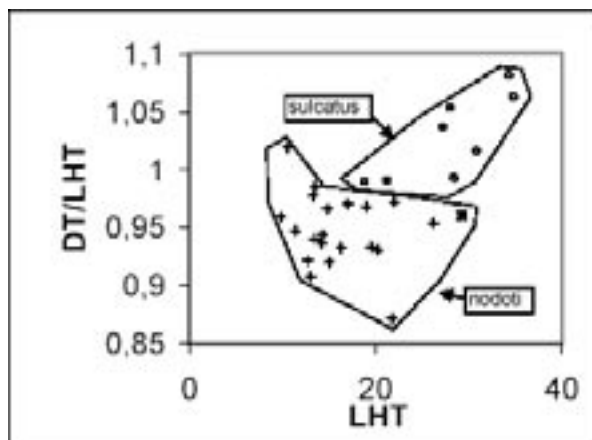
Graphique 21 : Rapport distance bouche-bord antérieur de l'oursin/longueur hors tout (carré : *M. nodoti* Rumelange ; croix : *M. nodoti* France ; rond : *M. sulcatus* ; losange : *A. caudatus* Rumelange ; triangle : *A. caudatus* Angleterre ; trait : *A. subcircularis* (= *A. caudatus*) France)

à *depressa* à cause du fait que *depressa* est le non-Cidaris le plus fréquent à Rumelange et le seul non-Cidaris, à part *H. trigeri*, à tubercules crénelés, comme chez *Acrosalenia*.

Description

A Rumelange, le diamètre des tests de *depressa* est compris entre 10,2 mm et 37,2 mm. Nous décri-

vons RuB121, un individu moyen de 20 mm de diamètre. Il est haut de 6,7 mm. Son péristome a un diamètre de 9,7 mm et est nettement entaillé par 10 scissures buccales, son périprocte de 7,6 mm. L'interambulacre ambital mesure 7,2 mm de largeur. A cet endroit le scrobicule est large de 2,5 mm et haut de 2 mm et repose sur une plaque de 2 mm de hauteur. Le mamelon a un diamètre de 0,9 mm. On compte 10 tubercules crénelés et percés par héli-interambulacre. Le diamètre du tubercu-



Graphique 22 : Rapport diamètre transversal/longueur hors tout (carré : *M. nodoti* Rumelange ; croix : *M. nodoti* France ; rond : *M. sulcatus*)

le secondaire ambital est de 0,48 mm. Dans la zone miliare médiane ainsi que dans la zone miliare adradiale serpente une rangée de tubercules.

L'ambulacre ambital est large de 4,6 mm. La zone porifère occupe 0,58 mm de largeur et porte un pore de 0,19 mm. La largeur du granule interporal est de 0,12 mm. Nous comptons par hémiambulacre 46 assules au total, dont 16 assules diplopodiques et 5 assules en face de la plaque interambulacraire ambital. La zone porifère au dixième pore compté à partir de l'apex est large de 0,7 mm. Les pores adapicaux et ambitaux sont de type P2, les pores péribuccaux de type P3. La zone interporifère est large 3,6 mm à l'ambitus et porte deux rangées de tubercules dont le plus gros mesure 1,8 mm de largeur, son voisin d'en dessus 1,6 mm tandis que le tubercule situé à l'ambitus est large de 1,7 mm. Entre les tubercules ambulacraires on compte 1 rangée de granules.

La structure ambulacraire est la suivante : en région adapicale, les assules forment des plaques simples qui portent de petits tubercules lisses et non percés plutôt épars. Plus loin, les plaques deviennent bisociées et encore plus loin elles se

transforment rapidement en plaques trisociées avec élargissement perradial de l'assule médiane et portent alors des tubercules plus grands crénelés et percés. Nous avons figuré (Fig.7) la partie supérieure de l'ambulacre de RuB117 qui a un diamètre de 28,3 mm. Les assules diplopodiques sont assez nombreuses et présentent quelques irrégularités mineures dans leur disposition, de telles irrégularités chez *depressa* ne sont pas rares, mais que les pores d'un même individu sont diplopodiques dans une aire et non diplopodiques du tout dans une autre n'a été observé que chez les très petits individus luxembourgeois où le décalage des pores est encore très faible. A partir d'un diamètre de 12 mm tous les *depressa* de Rumelange ont des pores diplopodiques.

Mode de vie

T. depressa est un oursin assez petit et très plat à scrobicule ovale. Il portait des radioles courts et plutôt épais qui formaient une ceinture tout à fait homogène. L'armure de radioles était réduite aux faces orale et apicale mais assez dense à l'ambitus. *T. depressa* était actif, vu la grande taille de la cloison interne de ses podions. Ses pores sont nombreux et les phyllodes bien développés. Il avait de grandes capacités moteurs et pouvait s'accrocher au substrat. *T. depressa* nous semble particulièrement adapté à une vie dans un milieu agité dans des crevasses où le seul danger pouvait venir de côté. Notons que la majorité des tests de *depressa* ont été récoltés à l'intérieur des complexes récifaux construits par des colonies à polypiers très plates.

Matériel étudié

RuB58 à 63, RuB54, RuB65 à 66, RuB68 à 69, RuB71 à 72, RuB74, RuB117 à 122, RuB125, BM275, BM267, BM297 à 298, BM301 à 305

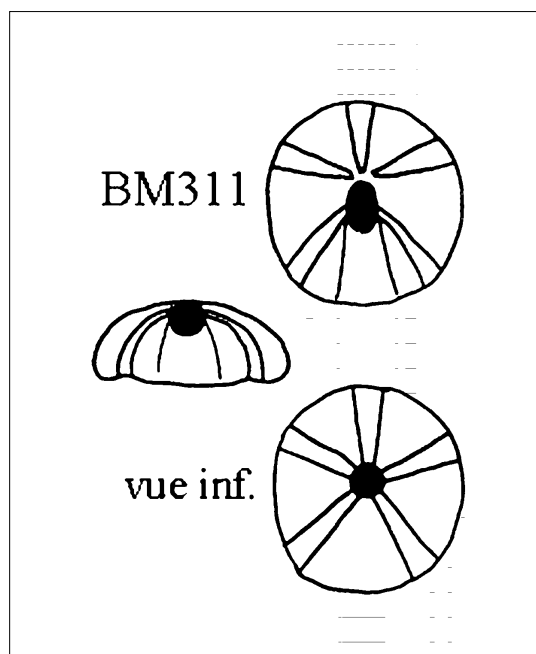


Figure 11: Test de *M. nodoti*

Ordre des Stomechinoïda Vadet, 1999

Diagnose

Les tubercules sont lisses et non percés, la structure ambulacraire est trisociée avec élargissement perradial de la plaque médiane.

Famille des Stomechinidae Pomel, 1883

Diagnose

Apex de petite taille.

Genre *Psephechinus* Pomel, 1883

Diagnose

Les pores sont en triades obliques, la plaque interambulacraire ambital grandit durant toute la vie de l'oursin.

Psephechinus germinans (Phillips, 1829)

Pl.6 fig.3-8

Synonymie et discussion

Psephechinus germinans (Phillips, 1829) : Vadet 1993, p.95-96, pl.10, fig.6; du Bajocien supérieur de Normandie.

Psephechinus germinans (Phillips, 1829) : Vadet 2001, p.41-43, pl.8; du Bajocien moyen de Liocourt (Lorraine).

Pour une synonymie et une discussion détaillées, consulter Vadet 2001, p. 41-43.

Lucius 1948 p.283 cite deux espèces très probablement identiques à *P. germinans* : *Echinus bigranu-*

laris et *Stomechinus lineatus* du Bajocien moyen de Rumelange.

Description

Nous décrivons BM314. Le diamètre du test est de 47,5 mm et il est haut de 29,2. L'apex est long de 8,5 mm et du type dicyclique (Fig.8). L'interambulacre ambital mesure 18,5 mm de largeur et porte un scrobicule principal de 1,8 mm de largeur et 1,8 mm de hauteur. La hauteur de la plaque interambulacraire est de 2,1 mm. Le tubercule principal large de 1,4 mm possède un mamelon de 0,64 mm. Le plus grand tubercule secondaire mesure 1,3 mm de diamètre. On compte par héli-interambulacre 24 tubercules lisses et non percés et à l'ambitus 8 tubercules.

L'ambulacre ambital large de 10,1 mm porte une zone porifère de 2 mm de largeur. Un granule large de 0,18 mm sépare deux pores dont la largeur vaut 0,26. On compte 148 assules par héli-ambulacre et 8 en face de la plaque interambulacraire ambitale. Les pores sont de type P2 près de l'apex et à l'ambitus et de type P3 près de la bouche. La zone interporifère mesure 7,6 mm de largeur et porte 6 rangées de tubercules ambulacraires. Le diamètre du tubercule ambulacraire ambital est de 1,25 mm.

Mode de vie

P. germinans est un oursin haut, de taille moyenne à nombreux scrobicules ronds. Sa ceinture de radioles courts et épais était homogène et dense et la plus développée à la face orale. *P. germinans* avait des podions à capacités respiratoires assez faibles qu'il compensait par le nombre de podions : *P. germinans* a le plus grand nombre de pores des échinides de Rumelange et en plus les phylloides les plus nettement développés autour de la bouche. Il pouvait s'attacher fermement au substrat. *P. germinans* peuplait des milieux agités où il brouillait les algues encroûtantes et d'autres organismes agrippés au substrat.

Matériel étudié

RuB78, BM313 à 314

Les irréguliers

Les deux groupes d'irréguliers qu'on peut trouver à Rumelange sont tellement faciles à séparer que nous n'avons pas besoin d'illustrer les principales différences par une clé. Nous commençons donc immédiatement par la description des deux groupes.

**Cohorte des Irregularia
Latreille, 1825****Diagnose**

Nombreux tubercules interambulacraires et ambulacraires égaux entre eux, périprocte non central.

**Superordre des Eognathostomata
Smith, 1984****Diagnose**

Péristome central, pourvu de 10 scissures buccales, de grand diamètre et dont la taille relative diminue rapidement avec la taille de l'oursin, trium central, périprocte de grande taille à fleur de test, interambulacres impair et pairs antérieurs étroits, ambulacres ambitaux larges.

**Ordre des Holoctypoida
Duncan, 1889****Diagnose**

Périprocte pas au contact de l'apex.

Famille des Holoctypidae Lambert, 1900.

Genre *Philolectypus* Vadet, 1997**Diagnose**

Présence de 4 pores génitaux, le périprocte est séparé du péristome par cinq à six plaques interambulacraires.

***Philolectypus leuthardti*
(Lambert 1926)**

Pl.7 fig.1-5

Synonymie

Holoctypus leuthardti Lambert 1926, p.118, pl.10, fig.1-2; du Bajocien (z. à Humphriesianum) de Burg près de Liestal et de la collection Leuthardt.

Philolectypus leuthardti (Lambert 1926): Vadet 1997, p.22.

Philolectypus leuthardti (Lambert, 1926): Vadet 2001, p.44-46, fig. in text p.45, pl.8.

Discussion

Cette espèce est très facile à reconnaître et tellement typique qu'elle ne nécessite pas d'analyse graphique.

Description

Le test de *P. leutherdti* en vue supérieure est presque rond, en effet il est presque aussi long que large et de hauteur moyenne (à peu près deux fois plus long que haut). Le péristome entaillé de scissures buccales bien développées est situé au centre de la face inférieure qui est concave. Le périprocte de très grande taille est séparé du péristome par 6 plaques interambulacraires et entame

largement le bord postérieur de l'oursin. Chez les plus petits individus, le périprocte se trouve presque entièrement à la face supérieure, chez les plus grands il est également visible en vue inférieure (Fig.9 LHT=44,7 mm). L'apex se trouve au centre de la face supérieure.

Les cinq aires interambulacraires sont de largeur orbitale égale ou presque et portent de nombreux tubercules percés et discrètement crénelés. Les tubercules de la face orale sont nettement plus grands que ceux de la face apicale.

Les cinq ambulacres sont également de largeur orbitale égale ou presque. La zone porifère est très étroite tandis que la zone interporifère est beaucoup plus large et porte des tubercules percés. La structure ambulacraire est identique à celle que Vadet 1998 p.25 a observée chez *Philolectypus sarthacensis* : il n'y a nulle part la présence d'assules occluses. Nous avons figuré (Fig.10) la partie adorale d'un ambulacre de BM299.

Mode de vie

P. leuthardti est un irrégulier de hauteur moyenne. Il est aussi large que long, ce qui veut dire qu'a priori il n'avait pas de direction préférentielle de déplacement. *P. leuthardti* diminue la hauteur du test et la hauteur de l'ambitus au cours de la croissance : il devient plus plat et moins rond. Ces modifications morphologiques sont probablement des adaptations aux courants du milieu de vie. Vu la densité des tubercules de la face inférieure, *P. leuthardti* vivait sur un sable coquillier assez fin, la forme concave de la face orale évitait un enfouissement du test dans le substrat et permettait à *P. leuthardti* de sortir partiellement sa lanterne pour attraper la nourriture. La forme des tubercules de sa face inférieure nous révèle que *P. leuthardti* repoussait avec ses radioles de la face orale le sédiment tout autour de lui et que les radioles péribuccaux poussaient les particules dans la bouche. *P. leuthardti* mangeait abondamment une nourriture peu nutritive et faisait, vu la taille énorme de son périprocte, de grosses fèces. Il vivait vraisemblablement caché sous divers objets qu'il tenait avec les podions de sa face supérieure.

Matériel étudié

BM299, BM300

Superordre des Atelostomata Zittel, 1879

Diagnose

Péristome de petite taille et dépourvu de scissures buccales, l'apex est le plus souvent antérieur et des phyllodes sont absents ou réduits.

Ordre des Disasteroïda Mintz, 1968

Famille des Menopygidae Lambert, 1911

Diagnose

L'appareil apical n'est pas disjoint et antérieur, présence d'un sillon anal.

Genre *Menopygus* Pomel, 1883

Diagnose

Le péristome est presque central, l'apex est antérieur, la distance trivium-bivium est moyenne, l'assule adorale médiane est moyennement longue, les phyllodes sont absents.

Menopygus nodoti (Cotteau, 1859)

Pl.2 fig.6-7

Synonymie

Menopygus nodoti (Cotteau, 1859) : Vadet 1995, p.64-77, dessins in text 15-18, pl.1, fig.1-4.

Menopygus nodoti (Cotteau, 1859) : Vadet 1997, p.24-34, fig.166 et 176 in texte.

Discussion

Nous étudions par l'analyse graphique d'abord les différences entre les deux espèces de Menopygidae rencontrées à Rumelange, puis nous analysons chacune des deux espèces isolément. Pour compléter l'analyse, nous ajoutons aux mesures de Rumelange les suivantes :

*du Bajocien supérieur de Briey (Lorraine), de Noers et de Nancy et du Bathonien (?) de Selongey : *Menopygus nodoti*.

*du Bajocien moyen (z. à Humphriesianum) de France : *Menopygus sulcatus*.

*de l'Aalénien et du Bajocien de la Sarthe : *Aulacopygus caudatus*, étudié in Vadet 1997, p.23-35 sous le nom de *Aulacopygus subcircularis*.

*du Bajocien (z. à Sowerbyi) de Comberjon et de Longeville (Haute Saône), de Poitiers et de l'Indre: *Aulacopygus caudatus*, étudié in Vadet 1997, p.23-35 sous le nom de *Aulacopygus subcircularis*.

*du Bajocien d'Angleterre : *Aulacopygus caudatus*.

Commençons l'analyse avec le rapport tri-bi/LHT (graphique 20 tri-bi=distance entre le trivium et le bivium) : il met en évidence deux genres différents : *Aulacopygus* et *Menopygus*. Les deux individus luxembourgeois (représentés par un carré et un losange) s'insèrent parfaitement dans chacun des deux genres. Le rapport dBou-Ba/LHT (graphique 21 dBou-Ba=distance bouche-bord antérieur de l'oursin) divise lui aussi les Menopygidae étudiés en deux groupes : les *Menopygus* à péristome presque central et les *Aulacopygus* avec un péristome plus antérieur. Et de nouveau les deux individus de Rumelange se répartissent sur les deux genres. Un même résultat s'obtient avec le rapport lAssMéd/LHT : les *Menopygus* ont l'assule adorale médiane plus courte que les *Aulacopygus*. Nous n'avons donc aucune difficulté à séparer les *Menopygus* étudiés dans deux genres et à attribuer les individus de Rumelange à l'un ou l'autre des deux genres.

Passons à présent à l'étude du genre *Menopygus* avec son représentant luxembourgeois. Vadet 1997 p.33-34 a retenu pour le genre *Menopygus* les espèces *M. nodoti* et *M. sulcatus* et déjà en 1995 p.74

il avait remarqué que la seule différence entre les deux espèces est l'allongement du test. En effet, *M. sulcatus* est moins allongé que *M. nodoti*. Nous avons représenté le rapport DT/LHT sur le graphique 22 (DT=diamètre transverse de l'oursin) et il se forme effectivement deux nuages, proches certes mais bien distincts. L'individu luxembourgeois représenté par un losange se situe à l'intérieur du nuage de *M. nodoti* : il est plus allongé que les *M. sulcatus* et nous le plaçons donc dans l'espèce *M. nodoti*.

Déjà Lucius 1948, p.283 mentionne la présence de Menopygidae (?) dans le Bajocien moyen de Rumelange sous le nom de *Hyboclypeus ovalis*. De quel Menopygidae s'agit-il, nous ne pouvons pas le préciser.

Description

Nous décrivons BM311 (Fig.11), le seul individu que nous avons vu de Rumelange. Il est long de 29,3 mm et large de 28,1 mm et a une hauteur de 11,6 mm. Le diamètre transversal du péristome dépourvu de scissures buccales vaut 3,6 mm. Le péristome est presque central : la distance milieu du péristome-bord antérieur vaut 13,3 mm. La face orale est pulvinée : les aires interambulacraires sont renflées près du bord. La hauteur de la base du périprocte, situé au fond d'un sillon, est de 7,1 mm. La distance trivium-bord antérieur vaut 12,2 mm : l'apex est assez antérieur. L'appareil apical est partiellement conservé mais trop usé pour montrer des détails. La distance trivium-bivium est égale à 2,64 mm.

L'interambulacre ambital impair est large de 18,3 mm, l'interambulacre ambital pair antérieur de 11,5 mm et postérieur de 14 mm. Les tubercules interambulacraires sont percés, une éventuelle crénelure n'est plus visible. Les tubercules de la face postéro-inférieure sont allongés avec un mamelon reporté vers l'avant. Les autres tubercules de la face orale de l'oursin ne semblent pas être allongés et leur mamelon est centré. Les tubercules de la face supérieure ont disparu à cause de l'usure de test.

Les ambulacres mesurés à l'ambitus ont approxi-

mativement la même largeur. La zone porifère ambitale mesure 0,27 mm de largeur. Les zygopores de la face supérieure sont légèrement inclinés et le pore extérieur est de la même largeur que le pore intérieur. A la face inférieure près du péristome l'inclinaison des pores est très forte. On note l'absence de phyllodes. L'usure a fait disparaître les limites des assules ambulacraires adorales, nous ne pouvons pas faire une description plus détaillée de la structure ambulacraire. L'assule adorale médiane mesure 0,56 mm de longueur. La zone interporifère ambitale est large de 2,7 mm.

Mode de vie

Le test de *M. nodoti* est plus long que large : sa direction préférentielle de déplacement était parallèle au grand axe de l'oursin. Les tubercules de la face inférieure sont allongés à mamelon antérieur : ces radioles repoussaient le sédiment vers l'arrière ce qui provoquait le déplacement de l'oursin vers l'avant. Les autres radioles ne semblaient pas avoir de direction préférentielle de fonctionnement. Les pores de la face supérieure semblent être de type P1 : dépourvus de ventouses, ces podions ne servaient qu'à la respiration. Les pores de face inférieure sont de type P2. Le péristome est de petite taille et dépourvu de scissures buccales : *M. nodoti*, s'il avait une lanterne, ne pouvait pas la sortir. Il avalait de petites particules de nourriture qu'amenaient les podions vers le péristome. *M. nodoti* vivait probablement juste sous la surface du sédiment car ses podions respiratoires n'étaient pas très larges. Nous pouvons conclure que le mode de vie de *M. nodoti* ressemblait beaucoup à celui de *Hiboclypeus gibberulus* de la Sarthe décrit dans Vadet 1998 p.33-35, sauf que *M. nodoti* était vraisemblablement un fouisseur moins actif et puissant.

Matériel étudié

BM311

Genre *Aulacopygus* Pomel, 1839

Diagnose

Le péristome est antérieur et de petite taille, l'apex est très antérieur, la distance trivium-bivium est assez grande, l'assule adorale médiane est longue, présence de phyllodes réduits.

Aulacopygus caudatus (Wright, 1852)

Pl.2 fig.8-9

Synonymie

Hyboclypeus subcircularis Cotteau, 1874 : pl. 142, fig.1-6; du Bajocien de Nancy.

Aulacopygus subcircularis (Cotteau, 1874) : Vadet 1997, p.23-34, fig.170 in text.

Aulacopygus caudatus (Wright, 1852) : Vadet 1997, p.23-33.

Discussion

Nous avons comparé les mesures de *A. subcircularis* avec l'individu luxembourgeois aux mesures de *A. caudatus* et nous n'avons trouvé aucune différence. En effet, les *A. caudatus* sont toujours à l'intérieur du nuage de *A. subcircularis*, quel que soit le caractère analysé. Quelques *A. caudatus* semblent être légèrement plus allongés que la majorité des *A. subcircularis*, mais cette différence est tellement minime qu'elle ne peut pas changer notre opinion. *A. caudatus* décrit en 1852 par Wright a la priorité d'ancienneté par rapport à *A. subcircularis* qui devient donc un synonyme de *A. caudatus*. Faute de mesures prises sur le type ou un figuré par Cotteau, nous justifions notre conclusion par le fait que Vadet 1997 a mis en synonymie EM 40062, figuré dans la Paléontologie française sous le nom de *Hyboclypeus subcircularis* (voir synonymie), et trois autres ensembles d'échinides. Nous avons comparé à ces trois ensembles de *A. subcircularis* notamment l'holotype de *A. caudatus* sans trouver la moindre différence.

Tableau 1: Comparaison des populations d'échinides de Rumelange et Liocourt

	Rumelange	Liocourt
<i>Polycidaris horrida</i>	+	-
<i>Anisocidaris spinulosa</i>	-	+
<i>Caenocidaris cucumifera</i>	+	+
<i>Nenoticidaris zschokkei</i>	+	+
<i>Pseudopedina divionensis</i>	+	+
<i>Heterocidaris trigeri</i>	+	-
<i>Pedina sublaevis</i>	+	-
<i>Hemipedina ferryi</i>	+	+
<i>Hemipedina woodwardi</i>	+	+
<i>Culozoma baroini</i>	-	+
<i>Trochotiara depressa</i>	+	+
<i>Psephechinus germinans</i>	+	+
<i>Philolectypus leuthardtii</i>	+	+
<i>Menopygus nodoti</i>	+	-
<i>Aulacopygus caudatus</i>	+	-

Description

L'unique individu, BM312, est long de 14,2 mm, large de 13,6 mm et a une hauteur de 6 mm. La face orale du test est légèrement bombée à cause du renflement des interambulacres près du bord. Le péristome a un diamètre de 2,1 mm et est assez antérieur : la distance milieu du péristome-bord antérieur de l'oursin mesure 5,1 mm. La distance trivium-bord antérieur de l'oursin vaut 6 mm : l'apex est proche du bord antérieur. Nous avons figuré l'appareil apical de BM312 (fig.12) : les plaques ocellaires II et IV séparent les plaques génitales 1-2 et 3-4, ce qui est tout à fait typique pour les Menopygidae. Le périprocte se trouve dans un sillon anal mais n'est pas visible à cause d'une mince couche d'un calcaire sableux très dur. La distance trivium-bivium vaut 2,36 mm.

Les interambulacres ne sont pas égaux entre eux et ils mesurent à l'ambitus dans la suite pair antérieur, pair postérieur, impair : 5,6 mm, 7,3 mm, 8,4 mm. La tuberculation a entièrement cédé à l'érosion.

Les ambulacres sont presque égaux entre eux et ont une largeur de 1,7 mm à l'ambitus. L'inclinaison des pores est plus faible à la face supérieure qu'à la face inférieure. Les pores de la face supérieure sont de largeur égale. Des phylloides sont développés près du péristome mais très réduits. Une grande partie des limites des plaques ambulacraires de la face orale a disparu par l'effet de l'érosion, la structure ambulacraire n'est plus visible. L'assule adorale médiane est longue de 0,61 mm.

Mode de vie

A. caudatus est fonctionnellement très proche de *M. nodoti* et il devait mener le même mode de vie que *M. nodoti*.

Matériel étudié :

BM312

Résultats statistiques

Les proportions des espèces étudiés à Rumelange sont les suivantes :

P. horrida (tests) : 6,3%; *N. zschokkei* (tests) : 24,1%;
P. divionensis : 1,3%; *H. triggeri* : 2,5%; *P. sublaevis* :
 12,7%; *H. ferryi* : 6,3%; *H. woodwardi* : 2,5%; *depressa* : 38%;
P. germinans : 3,8%; *P. leutherdti* : 2,5%;
M. nodoti : 1,3%; *A. caudatus* : 1,3%

Pour les radioles nous avons les proportions suivantes :

P. horrida : 65,5% ; *N. zschokkei* : 31% ; *C. cucumifera* : 3,5%

La répartition des échinides sur les deux formations est assez difficile, les limites lithologiques n'étant souvent pas assez nettes. En plus, nous ignorons dans quelle formation les individus de la collection du MnhnL à Luxembourg ont été récoltés. Toutefois, par nos propres récoltes et observations, nous pouvons conclure que la plupart des échinides étudiés ont été fossilisés dans le Calcaire d'Audun-le-Tiche et que *P. horrida* se rencontre presque exclusivement dans les Marnes sableuses d'Audun-le-Tiche.

Comparons à présent encore la composition de la faune échinologique de Rumelange avec celle de Liocourt (Tab.1) :

Nous voyons que les deux faunes comprennent de nombreuses espèces communes, les espèces typiques du faciès coralligène lorrain, mais aussi que la faune échinologique de Rumelange est plus riche en espèces. Les différences dans la composition faunistique peuvent éventuellement avoir des causes paléo-écologiques, p.ex. le climat ou la nature du substrat dans le cas des irréguliers. *P. horrida*, l'oursin le plus fréquent des Marnes sableuses d'Audun-le-Tiche, n'a pas été trouvé à Liocourt, ce qui s'explique par le fait que cette formation qui se superpose au faciès coralligène dans la région de Rumelange n'affleure pas à Liocourt. Qu'on n'ait pas trouvé *H. triggeri* à Liocourt et *A. spinulosa* et *baroini* à Rumelange est probablement dû à la grande rareté de ces espèces ; peut-être qu'elles ont tout simplement échappé à l'œil sagace des collectionneurs. L'étude des faunes échinologiques d'autres sites

bajociens de la région permettra d'aller plus loin dans ce genre de réflexions et peut-être d'élucider quelques-unes des questions.

Reçu le 01/06/2002

Planche 1

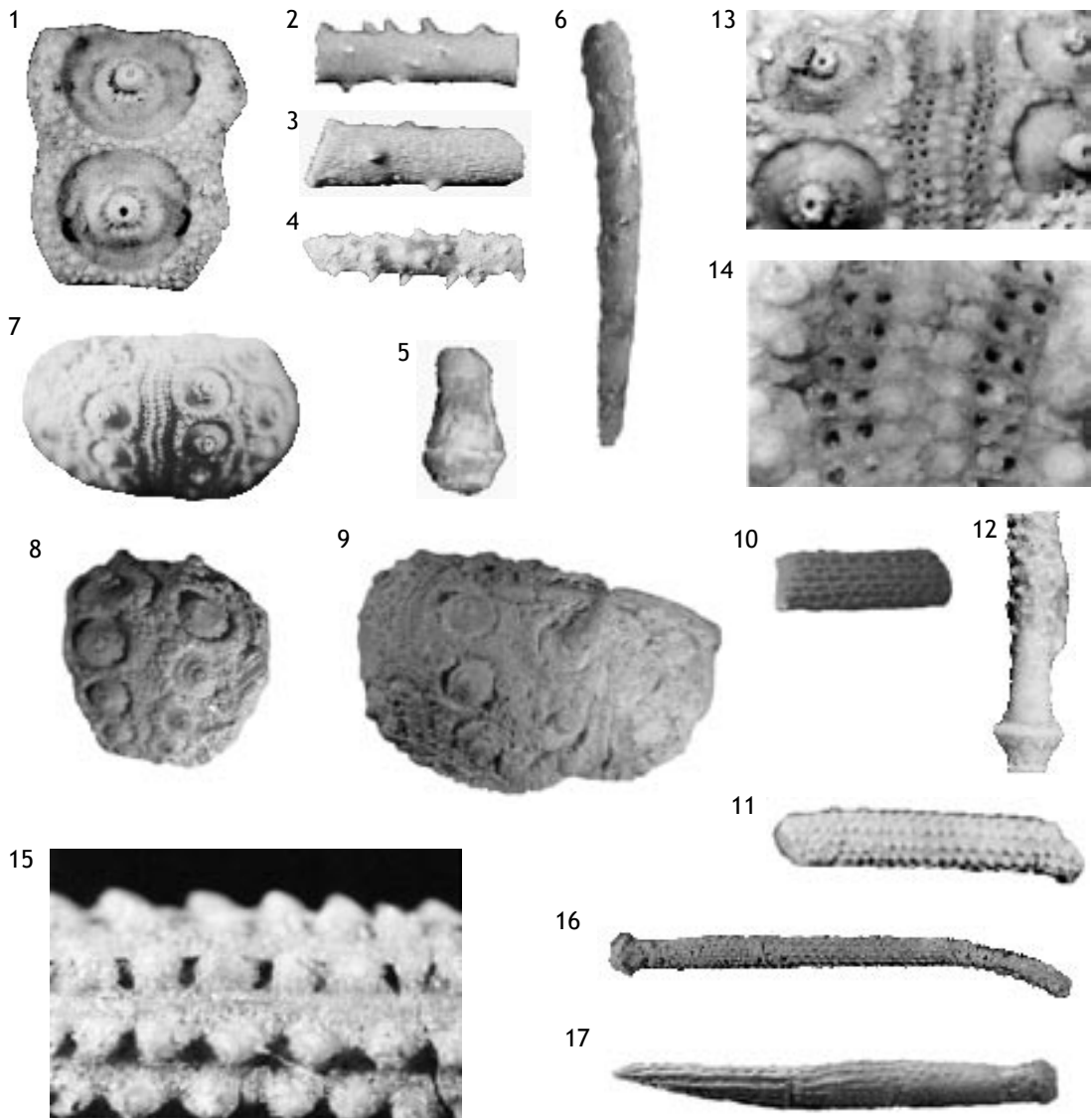
***Polycidaris horrida* (Mérian in Agassiz, 1840)**

Fig. 1 RuB 126: Fragment de test, dScro 12,35 mm; Fig. 2 RuB 140: Fragment de radiole, dR 5,8 mm; Fig. 3 RuB 156: Fragment de radiole, dR 4,95 mm; Fig. 4 RuB: Fragment de radiole, 161 dR 3,9 mm; Fig. 5 RuB 186: Fragment de radiole, dAn 6,16 mm; Fig. 6 RuB 180: Fragment de radiole dR 5,8 mm.

***Nenoticidaris zschokkei* (Cotteau, 1875)**

Fig. 7 RuB 96: Fragment de test, llnt 11,65 mm; Fig. 8 RuB 82: Fragment de test, llnt 14,4 mm; Fig. 9 RuB 88: Fragment de test, llnt 14,1 mm; Fig. 10 RuB 103: Fragment de radiole dR 3,1 mm; Fig. 11 RuB 108: Fragment de radiole, dR 1,9 mm; Fig. 12 RuB 100: Fragment de radiole, dR 3,4 mm; Fig. 13-14 RuB 96: Ambulacre ambital LZP 0,8 mm; Fig. 15: RuB 100: Fragment de radiole, dR 3,4 mm; Fig. 16 RuB: Radiole, 114 dR 3,3 mm; Fig. 17: RuB 130: Radiole, dR 2,6 mm.

Planche 2

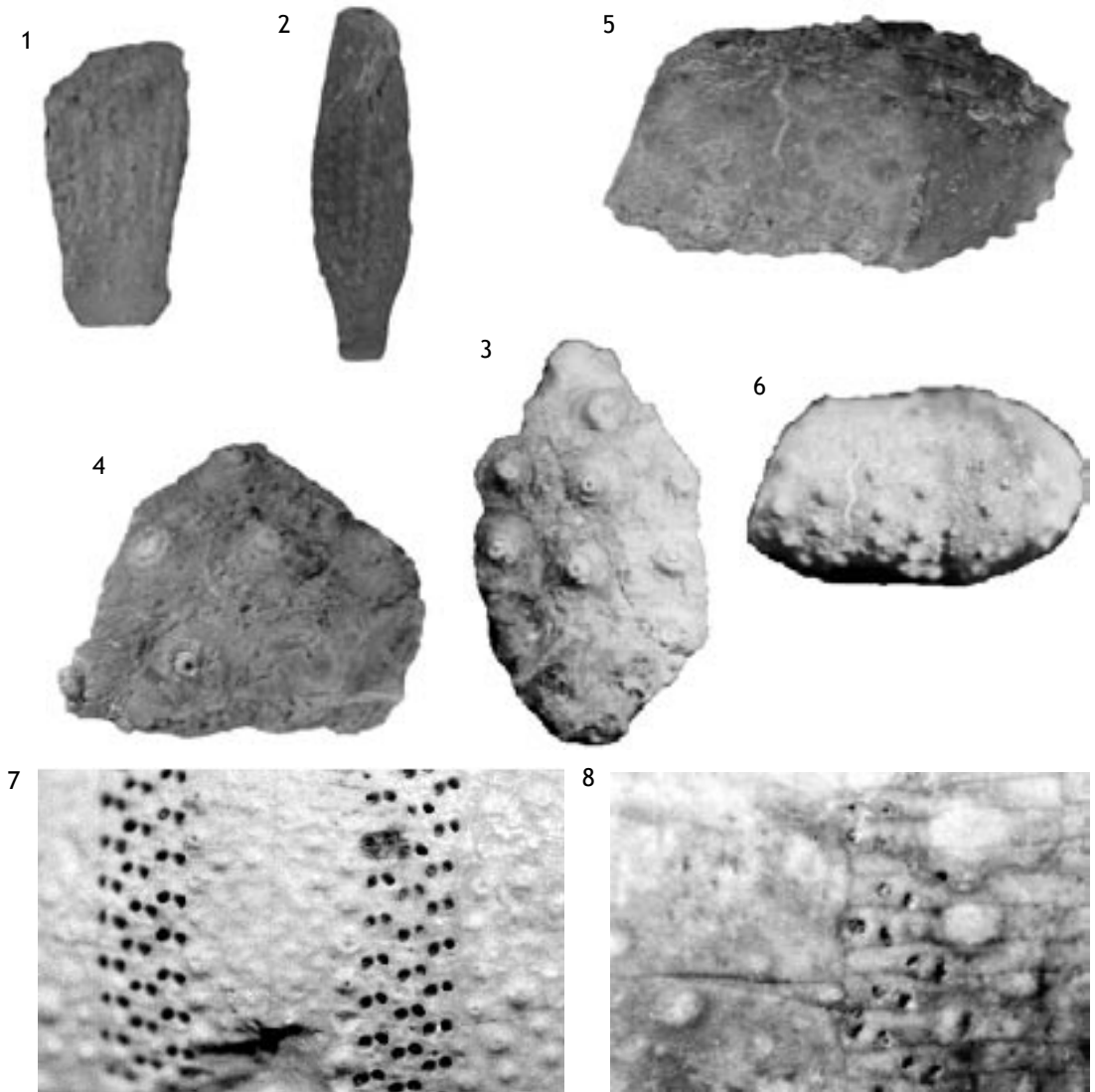
***Caenocidaris cucumifera* (Agassiz, 1840)**

Fig. 1 RuB 97: Fragment de radiole, dAn 2,39 mm; Fig. 2 BM 296: Radiole, dR 7,3 mm.

***Heterocidaris trigeri* Cotteau, 1860**

Fig. 3 RuB 79: Fragment de test, lScro 10,25 mm; Fig.4 RuB 80: Fragment de test, lScro 11 mm.

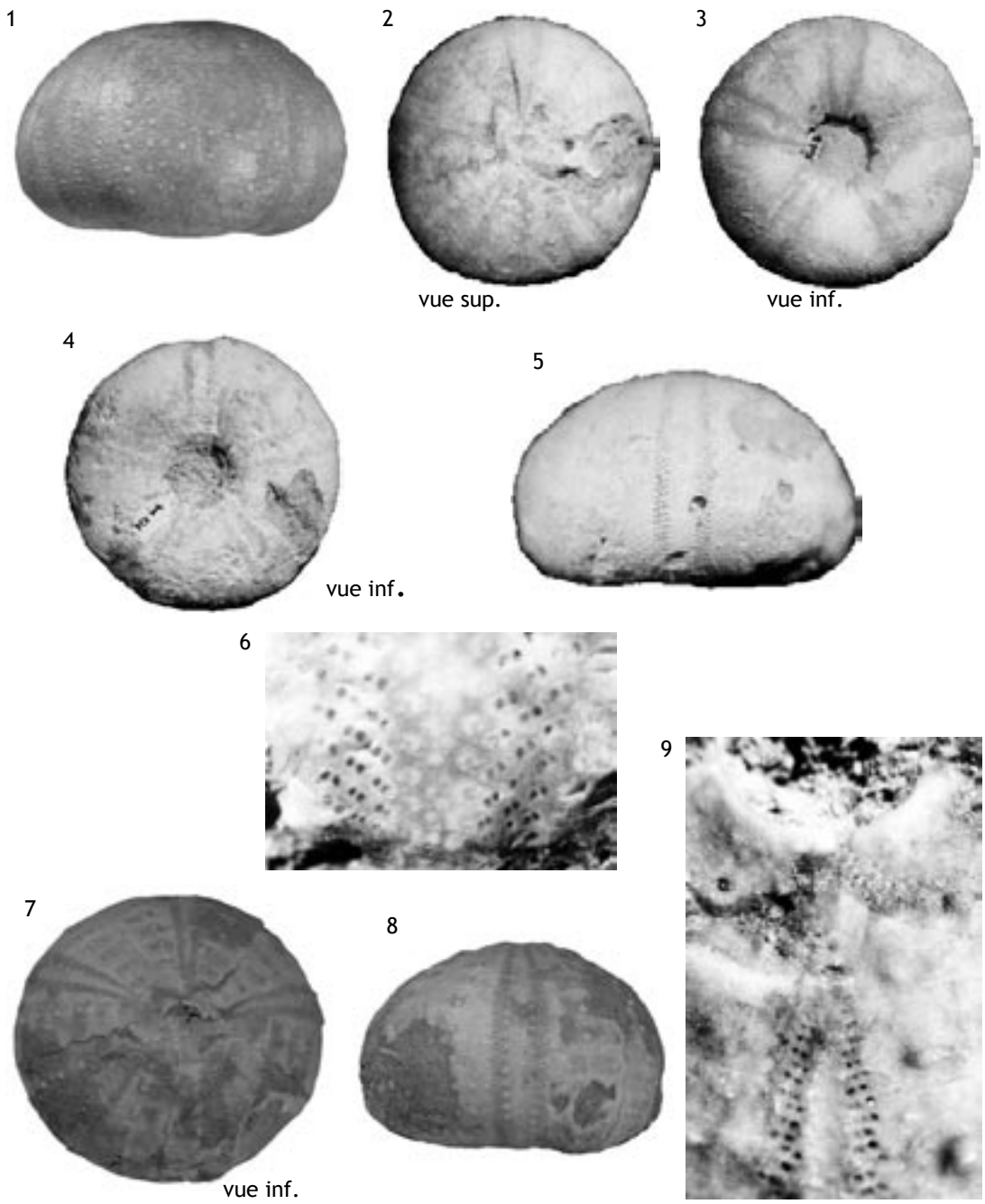
***Pseudopedina divionensis* (Michelin, 1854)**

Fig. 5-6 RuB 90: Fragment de test, lInt 25,7 mm.

***Pedina sublaevis* Agassiz, 1840**

Fig. 7 BM 191: Ambulacre ambital, d 42,45 mm; Fig. 8 coll. Haas R.: Ambulacre ambital, lZp 1,72 mm.

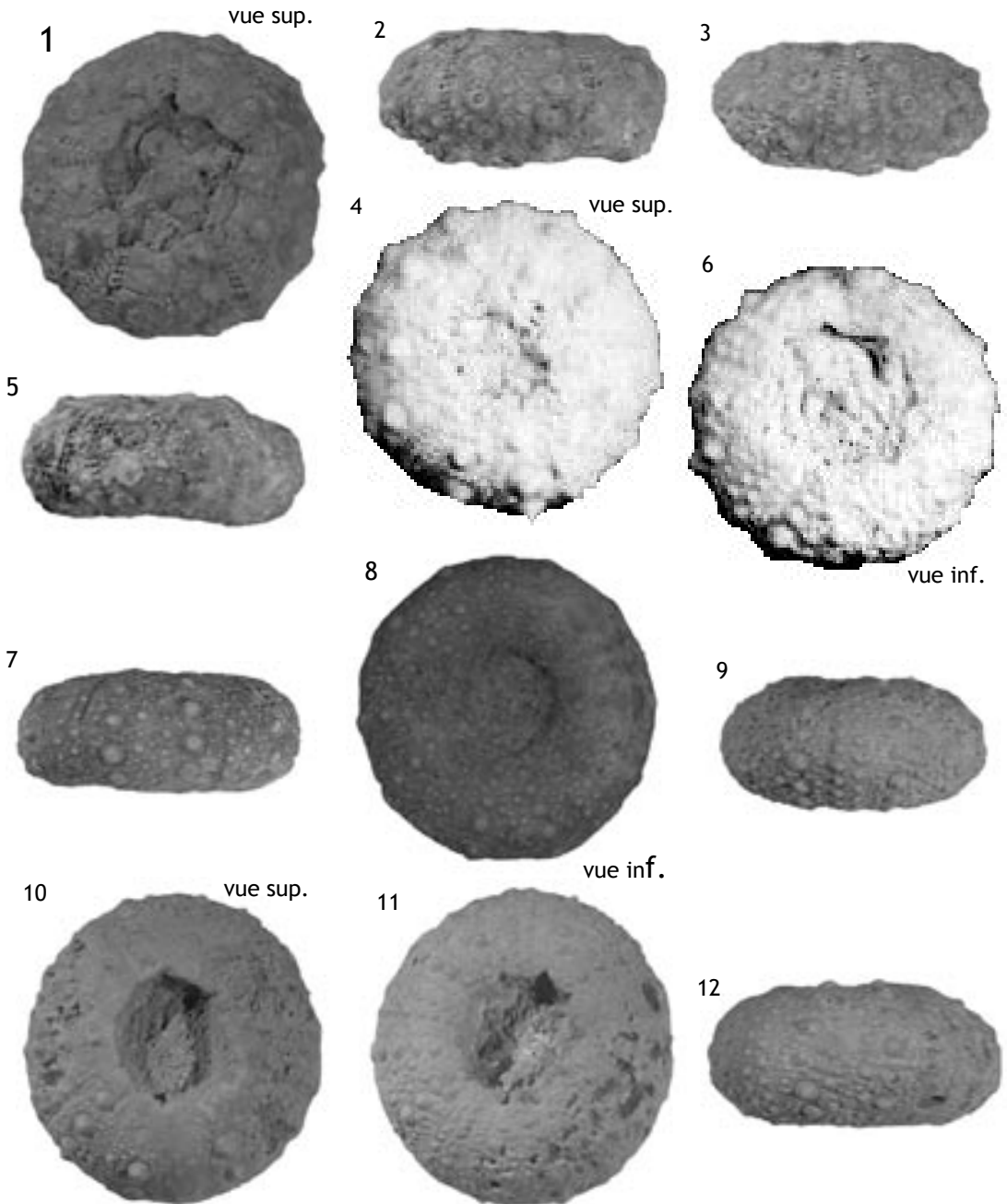
Planche 3



Pedina sublaevis Agassiz, 1840

Fig. 1-3 RuB 86: Test, d 81,6 mm; Fig. 4-6 BM 136: Test (fig.6: ambulacre adoral), d 89,7 mm; Fig. 7-9 coll. Watrinelle: Test (fig.9: Ambulacre adapical), llnnt 20,5 mm.

Planche 4



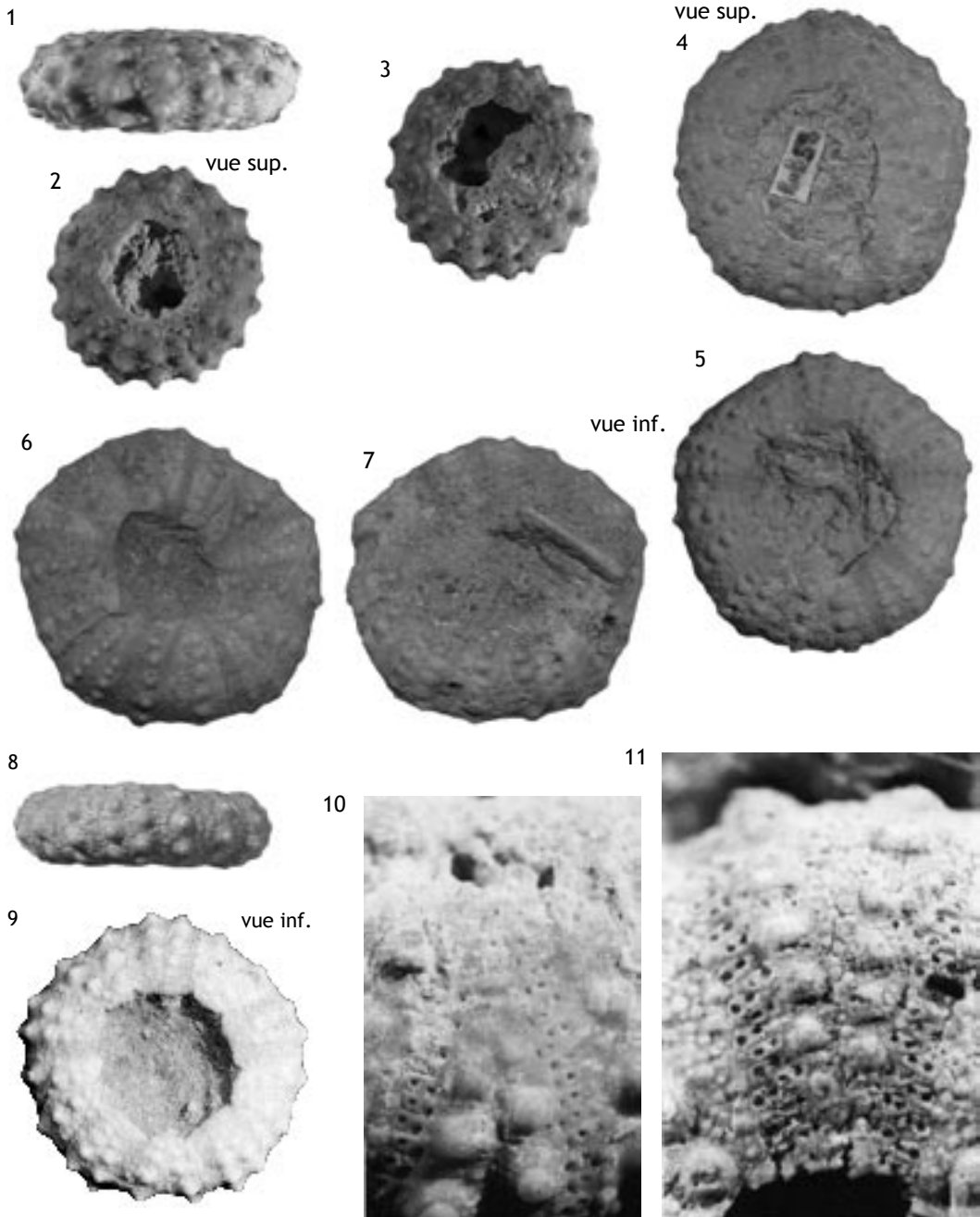
***Hemipedina ferryi* Cotteau, 1860**

Fig. 1-3 BM 307: Test, d 16,5 mm; Fig.4-6 RuB 123: Test, d 16,9 mm.

***Hemipedina woodwardi* Wright, 1855**

Fig. 7-8 BM 270: Test, d 20,3 mm; Fig. 9-12 BM 306: Test, d 25,15 mm.

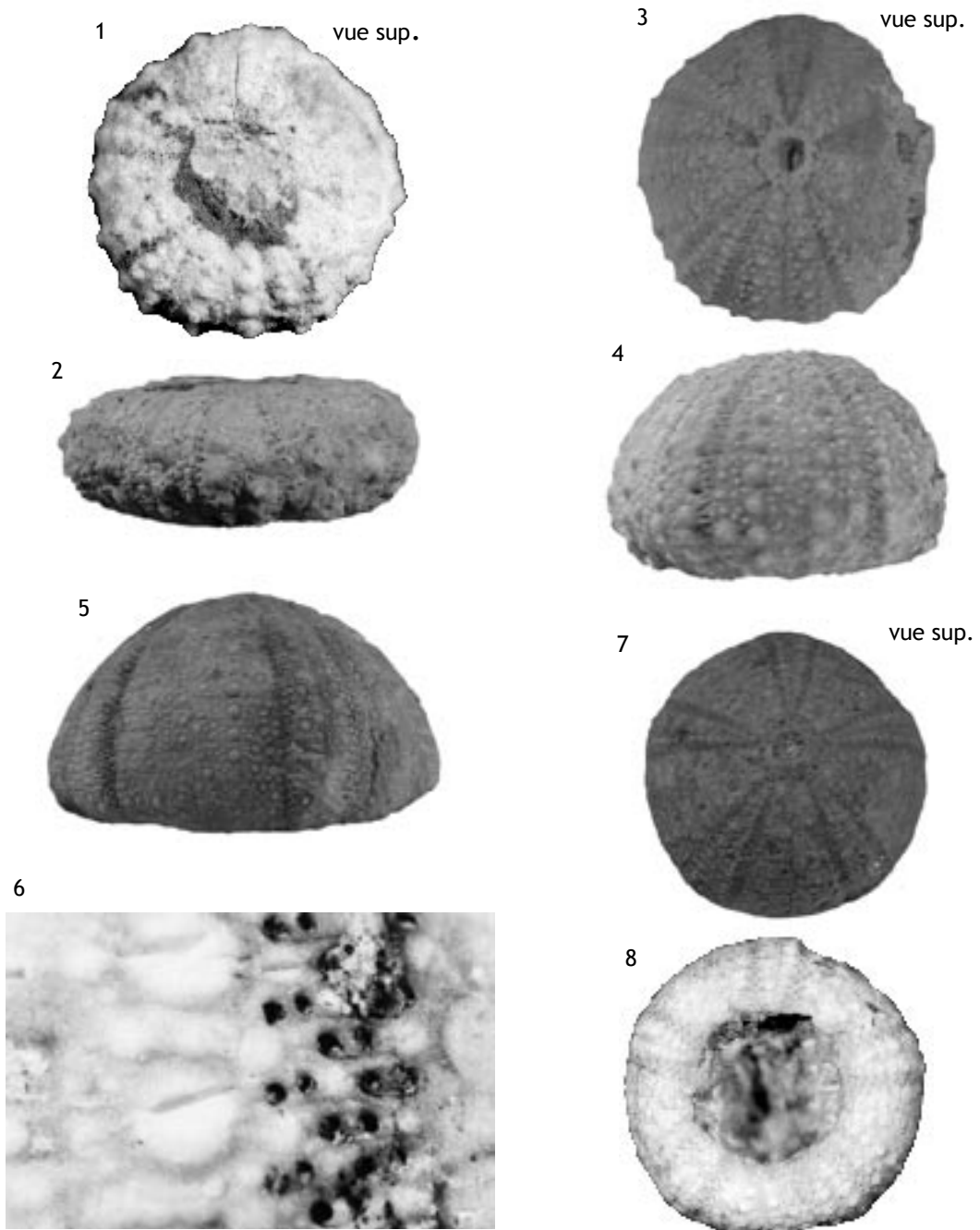
Planche 5



Trochotiara depressa (Agassiz & Desor, 1847)

Fig. 1-3 BM 303: Test, d 19,2 mm; Fig. 4-5 RuB 58: Test, d 29,7 mm; Fig. 6-7 BM 298: Test, d 37,15 mm; Fig. 8-9 RuB 66: Test, d 17,5 mm; Fig. 10 RuB 60: Ambulacre adapical, LZPp 10 0,77 mm; Fig. 11 RuB 117: Ambulacre adapical, LZPp 10 1,09 mm.

Planche 6



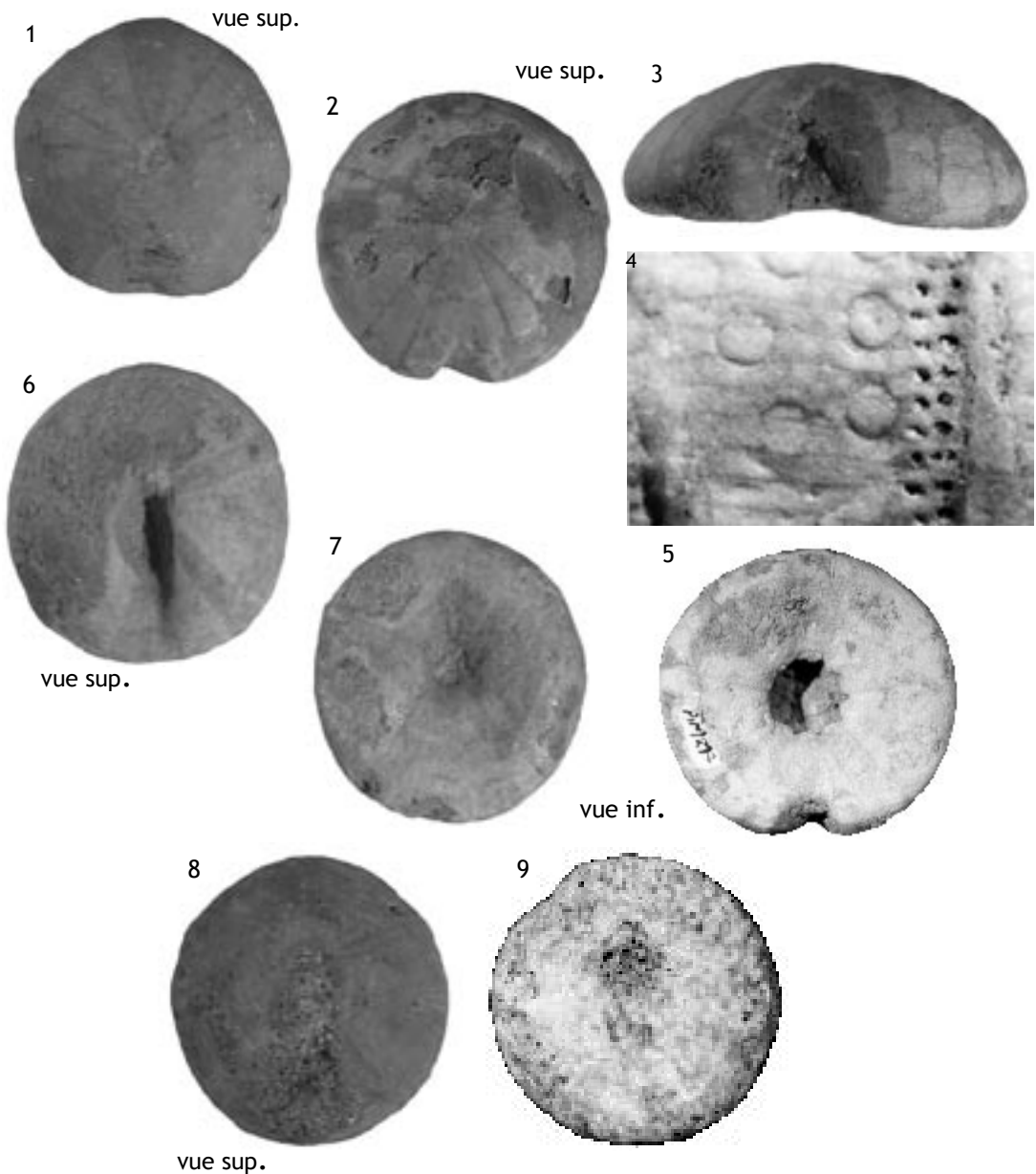
Trochotiara depressa (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847)

Fig. 1-2 RuB 125: Test, d 23,3 mm.

Psephechinus germinans (Phillips, 1829)

Fig. 3-4 RuB 78: Test, mm; Fig. 5-6 BM 314: Test (fig.6: Ambulacre ambital), d 47,5 mm; Fig. 7-8 BM 313: Test, d 15,35 mm.

Planche 7



***Philolectypus leuthardt* (Lambert, 1926)**

Fig. 1 BM 300: Test, LHT 16 mm; Fig. 2-5 BM 299: Test (fig.4: Ambulacre ambital), LHT 44,65 mm.

***Menopygus nodoti* (Cotteau, 1859)**

Fig. 6-7 BM 311: Test, LHT 29,25 mm.

***Aulacopygus caudatus* (Wright, 1852)**

Fig. 8-9 BM 312: Test, LHT 14,15 mm.

Bibliographie

- Cotteau G. (1849-1856) : Etudes sur les échinides fossiles du département de l'Yonne J.-B. Baillière, pl.1-46.
- Cotteau G. (1867-1874) : Paléontologie française, Terrain jurassique, Echinides irréguliers *Masson*, pl.86-91.
- Cotteau G. (1880-1885) : Paléontologie française, Terrain jurassique, Echinides réguliers, Famille des Diadématidées et des Echinidées *Masson*, pl.373-374 et 390-394 et 427-429 et 439-443.
- Hary A. (1970) : Récifs de Coraux du Bajocien moyen aux environs de Rumelange (Grand-Duché de Luxembourg) *Arch. Inst. Gr-D Luxembourg*, p.432-455, 4 pl., 17 fig., 2 tabl.
- Hess H. (1972) : Eine Echinodermen-Fauna aus dem mittleren Dogger des Aargauer Juras Schweiz. Paläont. Abh. 87 p., 90 fig. in texte, 23 pl.
- Hess H. (1975) : Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras Veröff. Naturhist. Museum Basel 130 p., 57 fig. in texte, 48 pl.
- Lucius M. (1948) : Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Luxemburgs. Das Gutland Pub. du Service Géologique de Luxembourg, p.54-284, fig.30, pl.3, tabl.10.
- Moore C. (1966) : Treatise on Invertebrate Paleontology, Part U Echinodermata 3 The Geol. Soc. Amer, Inc., p.211-640, 517 fig.
- Smith A.B. (1978) : A functional classification of the coronal pores of regular echinoids *Palaeontology*, Vol.21, part 4, p.759-789, 3 fig. in texte, pl.81-84.
- Smith A.B. (1984) : Echinoid Palaeobiology George Allen & Unwin ed., London 190 p.
- Thuy B. (2000) : Die Seeigel der Gattung *Diplopodia* aus dem mittleren Bajocium von Rumelange (Luxemburg) manuscrit non publié, 21 p., 25 fig. in texte.
- Vadet A. (1988) : Révision des « *Cidaris* » de l'Oxfordien et du Kimméridgien européens *Mém. Soc. Acad. Boulonnais*, 148 p., 86 gr., 25 pl., 128 fig. in texte.
- Vadet A. (1991) : Révision des « *Cidaris* » du Lias et du Dogger européens *Mém. Soc. Acad. Boul.*, 168 p., 64 gr., 9 pl., 23 fig. in texte.
- Vadet A. (1993) : Les oursins du Bathonien et du Bajocien de Normandie *Mém. Soc. Acad. Boul.*, 104 p., 25 gr., 11 pl., 79 fig. in texte.
- Vadet A. (1997) : Echinides du Callovien de la Sarthe et de l'Orne II-A : les échinides irréguliers : analyse et évolution *Mém. Soc. Acad. Boul.*, 140 p., nombreux graphiques, 293 fig. in texte.
- Vadet A. (1999) : Echinides nouveaux peu ou mal connus *Bull. Acad. Boul.*, p.69-92, 25 fig. in texte, 2 pl.
- Vadet A. (2002b) : Les échinides fossiles du Kimméridgien des récifs coralliens de la Pointe du Chay, *Annales de la Soc. d'Hist. Nat. du Boulonnais*, 71 p., 49 fig. in texte, 30 gr., 178 photos.
- Vadet A., Ederlé R. et Robert P., (1995) : Echinides nouveaux peu ou mal connus *Mém. Soc. Acad. Boul.*, 117 p., 24 gr., 10 pl., 57 fig. in texte.
- Vadet A., Nicolleau P. & Pineau J.P. (1996) : Echinides du Callovien de la Sarthe et de l'Orne I : les échinides réguliers *Mém. Soc. Acad. Boul.*, 184 p., 88 gr., 29 pl., 144 fig. in texte.
- Vadet A., Nicolleau P. & Pineau J.P. (1998) : Echinides du Callovien de la Sarthe et de l'Orne II-B : les échinides irréguliers : Description *Mém. Soc. Acad. Boul.* 128 p., nombreuses fig. in texte, 40 pl.
- Vadet A., Pannier P. & Marignac C. (2002a) : Les oursins de l'Oxfordien de Foug. *Mém. Soc. Acad. Boul.*, 44 p., 6 fig. in texte, 15 gr., 16 pl.
- Vadet A., Rémy N. & Wille E. (2001) : Echinides du Corallien des Ardennes *Mém. Soc. Acad. Boul.*, 64 p., 3 fig. in texte, 13 gr., 52 pl.
- Vadet A. & Slowik D. (2001) : Les oursins de Bajocien de Liocourt *Mém. Soc. Acad. Boul.*, 48 p., 5 fig. in texte, 27 gr., 8 pl.

Instructions to authors

Please check our internet site www.mnhn.lu for the latest version of these instructions!

Scope

FERRANTIA is a series of monographic works (20-250 pages in final layout) dealing with life and earth sciences, preferably related in some way or other to the Grand-Duchy of Luxembourg.

It publishes original results of botanical, zoological, ecological, geological, mineralogical, paleontological, geophysical and astrophysical research and related fields.

A complete issue of FERRANTIA may be devoted to several papers on a single topic as the responsibility of an invited editor.

Copyright

The submission of a manuscript to FERRANTIA implies that the paper must not have been accepted for publication or be under consideration elsewhere.

Copyright of a published paper, including illustrations, becomes the property of the publisher. Requests to reproduce material from FERRANTIA should be addressed to the editor.

Reviewing

Articles submitted for publication are reviewed by the editorial board and by one or two referees. The final decision on acceptance or rejection of the manuscript is taken by the editorial board. Manuscripts not prepared according to the following instructions to authors will be returned for correction prior to review.

Nomenclature

Papers with a systematic content should strictly follow the International Codes of Nomenclature.

Specimens

We recommend that the authors should deposit at least a part of the type material in the MnhnL collections.

Publication dates

FERRANTIA pays special attention to publication dates, which are always specified to the day of publication.

Manuscripts

Manuscripts, without limitation of the number of pages, must conform strictly to the instructions to authors, and should be sent to the Editor:

FERRANTIA

Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg

25, rue Munster

L-2160 Luxembourg

Format

Manuscripts must be submitted as paper copy in triplicate in A4 format, preferably double-spaced, with margins of at least 3 cm and all pages numbered.

If possible, an electronic version of the text may also be sent as unformatted Word document (PC or MAC) (font Times New Roman, 10 pt). Tables (Word, Excel) and figures (300 dpi in the page size of the journal) may also be sent electronically.

Structure

Papers are to be written in simple, correct and concise French, German or English. They should be organized as follows:

- a brief title (should not include the name of new taxa);
- a suggested running head (no more than 50 characters);
- name(s) and first name(s) of author(s), followed by their full address(es) and, if possible, e-mail or fax number;
- abstracts in English, French and German, each 200-800 words long; new taxa names should be included in the abstract; the abstract should be precise and descriptive, in order to be reproduced as such in data bases; avoid vague sentences such as "three new species are described" or "species are compared to species already known"; include precise differential characters;
- text of the article, in the following order: Introduction, Abbreviations used, Material and methods, Results and/or Observations, Discussion, Acknowledgements, References. The arrangement of the parts "Results/ Observations" and "Discussion" may be modulated according to the length and subject of the article; very long papers may include a table of contents;
- for systematic descriptions, each description should follow the order: name of taxon with author and date, synonymy, type material, etymology, material examined, distribution, diagnosis and/or description, remarks.
- description of geological features should include type level, type horizon, type locality. This order may be adapted

- according to the concerned groups: consult a recent issue of FERRANTIA;
- taxon names must be stated with author (and publication date, separated by a comma, where appropriate) at least once at the first mention. At subsequent mentions of the same taxon, or other taxa of the same genus, the genus name may be abbreviated (*Rosa canina* L. to *R. canina*).
 - use *n. sp.*, *n. gen.*, *n. fam.*, etc. for new taxa;
 - use italicized words only for taxa of generic and sub-generic ranks;
 - use lowercase characters for authority names
 - references to illustrations and tables should be indicated as follows: (Fig. 1), (Fig. a, d), (Fig. 2a-d), (Figs 3; 6), (Figs 3-5; Tab. 2); (Tab. 1); for German texts use Abb. instead of Fig.
 - footnotes should not be used.

Tables and figures

Copies of all figures and tables should be included with the manuscript. They can be either included in the text at the correct locations with their legends or referenced in the text and included as annexes.

The editorial board will pay special attention to the quality and relevance of illustrations. Colored illustrations are accepted where appropriate and necessary.

Line drawings must be in Indian ink or high quality laser printouts; high contrast photographs are required,

Illustrations can be grouped into composite plates the elements of which are identified by letters (a, b, c...). Plates are not placed at the end of the article: they will be considered as figures and numbered as such. Arrange figures to fit in one (70 x 200 mm) or two columns (144 x 200 mm) or one half page (144 x 100 mm). Letters, numbers, etc., for each figure, are to be indicated on an accompanying overlay, not on the original figure. They will be inserted by the printer. A scale bar is required for each figure, when appropriate. No diagram or table is to exceed one page; longer tables should be divided.

References

In main text, references to authors, in lower case, should be presented without comma before year, as follows: Smith (2001), Smith (2001, 2002), (Smith 2001), (Smith 2001; Jones 2002), (Smith & Jones 2003, 2005), (Smith, Jones & Johnson 2003), Smith (2001: 1; 2003: 5), Smith (2001: fig. 2).

References should be presented as follows, in alphabetical order. Do not abbreviate journal names:

Høeg J. T. & Lützen J. 1985. - Comparative morphology and phylogeny of the family Thompsoniidae (Cirripedia: Rhizocephala: Akentrogonida) with description of three new genera and seven new species. *Zoologica Scripta* 22: 363-386.

Marshall C. R. 1987. - Lungfish: phylogeny and parsimony, in Bernis W. E., Burggren W. W. & Kemp N. E. (eds), *The Biology and Evolution of Lungfishes*, *Journal of Morphology* 1: 151-152.

Röckel D., Korn W. & Kohn A. J. 1995. - *Manual of the Living Conidae. Volume 1: Indo-Pacific Region*. Christa Hemmen, Wiesbaden, 517 p.

Schwaner T. D. 1985. - Population structure of black tiger snakes, *Notechis ater niger*, on off-shore islands of South Australia: 35-46, in Grigg G., Shine R. & Ehmann H. (eds), *Biology of Australasian Frogs and Reptiles*. Surrey Beatty and Sons, Sydney.

Proofs and reprints

Proofs will be sent to the author (or the first author) for correction and must be returned within two weeks by priority air mail. Authors will receive twenty-five reprints free of charge; further reprints can be ordered at a charge indicated on a form supplied with the proofs.

Page layout of final publication

paper size	170 x 240 mm
page size	144 x 200 mm
number of columns	2
column width	70 mm
space between columns	4 mm
top margin	22 mm
bottom margin	18 mm
inside margin	15 mm
outside margin	11 mm

Fonts

Body text: Palatino linotype (serif), 9pt
 Titles, legends, headers, footers: Trebuchet (sans-serif)

LISTE DES NUMÉROS PARUS À

CETTE DATE:

Les volumes de la série "FERRANTIA" paraissent à intervalles non réguliers.

Envoyez votre commande aux adresses indiquées à la page 2 de la couverture.

Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle (1981-1999)

- I Atlas provisoire des Insectes du Grand-Duché de Luxembourg. Lepidoptera, 1re partie (Rhopalocera, Hesperidae). Marc MEYER et Alphonse PELLÉS, 1981.
- II Nouvelles études paléontologiques et biostratigraphiques sur les Ammonites du Grand-Duché de Luxembourg et de la région Lorraine attenante. Pierre L. MAUBEUGE, 1984.
- III Revision of the recent western Europe species of genus *Potamocypris* (Crustacea, Ostracoda). Part 1: Species with short swimming setae on the second antennae. Claude MEISCH, 1984.
- IV Hétéroptères du Grand-Duché de Luxembourg
1. *Psallus* (*Hyllopsallus*) *pseudoplatani* n. sp. (Miridae, Phylinae) et espèces apparentées. Léopold REICHLING, 1984.
2. Quelques espèces peu connues, rares ou inattendues. Léopold REICHLING, 1985.
- V La bryoflore du Grand-Duché de Luxembourg: taxons nouveaux, rares ou méconnus. Ph. DE ZUTTERE, J. WERNER et R. SCHUMACKER, 1985.
- VI Revision of the recent western Europe species of genus *Potamocypris* (Crustacea, Ostracoda). Part 2: Species with long swimming setae on the second antennae. Claude MEISCH, 1985.
- VII Les Bryozoaires du Grand-Duché de Luxembourg et des régions limitrophes. Gaby GEIMER et Jos. MASSARD, 1986.
- VIII Répartition et écologie des macrolichens épiphytiques dans le Grand-Duché de Luxembourg. Elisabeth WAGNER-SCHABER, 1987.
- IX La limite nord-orientale de l'aire de *Conopodium majus* (Gouan) Loret en Europe occidentale. Régine FABRI, 1987.
- X Epifaune et endofaune de *Liogryphaea arcuata* (Lamarck). Armand HARY, 1987.
- XI Liste rouge des Bryophytes du Grand-Duché de Luxembourg. Jean WERNER, 1987.
- XII Relic stratified sccess occurences in the Oesling (Grand-Duchy of Luxembourg), approximate age and some fabric properties. Peter A. RIEZEBOS, 1987.
- XIII Die Gastropodenfauna der «angulata-Zone» des Steinbruchs «Reckingerwald» bei Brouch. Hellmut MEIER et Kurt MEIERS, 1988.
- XIV Les lichens épiphytiques et leurs champignons lichénicoles (macrolichens exceptés) du Luxembourg. Paul DIEDERICH, 1989.
- XV Liste annotée des ostracodes actuels non-marins trouvés en France (Crustacea, Ostracoda). Claude MEISCH, Karel WOUTERS et Koen MARTENS, 1989.
- XVI Atlas des lichens épiphytiques et de leurs champignons lichénicoles (macrolichens exceptés) du Luxembourg. Paul DIEDERICH, 1990.
- XVII Beitrag zur Faunistik und Ökologie der Schmetterlinge im ehemaligen Erzabbaugebiet "Haardt" bei Düdelingen. Jos. CUNGS, 1991.
- XVIII Moosflora und -Vegetation der Mesobrometen über Steinmergelkeuper im Luxemburger und im Bitburger Gutland. Jean WERNER, 1992
- 19 Ostracoda. Authors: Nico W. BROODBAKER, Koen MARTENS, Claude MEISCH, Trajan K. PETKOVSKI and Karel WOUTERS, 1993

-
- 20 Les haies au Grand-Duché de Luxembourg. Konjev DESENDER, Didier DRUGMAND, Marc MOES, Claudio WALZBERG, 1993
- 21 Ecology and Vegetation of Mt Trikora, New Guinea (Irian Jaya). Jean-Marie MANGEN, 1993.
- 22 A Checklist of the Recent Non-Marine Ostracods (Crustacea, Ostracoda) from the Inland Waters of South America and Adjacent Islands. Koen MARTENS & Francis BEHEN, 1993.
- 23 Ostracoda. Authors: Claude MEISCH, Roland FUHRMANN, Karel WOUTERS, Gabriele BEYER and Trajan PETKOVSKI, 1996
- 24 Die Moosflora des Luxemburger Oeslings, Jean WERNER, 1996
- 25 Atlas des Ptéridophytes des régions lorraines et vosgiennes, avec les territoires adjacents, Georges Henri PARENT, 1997
- 26 Evaluation de la qualité des cours d'eau au Luxembourg en tant qu'habitat pour la loutre, GROUPE LOUTRE LUXEMBOURG, 1997
- 27 Notes Paléontologiques et Biostratigraphiques sur le Grand Duché de Luxembourg et les régions voisines. Pierre Louis MAUBEUGE & Dominique DELSATE, 1997.
- 28 Die Moosflora der Kleinen Luxemburger Schweiz (Müllertal). Florian HANS, 1998.
- 29 Etude sur les genres *Globorilusopsis* Maubeuge, 1994 et *Simoniceras* n. gen. du Lias Supérieur du Grand-Duché de Luxembourg (Calyptoptomati-da). Pierre Louis Maubeuge, 1998
- 30 L'Ichthyofaune du Toarcien luxembourgeois. Cadre général et catalogue statistique. Dominique DELSATE, 1999
- 31 Proceedings of the 3rd European Batdetector Workshop. Christine HARBUSCH & Jacques PIR (eds.). 1999
- 32 Les collections paléontologiques du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg. Fossiles du Trias et du Jurassique. Dominique DELSATE, Chris DUFFIN & Robi WEIS, 1999
- FERRANTIA (2002-)**
- 33 Die Fledermäuse Luxemburgs (Mammalia: Chiroptera). Christine HARBUSCH, Edmée ENGEL, Jacques B. PIR, 2002
- 34 The Protura of Luxembourg. Andrzej SZEP-TYCKI, Norbert STOMP, Wanda M. WEINER, 2003.
- 35 Liste rouge des bryophytes du Luxembourg. Jean WERNER, 2003.
- 36 Paléontologie au Luxembourg. Simone GUERIN-FRANIATTE (éd.), 2003.
- Envoyez votre commande aux adresses indiquées à la page 2 de la couverture.
