

# Les zones charnières entre provinces paléobiogéographiques.

## L'exemple des Brachiopodes de la bordure sud du Massif armoricain (France) au Toarcien

Yves ALMERAS (1)

Marc BECAUD (2)

*Transitional zones between paleobiogeographic provinces. Example of the Toarcian brachiopods from the southern border of the Armorican Massif (France).*

Géologie de la France, n° 3, 2002, pp. 17-29, 5 fig., 1 pl. photo.

Mots-clés : Faune brachiopode, Faune ammonite, Toarcien, Biostratigraphie, Paléobiogéographie, Vendée, Deux-Sèvres.

Key words: Brachiopods, Ammonoids, Toarcian, Biostratigraphy, Paleobiogeography, Vendée France, Deux-Sèvres France.

### Résumé

De récentes collectes de brachiopodes, bien repérées dans le cadre chronostratigraphique fondé sur les ammonites, ont été réalisées dans le Toarcien de Vendée et des Deux-Sèvres (bordure sud et sud-est du Massif armoricain, France). La juxtaposition d'espèces nord-ouest européennes, d'espèces nord-téthysiennes et d'espèces ubiquistes montre le rôle de transition (ou de zone charnière) entre bioprovinces joué par cette bordure au cours du Toarcien inférieur et moyen (zone à Bifrons). Celle-ci représente, de part et d'autre du Massif central, la zone la plus septentrionale montrant des brachiopodes de biofaciès ibéro-pyrénéen. Ensuite, à partir du Toarcien supérieur basal et jusqu'au sommet de la zone à *Pseudoradiosa*, les conditions paléoenvironnementales sont défavorables aux brachiopodes. Ceux-ci ne réapparaissent qu'avec la zone à *Aalensis* où ils sont principalement représentés par *Homoeorhynchia cynocephala*.

### Abstract

Toarcian brachiopods, recently collected from the southern and southeastern border of the Armorican Massif (Vendée and Deux-Sèvres Depts., France) and well located in the ammonite-based chronos-

trigraphic succession, show a juxtaposition of Northwestern species, North Tethyan species and ubiquitous species. This juxtaposition indicates that the border area acted as a transitional zone between paleobiogeographic provinces during the Early and Middle Toarcian (Bifrons Zone). It represents, on both sides of the Massif Central, the northernmost area with Ibero-Pyrenean brachiopods. There was then a gap, from the base of the Late Toarcian to the top of the *Pseudoradiosa* Zone, when the paleoenvironmental conditions were not suitable for brachiopods. Brachiopod faunas only reappear in the *Aalensis* Zone where they are represented mainly by *Homoeorhynchia cynocephala*.

### Abridged English version

#### Introduction and purpose

The sedimentary characters of the brachiopod-bearing Jurassic formations of France reflect numerous and diversified marine paleoenvironments. This diversity and the distribution of the brachiopod species have made it possible to distinguish a southern realm belonging to the North Tethyan margin and a northern realm corresponding to the Middle

European platforms (= Northwestern European province; Almeras et al., 1991, 1997). Late Domerian and Toarcian brachiopod faunas, well located in the ammonite-based chronostratigraphic succession, were recently collected from the southern and southeastern border of the Armorican Massif (Vendée and Deux-Sèvres Depts., France). The purpose of the study is to determine the brachiopod species and the bioprovinces to which they can be referred.

#### Lithology and chronostratigraphic succession

Three localities were chosen to establish the ammonite and brachiopod successions: Bessay (Vendée) for the Late Domerian; Le Bernard (Vendée) for the Early Toarcian; and La Gouraudière, near Mauzé-Thouarsais (Deux-Sèvres) for the Middle and Late Toarcian (Fig. 1).

A. The Late Domerian of Bessay (*Spinatum* Zone, *Hawskerense* Sub-Zone) comprises 1.50 m of interbedded marl and grey argillaceous limestone in which brachiopods are locally abundant: *Liospiriferina rostrata* (Schlotheim), *Quadratrhyndia attenuata* (Dubar), *Lobothyris punctata* (Sowerby), *Zeilleria*

Manuscrit déposé le 2 janvier 2002, accepté le 5 juillet 2002.

(1) UFR Sciences de la Terre, Université Claude-Bernard - Lyon-1, 27-43 bld du 11 novembre, 69622 Villeurbanne cedex, France.

(2) 8, rue Saint-Exupéry, 44700 Orvault, France.

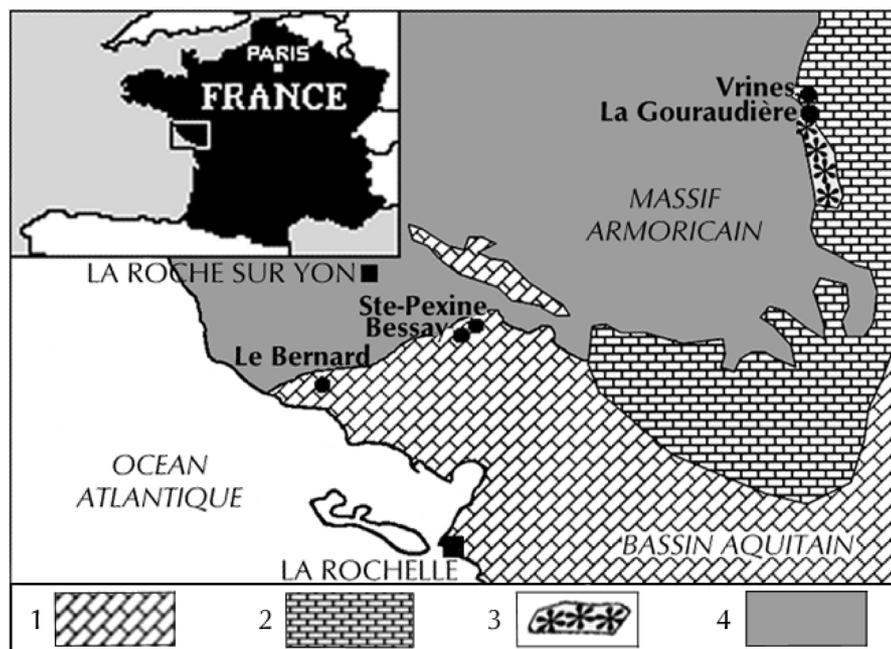


Fig. 1.- Paléogéographie du Toarcien inférieur et moyen sur la bordure sud et sud-est du Massif armoricain. Localisation des coupes.

Figurés et symboles : 1 : alternances de marnes et de calcaires argileux ; 2 : calcaires gréseux et argileux ; 3 : zones d'écueils et d'îlots ; 4 : affleurement du socle primaire.

Fig. 1.- Paleogeography of the Early and Middle Toarcian on the southern and southeastern margin of the Armorican Massif. Location sketch of the sections.

Symbols: 1: alternating marl and argillaceous limestone; 2: sandy and argillaceous limestone; 3: shallow rocky bottom and emerged zone; 4: Paleozoic basement outcrop.

(*Zeilleria*) *quadrifida* (Lamarck), Z. (Z.) *moorei* (Davidson), Z. (Z.) *subdigona* (Oppel) and *Aulacothyris resupinata* (Sowerby) var. *agnata* (Rollier) (see pl. 1, fig. 1-4). Ammonites are uncommon: *Pleuroceras hawskerense* (Young and Bird), *Pleuroceras* gr. *yeovilense* (Howarth) and *Amaltheus engelhardti* (d'Orbigny).

**B. The Early Toarcian of Le Bernard** (Fig. 3) conformably overlies the Late Domerian. It comprises interbedded marl and grey limestone deposited on a low-energy outer platform. The *Elegantulum* Horizon corresponds to marl and laminated phosphatic clay. The presence of pyrite indicates anaerobic conditions. It represents a key bed, locally equivalent to the "schistes-cartons" facies.

**C. The Middle and Late Toarcian of La Gouraudière** (Fig. 4) consists, up to the top of the *Dispanum* Zone, of brown bioclastic limestone with ferruginous oolites. A discontinuity occurs at the bottom of the Late Toarcian (*Bingmanni* Horizon). The succession continues (*Pseudoradiosa* Zone and *Maetra* Sub-Zone) with marl and eroded marly limestone with ferruginous

and phosphatic oolites, indicating low hydrodynamic conditions. In the *Le Bernard* and *La Gouraudière* sections, the main ammonites establishing the chronostratigraphic succession are indicated on Figures 3 and 4.

## Paleontology and biostratigraphy of the brachiopods

### Le Bernard sections

Eight brachiopod species have been found in the two Early Toarcian sections at *Le Bernard* (Fig. 3).

*Soaresirhynchia bouchardi* (Davidson), index-species of the *Serpentinum* Zone (Almérás et al., 1997, table XIIIb), is observed as early as the top of the *Semicelatum* Sub-Zone (Pl. 1, Fig. 7), as on the carbonate ramp at Tomar, Portugal (Almérás et al., 1996), in the Southern Pyrenees (Almérás and Fauré, 2000), and in the Iberian Range (Goy et al., 1984). *Lobothyris arcta* (Dubar) and *Quadratrhyynchia attenuata* (Dubar) (Pl. 1, Figs. 5-6) are two characteristic species represented by numerous shells in the

*Semicelatum* Sub-Zone. The distinction between *Gibbirhynchia gibbosa* Buckman (Late Domerian) and *Gibbirhynchia tiltonensis* Ager (*Tenuicostatum* Zone) (Pl. 1, Fig. 8) is uneasy, and the *Gibbirhynchia* species cannot be used with sufficient accuracy to establish bed ages.

*Pseudogibbirhynchia moorei* (Davidson) (Pl. 1, Fig. 9) marks the first appearance of the genus *Pseudogibbirhynchia* Buckman (Almérás, 1996a). This species has a large vertical extension with the same morphology from the top of the *Elegantulum* Sub-Zone (*Serpentinum* Zone) to the *Bifrons* Sub-Zone (*Bifrons* Zone). *Pseudogibbirhynchia fallax* (Deslongchamps) can be considered as a variety with a higher uniplication (see Almérás, 1996a, fig. 1: 4-6). Its extension in the *Le Bernard* section is restricted, according to our collections, to the top of the *Elegantulum* Sub-Zone.

*Zeilleria* (*Zeilleria*) *subdigona* (Oppel) is a zeillerid species characterized by a subpentagonal outline with a very clearly truncated anterior margin. Its dorsal valve is medianly depressed on the anterior third of its length. Its ventral valve shows, in an opposite location, a well-marked anterior flattening or (sometimes) a slight depression. The anterior margin does not show the lateral horns of *Zeilleria* (*Zeilleria*) *waterhousei* (Davidson), which is, erroneously in our opinion, considered by Delance (1974) as a synonym of *Zeilleria* (*Zeilleria*) *subdigona*. Finally, two shells collected in bed 17 (bottom of the *Sublevisoni* Sub-Zone) are identical to the young specimen of "Terebratula" *valcrosensis* of Southern Provence figured by Almérás and Moulan (1982, pl. 4, fig. 10).

### La Gouraudière section, near Mauzé-Thouarsais

The *La Gouraudière* section completes the *Le Bernard* sections for the Middle and Late Toarcian (Fig. 4).

*Cuersithyris provincialis* (Deslongchamps), known until now with certainty only in Southern Provence (Almérás and Moulan, 1982), is represented by a single shell (Pl. 1, Fig. 10) that is morphologically very similar to that shown by Almérás and Moulan (1982, pl. 3, fig. 15). Its valves are unequally convex, the anterior commissure is sinuated and the valves join in a sharp

angle. The age of the figured specimen (Early Toarcian, *Falciferum* Sub-Zone) is in accordance with that known from Southern Provence (top of the *Serpentinum* Zone-bottom of the *Bifrons* Zone, *Sublevisoni* Sub-Zone).

*Telothyris pyrenaica* (Dubar) and *Sphaeroidothyris vari* (Rolloier) (Pl. 1, Figs. 11-12) are abundant in the *Sublevisoni* and *Bifrons* Sub-Zones respectively. *Pseudogibbirhynchia jurensis* (Quenstedt) (Pl. 1, Fig. 13; see also Alméras, 1996a, fig. 1: 8-12) is associated with *Sphaeroidothyris vari*. Its ventral sinus is sufficiently developed, but the dorsal fold is not differentiated from the lateral parts of the valve.

*Homoeorhynchia cynocephala* (Richard) (Pl.1, Figs. 14-15), with two ribs on the dorsal fold, is situated, as everywhere in the NW European and North Tethyan provinces (see distribution in Alméras, 1996, p. 55), in the *Aalensis* Zone of the Late Toarcian (*Aalensis* and *Lugdunensis* Sub-Zones); it extends up to the bottom of the Early *Aalenian* (*Opalinum* Sub-Zone). The shell shown in Plate 1, Figure 14, has the dimensions and morphology of the average specimen in all the populations collected from beds 21 to 31 (see Fig. 4). The shell shown in Plate 1, Figure 15 is the only larger specimen collected.

Conclusions. Paleobiogeography

Ammonites

Two Early and Middle Toarcian sedimentary domains can be distinguished on the southern and southeastern border of the Armorican Massif (Fig. 1). The first, with a condensed sequence, outlines an area of shallows located at the southeastern border of the Armorican Massif. The second, in which calcareous marl predominates, extends beyond the shallows from the southeast to the south of the Armorican Massif.

The Ammonite succession of the Early and Middle Toarcian fits the biozonations established in the Iberian Range (Elmi et al., 1997; Gabilly, 1962, 1976; Goy and Martinez, 1990; Howarth, 1992) and in the North Lusitanian Sub-basin of Portugal (Mouterde, 1967). Effectively the same species were present

ZONES	SOUS-ZONES	HORIZONS	N°
Aalensis	Lugdunensis	Buckmani	XXXIV
		Lugdunensis	XXXIII
	Mactra	Celtica	XXXII
		Mactra	XXXI
Pseudoradiosa	Pseudoradiosa	Pseudoradiosa	XXIX
	Levesquei	Munieri	XXVIII
		Insignimilis	XXVII
	Dispansum	Gruneri	Gruneri
Insigne		Pachu	XXV
		Cappucinum	XXIV
Thouarsense	Fallaciosum	Fallaciosum	XXIII
	Fascigerum	Fascigerum	XXII
	Thouarsense	Thouarsense	XXI
		Doemtense	XX
	Bingmanni	Bingmanni	XIX
Variabilis	Vitiosa	Vitiosa	XVIII
	Illustris	Phillipsi	XVII
		Illustris	XVI
	Variabilis	Variabilis	XV
Bifrons	Bifrons	Semipolitum	XIV
		Bifrons	XIII
		Apertum	XII
	Sublevisoni	Lusitanicum	XI
		Tethysi	X
		Sublevisoni	IX
Serpentinum	Falciferum	Douvillei	VIII
		Pseudoserpentinum	VII
	Elegantulum	Strangewaysi	VI
		Elegantulum	V
Tenuicostatum	Semicelatum	Semicelatum	IV
		Tenuicostatum	III
		Crosbeyi	II
	Paltus	Paltus	I

Fig. 2.- Zonation et horizons d'ammonites utilisés dans ce travail (d'après Elmi et al., 1997, tabl. IV), avec une modification concernant l'horizon XXVII = horizon à *Insignimilis* (au lieu de *Dumortieri*).

Fig. 2.- Chronostratigraphy and ammonite horizons of the Toarcian used in this paper (after Elmi et al., 1997, table IV), with a modification concerning horizon XXVII where *Insignimilis* is substituted for *Dumortieri*.

in all three areas: *Protogrammoceras paltus*, *Protogrammoceras aff. madagascariense*, *Dactylioceras* (*Orthodactylites*) *crosbeyi*, *D. (O) tenuicostatum*, *D. (O) ernsti* [*Tenuicostatum* Zone]; *Harpoceras serpentinum*, *H. pseudoserpentinum*, *H. falciferum*, *Nodicoeloceras crassoides*, *Hildaites levisoni*, *H. murleyi*, *H. subserpentinus*, *Polyplectus pluricostatus*, *Orthildaites douvillei* [*Serpentinum* Zone]; *Hildoceras sublevisoni*, *H. caterinii*, *H. tethysi*, *H. crassum*, *H. lusitanicum*, *H. bifrons*, *H. semipolitum*, *Harpoceras*

*subplanatum*, *Phymatoceras narbonense*, *Porpoceras desplacei*, *P. vortex* [*Bifrons* Zone]. The most noticeable feature is the presence of Tethyan ammonites: *Protogrammoceras aff. madagascariense* (Thevenin), *Protogrammoceras cf. isseli* (Fucini), *Lioceratoides aff. serotinus* (Bettoni), [*Tenuicostatum* Zone], *Polyplectus pluricostatus* (Haas), [*Serpentinum* Zone], *Hildoceras caterinii* (Merla), [*Bifrons* Zone], *Paroniceras sternale* (d'Orbigny), *Pseudogrammoceras subregale* Pinna, [*Variabilis* Zone] and *Oxyparoniceras buckmani* Bonarelli [*Dispansum* Zone].

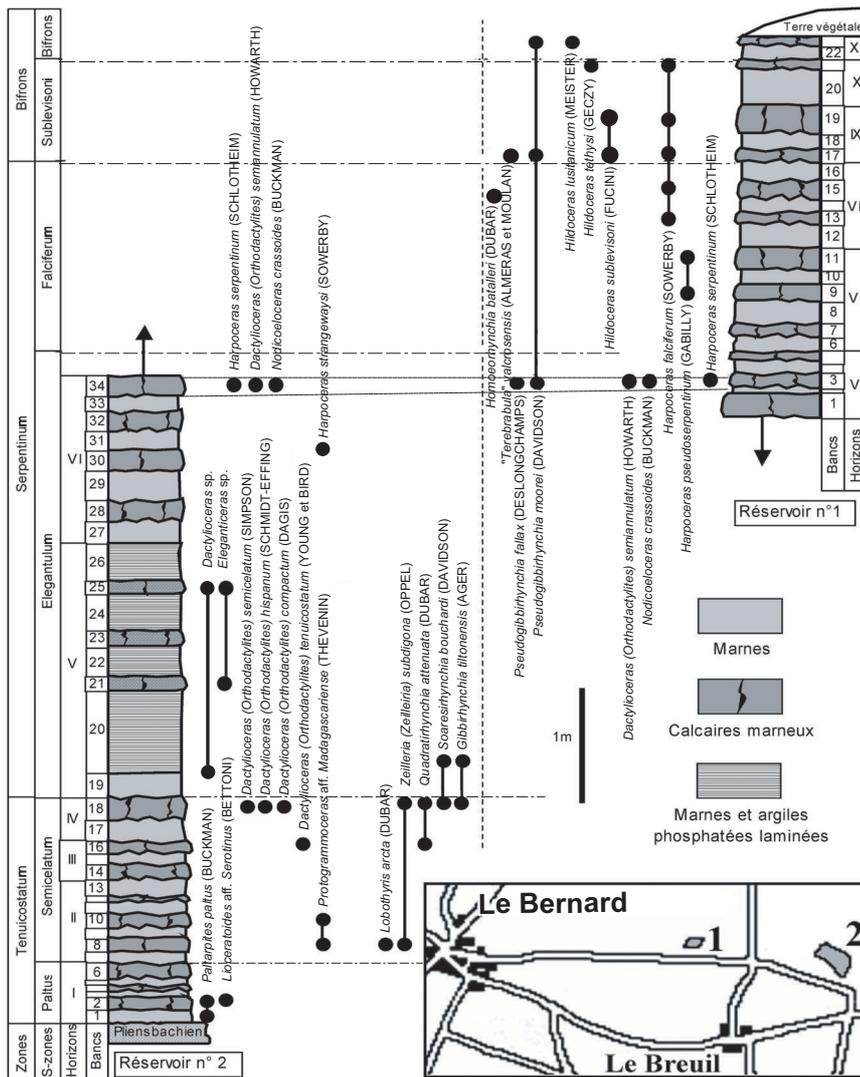


Fig. 3.- Le Toarcien inférieur et moyen du Bernard (Vendée). Succession lithologique, chronostratigraphie et biostratigraphie des brachiopodes. Horizons d'ammonites I à XI : voir fig. 2. Localisation des réservoirs n° 1 et 2.

Fig. 3.- The Early and Middle Toarcian of Le Bernard (Vendée). Lithology, chronostratigraphy and brachiopod biostratigraphy. Ammonite horizons 1 to XI (see Fig. 2). Location of water tanks 1 and 2.

**Brachiopods**

In the Le Bernard and La Gouraudière sections, we observe a mixing of Northwestern European species [Zeilleria (Zeilleria) subdigona, Pseudogibbirhynchia heiningensis, Ptyctorhynchia pentaptycha], North Tethyan species [Quadratirhynchia attenuata, Lobothis arcta, Cuersithyris provincialis, Telothis pyrenaica, Sphaeroidothyris vari, "Terebratula" valerosensis] and ubiquitous species [Soaresirhynchia bouchardi, Gibbirhynchia tiltonensis, Pseudogibbirhynchia moorei, P. jurensis]. The North Tethyan species correspond to the Iberian biofacies of Choffat and Dubar (Dubar, 1931). They are typical of the Ibero-Pyrenean realm

during the Early and Middle Toarcian (Bifrons Zone), with species present in Southern Provence, the northern and southern Pyrenees, Catalonia, the Iberian and Betic Ranges and the North Lusitanian Sub-basin of Portugal. This brachiopod distribution is illustrated on Figure 5.

The juxtaposition of the brachiopod species indicates the part played by the southern and southeastern border of the Armorican Massif as a transitional area between bioprovinces. On both sides of the Massif Central, this border zone represents the northernmost area with Early and Middle Toarcian Ibero-Pyrenean brachiopods. These faunas are missing on the eastern border of the Massif Central

(Vivaro-Cévenole and Éperon Lyonnais areas) where the Toarcian is reduced, lenticular or even missing (Elmi, 1984; Elmi and Rulleau, 1991).

Then, from the base of the Late Toarcian to the top of the Pseudoradiosa Zone, paleoenvironmental conditions in the Pyrenees, Quercy and the southern and southeastern border of the Armorican Massif were unsuitable for benthic brachiopods. There were no exchange routes for benthic organisms. Brachiopods reappear in the Aalensis Zone where they are represented mainly by Homoeorhynchia cynocephala.

**Introduction et problématique**

Les caractéristiques sédimentaires des formations du Jurassique français renfermant des Brachiopodes traduisent un large éventail de milieux, ce qui nécessite une distinction entre un domaine sud appartenant à la marge nord-téthysienne et un domaine nord situé au sein des plates-formes de l'Europe moyenne (= province nord-ouest européenne) (Alméra *et al.*, 1991, 1997).

Sur la bordure sud et sud-est du Massif armoricain (fig. 1), il n'existe aucune coupe naturelle permettant l'étude du Toarcien. Ces deux dernières décennies, l'extension d'une carrière (ballast pour TGV), une tranchée de contournement routier, ainsi que des chantiers d'irrigation ont permis de relever de nouvelles coupes. Des faunes de brachiopodes, bien situées dans un cadre chronostratigraphique fondé sur les ammonites (fig. 2), ont été également récoltées à cette occasion. La problématique de cette étude est la détermination des espèces et des bioprovinces auxquelles elles appartiennent. Elle met en évidence le rôle joué par la bordure sud et sud-est du Massif armoricain comme position intermédiaire entre les provinces nord-téthysienne et nord-ouest européenne au cours du Toarcien inférieur et moyen (zone à Bifrons).

**Succession lithologique et cadre chronostratigraphique**

Trois secteurs ont été retenus pour obtenir un aperçu global de la succession des faunes d'ammonites et de brachio-

podés du Domérien supérieur et du Toarcien sur la partie sud et sud-est du Massif Armoricain (Elmi *et al.*, 1997 ; Gabilly, 1962 et 1976).

**A -** Le Domérien supérieur de Bessay (Vendée), zone à Spinatum, sous-zone à Hawskerense, d'une épaisseur de 1,50 m environ, est constitué d'une alternance de calcaires gris clair légèrement argileux et de marnes, dépôts de plate-forme externe en milieu calme. La faune est composée pour l'essentiel de brachiopodes : *Liospiriferina rostrata* (Schlotheim), *Quadratrhyndia attenuata* (Dubar), *Lobothyris punctata* (Sowerby), *Zeilleria* (*Zeilleria*) *quadrifida* (Lamarck), *Z. (Z.) moorei* (Davidson), *Z. (Z.) subdigona* (Oppel) et *Aulacothyris resupinata* (Sowerby) variant *agnata* (Rollier) (pl. 1, fig. 1-4). Les ammonites sont rares : *Pleuroceras hawskerense* (Young & Bird), *Pleuroceras* gr. *yeovilense* (Howarth) et *Amaltheus engelhardti* (d'Orbigny). On retrouve les mêmes faunes à Sainte-Pexine (fig. 1).

**B -** Les coupes des réservoirs 1 et 2 du Bernard (Vendée) (fig. 3), permettent une reconstitution synthétique des séries lithologiques et fauniques des zones à Tenuicostatium, à Serpentinum et de la base de la zone à Bifrons. Comme pour la coupe de l'anse Saint-Nicolas (Gabilly, 1973, 1976), le Toarcien du Bernard repose sans discontinuité apparente sur le Domérien. Il est constitué d'une alternance de marnes et de calcaires marneux gris foncé, correspondant à des dépôts de plate-forme externe en milieu calme.

Dans la zone à Tenuicostatium, horizons à Paltus et à Crosbeyi, les ammonites sont rares (*Orthodactylites*, *Paltarpites*, *Protogrammoceras*, *Lioceratoides*). Elles deviennent progressivement plus nombreuses dans les horizons à Tenuicostatium et à Semicelatium (*Orthodactylites* et *Protogrammoceras*). L'horizon à Elegantulum est formé de marnes et d'argiles phosphatées laminées, avec intercalations de trois bancs de calcaires argileux micritiques. À sa base, la concentration en pyrite est un indice de conditions réductrices. Il forme une assise repère, représentant localement l'équivalent des « schistes cartons » de Lorraine, avec *Eleganticeras*, *Hildaites*, *Lytoceras*. Au-dessus, dans l'horizon à Strangewaysi et jusqu'à la base de la sous-zone à Bifrons (horizon à Lusitanicum), la sédimentation montre à

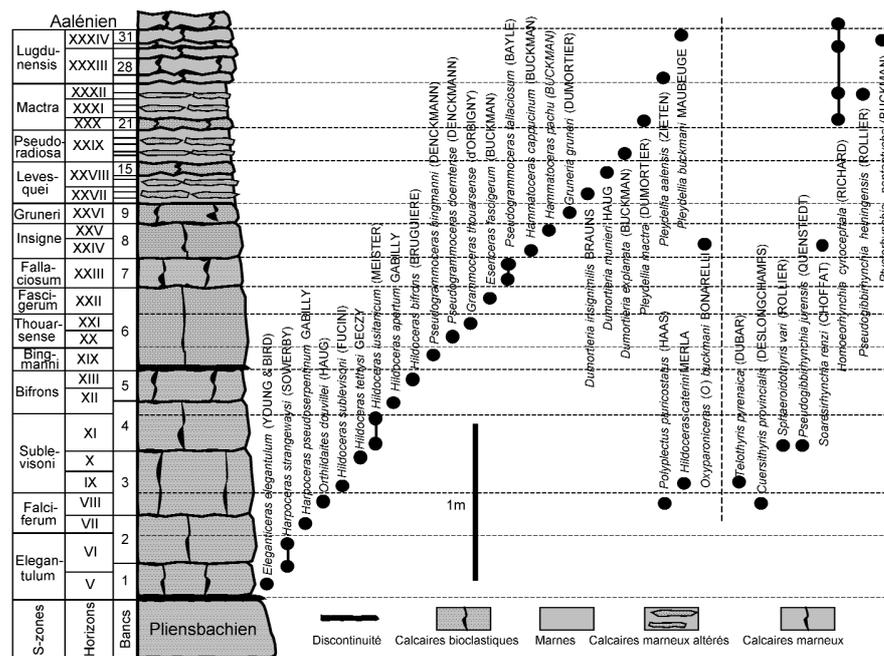


Fig. 4.- Le Toarcien moyen et supérieur de La Gouraudière, à Mauzé-Thouarsais (Deux-Sèvres). Succession lithologique, chronostratigraphie et biostratigraphie des brachiopodes. Horizons d'ammonites V à XXXIV : voir fig. 2.

Fig. 4.- The Middle and Late Toarcian of La Gouraudière, near Mauzé-Thouarsais (Deux-Sèvres). Lithology, chronostratigraphy and brachiopod biostratigraphy. Ammonite horizons V to XXXIV (see Fig. 2).

nouveau une succession de bancs calcaires argileux et de marnes où les ammonites sont très abondantes (*Cleviceras*, *Harpoceras*, *Hildaites*, *Hildoceras*, *Dactylioceras*, *Nodicoeloceras*).

**C -** La coupe de La Gouraudière, à Mauzé-Thouarsais (Deux-Sèvres) (fig. 4) montre, comme les carrières du stratotype de Vrines, une lacune des horizons I à IV. Le banc 1 discontinu et gréseux repose sur la surface usée et ferrugineuse du Pliensbachien. Il est surmonté d'un calcaire bioclastique roux contenant des oolithes ferrugineuses (bancs 2 à 5, zones à Serpentinum et à Bifrons), avec faune d'ammonites d'*Eleganticeras*, *Harpoceras*, *Cleviceras*, *Polyplectus*, *Hildaites*, *Hildoceras*, *Dactylioceras*. Au-dessus, une nouvelle discontinuité importante correspond à la zone à Variabilis. La sédimentation constituée de calcaires bioclastiques reprend à partir de l'horizon à Bingmanni (bancs 6 à 9, zones à Thouarsense et à Dispansum), avec *Pseudogrammoceras*, *Grammoceras*, *Podagrosites*, *Esericeras*, *Oxyparoniceras*, *Osperleioceras*, *Hammatoceras* et *Gruneria*. On observe ensuite (sous-zones à Levesquei, à Pseudoradiosa et à Maetra) une modifica-

tion du faciès indiquant un milieu plus calme, les bancs 10 à 26 sont constitués d'une succession de marnes et de bancs calcaires marneux altérés contenant des oolithes ferrugineuses et phosphatées, avec de rares *Dumortieria* et *Pleydellia*. La sous-zone à Lugdunensis correspond à des bancs calcaires (27 à 31), où les oolithes disparaissent progressivement un peu avant le sommet. Quelques *Pleydellia* y ont été collectées.

### Paléontologie et biostratigraphie des brachiopodes toarciens

#### Coupes du Bernard (fig. 3)

Sur les coupes du Bernard (réservoirs n° 1 et 2), sept espèces de brachiopodes sont représentées dans le Toarcien inférieur tandis qu'une huitième (« *Terebratula* » *valcrosensis* Alméras et Moulan) se situe à la base du Toarcien moyen (fig. 3).

*Soaresirhyndia bouchardi* (Davidson) est un marqueur de la zone à Serpentinum du Toarcien inférieur (Alméras *et al.*, 1997, tabl. XIIIb) et plus précisément, lorsque le



frontal (à l'exemple de la coquille, pl. 16, fig. 8 in Alméras et Fauré, 2000). La vue latérale des coquilles se rapproche alors de celle des *Tetrarhynchia*. C'est le cas des spécimens de Vendée dont le crochet recourbé se place au contact de l'umbo dorsal (pl. 1, fig. 8). Nous retenons le nom de *Gibbirhynchia tiltonensis* (au lieu de *Gibbirhynchia gibbosa*) en raison de son extension verticale, les *Gibbirhynchia* ne pouvant assurer seuls la datation des strates. L'extension verticale de *Gibbirhynchia tiltonensis* est un peu plus récente au Bernard. L'espèce est également abondante au sommet de la sous-zone à Semicelatum (banc 18) et à la base de la sous-zone à Elegantulum (banc 19 – base du banc 20) (fig. 3). La morphologie des coquilles est identique dans les deux niveaux.

*Lobothyris arcta* (Dubar) comprend des coquilles de taille moyenne, de contour ovale allongé, montrant au stade adulte des commissures latérales faiblement et régulièrement curvilignes et un léger relèvement dorsal à la commissure frontale. Toutefois, commissures latérales rectilignes et commissure frontale rectimarginée peuvent subsister jusqu'à des longueurs de 28 mm. Il s'agit d'un caractère ancestral prédominant chez *Lobothyris subpunctata* (Davidson) plus ancienne. Les exemplaires de Vendée montrent toujours un crochet gros, dressé à recourbé ainsi qu'un gros foramen circulaire. Nous retrouvons ainsi l'une des deux morphologies déjà décrites dans les Pyrénées (Alméras et Fauré, 2000, p. 75) et en Catalogne (Dubar, 1931, pl. 5, fig. 7). *Lobothyris arcta* marque les zones à Tenuicostatum et à Serpentinum en Provence méridionale (Alméras et Moulan, 1982), en Catalogne (Dubar, 1931), dans la Cordillère ibérique (Goy, 1974 ; Goy et Comas-Rengifo, 1975), dans les Cordillères bétiques (Bizon *et al.*, 1966) et au Portugal (Alméras *et al.*, 1996). Dans les Pyrénées (Alméras et Fauré, 2000), son extension supérieure se limite à la sous-zone à Elegantulum. Au Bernard (pl. 1, fig. 5), l'espèce n'a été observée que dans la sous-zone à Semicelatum (banc 10), où elle est représentée par des coquilles identiques à celles du Haut-Aragon et des Sierras marginales (pl. 7, fig. 8-16 in Alméras et Fauré, 2000).

*Zeilleria (Zeilleria) subdigona* (Oppel) est une zeillerie de taille et gibbosité

moyennes, de contour subpentagonal à bord frontal nettement tronqué, avec une valve dorsale déprimée médianement sur son tiers antérieur. Un méplat bien marqué ou (parfois) une légère dépression existent en situation opposée sur le tiers antérieur de la valve ventrale. Le bord frontal ne montre pas de petites cornes latérales, contrairement à *Zeilleria (Zeilleria) waterhousi* (Davidson) que Delance (1974) considère, à tort nous semble-t-il, comme synonyme de *Zeilleria (Zeilleria) subdigona*. Cette espèce, essentiellement décrite et figurée en Souabe (Oppel, 1853 ; Rau, 1905), y caractérise la zone à Spinatum du Domérien supérieur ainsi que les couches à *Koninckella* (= anciennes couches à *Leptaena*) du Toarcien inférieur (zone à Tenuicostatum). Au Bernard, *Zeilleria (Zeilleria) subdigona* se cantonne à la sous-zone à Semicelatum (bancs 10 et 18).

*Pseudogibbirhynchia moorei* (Davidson) marque la première apparition du genre *Pseudogibbirhynchia* Buckman (Alméras, 1996a). L'espèce montre un contour subpentagonal arrondi avec une largeur supérieure à la longueur. Pli dorsal et sinus ventral se différencient peu des parties latérales des coquilles. L'uniplication frontale demeure assez peu élevée (pl. 1, fig. 9). *Pseudogibbirhynchia fallax* (Deslongchamps) peut être considéré comme un morphe à uniplication frontale plus développée (voir Alméras, 1996a, fig. 1 : 4-6). *Pseudogibbirhynchia moorei* montre une large extension verticale au Bernard, avec une morphologie identique depuis le sommet de la sous-zone à Elegantulum jusqu'à la sous-zone à Bifrons (réservoir 1, bancs 3 à 23, fig. 3) alors que *Pseudogibbirhynchia fallax* reste cantonné, d'après nos collectes, au sommet de la sous-zone à Elegantulum.

*Homoeorhynchia batalleri* : deux coquilles du banc 14 (sous-zone à Falciferum, horizon à Douvillei), longues de 15 et 16 mm, montrent la morphologie d'*Homoeorhynchia batalleri* (Dubar). Toutefois, la costulation (14 à 17 côtes aiguës dont 5 et 7 sur le pli dorsal) apparaît précocement, presque dès les crochets alors que la moitié postérieure des valves demeure lisse chez *Homoeorhynchia batalleri*. Ce caractère atypique pourrait s'expliquer par la situation excentrée et très septentrionale de ces deux spécimens représentant un isolat sur l'aire de distribution géographique de l'espèce.

Enfin, deux coquilles du banc 17 (base de la sous-zone à Sublevisoni) correspondent à l'exemplaire jeune de "*Terebratula*" *valcrosensis* figuré par Alméras et Moulan (1982, pl. 4, fig. 10).

### Coupe de la Gouraudière, à Mauzé-Thouarsais (fig. 4)

La coupe de la Gouraudière complète celles du Bernard pour le Toarcien moyen et supérieur.

*Cuersithyris provincialis* (Deslongchamps), à valves inégalement renflées, à commissure frontale sinuée, connu jusqu'ici avec certitude dans son seul gisement type de la pointe de la Cride, à Sanary (Var) (Alméras et Moulan, 1982) est représenté par une coquille (pl. 1, fig. 10) identique à celle figurée par Alméras et Moulan (1982, pl. 3, fig. 15). L'âge de la coquille figurée : Toarcien inférieur, sous-zone à Falciferum, horizon à Douvillei (base du banc 3, fig. 4) est en concordance avec celui mis en évidence dans le Var (fin de la zone à Serpentinum - base de la zone à Bifrons, sous-zone à Sublevisoni).

*Telothyris pyrenaica* (Dubar) (pl. 1, fig. 11) et *Sphaeroidothyris vari* (Rollier) (pl. 1, fig. 12) sont représentés par de nombreux spécimens, respectivement situés dans les sous-zones à Sublevisoni et à Bifrons. Ces deux espèces, ainsi que leur variabilité ont été décrites et figurées par Alméras et Moulan (1982, pl. 9 et pl. 21-22) et par Alméras et Fauré (2000, pl. 10, fig. 11-15 et pl. 9, fig. 5-10). *Pseudogibbirhynchia jurensis* (Quenstedt) (pl. 1, fig. 13 ; voir aussi Alméras, 1996a, fig. 1 : 8-12), moins abondant, est associé à *Sphaeroidothyris vari*.

*Homoeorhynchia cynocephala* (Richard) (pl. 1, fig. 14-15), avec deux côtes sur le pli médian dorsal, se situe (comme partout ailleurs, voir répartition géographique in Alméras, 1996, p. 55) dans la zone à Aalensis du Toarcien supérieur (sous-zones à Mactra et à Lugdunensis) et cette extension se poursuit dans l'Aalénien inférieur basal (sous-zone à Opalinum). La variabilité de l'espèce a été décrite dans le Bassin du Sud-Est de la France et surtout dans les Pyrénées espagnoles (Alméras, 1996 ; Alméras et Peybernès, 1979). La coquille, pl. 1, fig. 14, illustre par ses dimensions et sa

morphologie l'ensemble des populations prélevées dans les bancs 21 à 31 (voir fig. 4). La coquille, pl. 1, fig. 15, est le seul spécimen de plus grande taille. Celle-ci est encore bien inférieure à celle observée dans les Pyrénées et dans le Quercy (Alméras, 1996, pl. 3, fig. 12).

Les trois autres espèces de brachiopodes indiquées sur la fig. 4, ne sont représentées, chacune, que par un seul exemplaire. Il s'agit de *Soaresirhynchia renzi* (Choffat), de *Pseudogibbirhynchia heiningensis* (Rollier) et de *Ptyctorhynchia pentaptycha* (Buckman).

*Pseudogibbirhynchia jurensis* et *Sphaeroidothyris vari* ont également été collectés sur la coupe de Vrines, à Sainte-Verge (Deux-Sèvres), stratotype du Toarcien, où un petit spécimen de « *Terebratula* » *valcrosensis*, identique à celui figuré par Alméras et Moulan (1982 pl. 4, fig. 2), a été trouvé, comme en Provence méridionale, dans la zone à Thouarsense du Toarcien supérieur basal.

## Conclusions. Paléobiogéographie

### Ammonites

Un régime marin franc s'est mis en place dès le Pliensbachien entre la Meseta ibérique et le Massif armoricain. En bordure de ce dernier les formes benthiques sont plus nombreuses que les formes pélagiques au cours de cette période. Pendant le Toarcien, les formes pélagiques, en particulier les ammonites prédominent, ce qui indique un net approfondissement des fonds marins (Gabilly, 1976).

Dans le Centre-Ouest, au cours du Toarcien inférieur et moyen se dessinent schématiquement deux grands domaines sédimentaires (fig. 1) :

1. Une zone de hauts-fonds s'étendant au sud-est, en bordure du Massif armoricain, où la sédimentation condensée et de faible épaisseur, gréseuse à la base, est constituée principalement de bancs calcaires bioclastiques à nombreuses oolithes ferrugineuses ;

2. Un domaine où la sédimentation est beaucoup plus développée et formée d'une alternance de calcaires argileux et de

marnes, s'étendant au-delà de la zone de hauts-fonds, ainsi qu'au sud du Massif armoricain.

Ce n'est qu'à partir de la sous-zone à Illustris que les dépôts à dominance calcaréo-marneuse se sont unifiés sur l'ensemble de la partie occidentale du seuil du Poitou.

Les successions fauniques relevées dans le Centre-Ouest au Toarcien inférieur et moyen, s'accordent bien dans l'ensemble avec les biozonations établies dans la Chaîne ibérique (Elmi *et al.*, 1997 ; Gabilly, 1962, 1976 ; Goy et Martinez, 1990 ; Howarth, 1992) et le Sous-bassin nord-lusitanien (Mouterde, 1967). Une grande partie de la faune d'ammonites de ces trois secteurs géographiques y est en effet commune. On peut observer *Protogrammoceras paltus* Buckman, *Protogrammoceras* aff. *madagascariense* (Thevenin), *Dactyloceras* (*Orthodactylites*) *crosbeyi* (Simpson), *D. (O) tenuicostatum* (Young et Bird), *D. (O) semicelatum* (Simpson), *D. (O) ernsti* Lehman, dans la zone à *Tenuicostatum*, *Harpoceras serpentinum* (Schlotheim), *H. pseudoserpentinum* Gabilly, *H. falciferum* (Sowerby), *Nodicoeloceras crassoides* (Simpson), *Hildaites levisoni* (Simpson), *H. murleyi* (Moxon), *H. subserpentinum* (Buckman), *Polyplectus pluricostatus* (Haas), *Orthildaites douvillei* (Haug), dans la zone à *Serpentinum*, *Hildoceras sublevisoni* (Fucini), *H. caterinii* Merla, *H. tethysi* Geczy, *H. crassum* Mitzopoulos, *H. lusitanicum* Meister, *H. apertum* Gabilly, *H. bifrons* (Bruguière), *H. semipolium* (Buckman), *Harpoceras subplanatum* (Oppel), *Phymatoceras narbonense* (Buckman), *Porpoceras desplacei* (d'Orbigny), *P. vortex* (Simpson), dans la zone à *Bifrons*. L'apparition dans le Centre-Ouest de la France d'espèces à affinités téthysiennes comme *Protogrammoceras* aff. *madagascariense* (Thevenin), *Protogrammoceras* cf. *isseli* (Fucini), *Lioceratoides* aff. *serotinus* (Bettoni) [zone à *Tenuicostatum*], *Polyplectus pluricostatus* (Haas) [zone à *Serpentinum*], *Hildoceras caterinii* Merla [zone à *Bifrons*], *Paroniceras sternale* (d'Orbigny), *Pseudogrammoceras subregale* Pinna [zone à *Variabilis*] et *Oxyparoniceras buckmani* Bonarelli [zone à *Dispansum*], coïncide avec des cycles transgressifs.

### Brachiopodes

Les problèmes posés par les variations géographiques des espèces de brachiopodes et leurs implications stratigraphiques ont été abordés par de nombreux auteurs (voir Delance, 1972). Les déplacements des faunes de brachiopodes jurassiques s'effectuaient le long des masses continentales émergées, en suivant les plateaux continentaux (Alméras et Elmi, 1984). La composition des faunes de brachiopodes toarciens de Vendée et des Deux-Sèvres examinées dans ce travail met en évidence le rôle joué par la bordure sud et sud-est du Massif armoricain comme position intermédiaire entre la province nord-ouest européenne (= plates-formes de l'Europe moyenne) et la province nord-téthysienne occidentale. On y observe, en effet, une juxtaposition d'espèces nord-ouest européennes [*Zeilleria* (*Zeilleria*) *subdigona* de Souabe, *Pseudogibbirhynchia heiningensis* du Lias ε du Würtemberg, *Ptyctorhynchia pentaptycha* de la zone à Aalensis du Dorset], d'espèces nord-téthysiennes [*Quadratirhynchia attenuata*, *Lobothyris arcta*, *Cuersithyris provincialis*, *Telothyris pyrenaica*, *Sphaeroidothyris vari*, « *Terebratula* » *valcrosensis*] ainsi que d'espèces ubiquistes [*Soaresirhynchia bouchardi*, *Gibbirhynchia tiltonensis*, *Pseudogibbirhynchia moorei*, *Pseudogibbirhynchia jurensis*]. Les espèces nord-téthysiennes correspondent au biofaciès ibérique de Choffat et Dubar (Dubar, 1931). Elles constituent l'originalité du domaine ibéro-pyrénéen développé au Toarcien inférieur et moyen (zone à *Bifrons*), avec des taxons largement répandus depuis la Provence méridionale, les Pyrénées septentrionales (Pyrénées languedociennes et ariégeoises, Comminges et Bigorre, Pays basque) jusqu'en Espagne (Zone sud-pyrénéenne, Zone de Pedraforca, Sierras marginales, Catalogne, Cordillère ibérique, Cordillères bétiques) et au sous-bassin nord-lusitanien (rampe carbonatée de Tomar, au Portugal) (Alméras *et al.*, 1997, Alméras et Fauré, 2000 ; Goy, 1974 ; Goy et Comas-Rengifo, 1975 ; Bizon *et al.*, 1966 ; Alméras *et al.*, 1996). Cette répartition géographique est illustrée en figure 5. *Soaresirhynchia bouchardi*, *Gibbirhynchia tiltonensis* et *Pseudogibbirhynchia moorei* sont des espèces ubiquistes connues dans la province nord-ouest européenne (Somerset, Dorset, Yorkshire, Midlands, Würtemberg,

Poitou) (Alméras et Boullier, 1991 ; Oppel, 1853 ; Alméras et Elmi, 1984 ; Gabilly, 1973), dans la province nord-téthysienne (Provence, Pyrénées septentrionales et méridionales, Cordillère ibérique, Portugal) (Alméras et Moulan, 1982 ; Alméras et Fauré, 2000 ; Goy, 1974 ; Goy et Comas-Rengifo, 1975 ; Alméras *et al.*, 1996) et jusque dans le domaine sud-téthysien occidental (Beni Snassen, Moyen-Atlas et Haut-Atlas au Maroc ; Monts des Traras, de Rhar Roubane, de Saïda et Takkremaret en Algérie occidentale) (Alméras *et al.*, 1989 ; Elmi *et al.*, 1991 ; Ameur, 1999 ; Elmi, 1982 ; Elmi *et al.*, 1985).

Les faunes collectées au Bernard et à La Gouraudière prouvent que la bordure sud et sud-est du Massif armoricain représente la zone la plus septentrionale montrant au Toarcien inférieur et moyen (zone à Bifrons) les brachiopodes de faciès ibérique (fig. 5). Ceux-ci n'ont pas été observés sur la bordure est du Massif Central (bordure vivaro-cévenole, éperon lyonnais) où le Toarcien est réduit, lacunaire ou lenticulaire (Elmi, 1984 ; Elmi et Rulleau, 1991). Seule une forme un peu différente de *Prionorhynchia msougari*

Rousselle (Alméras, 1996 ; pl. 3, fig. 1-5 ; voir p. 30 restrictions apportées à cette détermination), et qui pourrait témoigner d'une influence téthysienne, a été mise en évidence dans la zone à Bifrons, où elle est associée à *Praemonticlarella schuleri* (Oppel) et à *Pseudogibbirhynchia jurensis* (ubiquiste) (voir aussi Rulleau *et al.*, 2001, p. 40). Au-dessus, les faunes à *Ferrythyris millenaria* (Dumortier) et à *Stroudithyris* ubiquistes sont bien individualisées dans le Toarcien supérieur de l'éperon lyonnais (Alméras, 1996, pl. 4, fig. 1-7 et pl. 5, fig. 6-7).

À partir du Toarcien supérieur basal et jusqu'au sommet de la zone à *Pseudoradosa*, les lacunes de dépôt, les importantes condensations sédimentaires dans le domaine ibéro-pyrénéen, les marnes noires du domaine languedocien constituent des faciès défavorables à la vie benthique (Alméras et Fauré, 2000). Il en est de même dans le Quercy, avec l'épisode des marnes noires à *Pseudogrammoceras* (Cubaynes, 1986). Les voies d'échange n'existent plus. La séparation des provinces fauniques au Toarcien supérieur s'expliquerait ainsi par des facteurs paléoenvironnementaux. En Vendée et dans les

Deux-Sèvres, excepté un exemplaire de *Soaresirhynchia renzi* (zone à Dispansum), les brachiopodes ne réapparaissent qu'avec la zone à Aalensis. Ils sont alors représentés par *Homoeorhynchia cynocephala* (espèce ubiquiste) et par de rares spécimens rapportés à *Pseudogibbirhynchia heiningensis* et à *Ptyctorhynchia pentaptycha* (espèces nord-ouest européennes). Dans les Pyrénées et dans le Quercy, les brachiopodes réapparaissent également dans la zone à Aalensis, âge auquel est attribué le faciès à gryphées renfermant, soit *Homoeorhynchia cynocephala*, soit *Rhynchonelloidea ruthenensis* (Reynès).

## Remerciements

Pour leur accueil et les facilités d'accès aux différents sites et chantiers, nous remercions Claude Pionneau et Robert Chatry de la Société Roy à Mauzé-Thouarsais (Deux-Sèvres), Louis Roy et Francis Baussay du Bernard (Vendée), ainsi que Didier Poncet chargé de mission scientifique pour la Réserve naturelle géologique du Toarcien de Vrines. Le traitement photographique a été réalisé par Noël Podevigne (UCB, Lyon).

## Références

- Ager D.V. (1967) – A monograph of the British Liassic Rhynchonellidae. *Palaeont. Soc.*, London, **121** (519), 137-172.
- Alméras Y. (1994) – Le genre *Soaresirhynchia* (Brachiopoda, Rhynchonellacea, Wellerellidae) dans le Toarcien du sous-bassin nord-lusitanien (Portugal). *Docum. Lab. Géol. Lyon*, **130**, 135 p.
- Alméras Y. (1996) – Les brachiopodes toarciens et aaléniens inférieurs du Bassin du Rhône. Paléontologie et biostratigraphie. Révision de la collection Dumortier et compléments. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, **138**, 1-123.
- Alméras Y. (1996a) – The genus *Pseudogibbirhynchia* (Brachiopoda, Rhynchonellacea) from the Toarcian of Portugal. In Copper P., Jin J. (Edit.) – Brachiopods. Proc. Third Intern. Brachiopod Congress, Sudbury 1995. *Balkema edit.*, Rotterdam, 7-12.
- Alméras Y., Boullier A., Laurin B. (1991) – Les zones de brachiopodes du Jurassique en France. *Ann. Sci. Univ. Franche-Comté, Besançon*, **4**, 10, 3-30.
- Alméras Y., Boullier A., Laurin B. (1997) – Brachiopodes. In : Cariou E., Hantzpergue P. (Edit.) – Groupe français d'étude du Jurassique. Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen. *Bull. Centre Rech. Elf Explor.-Prod.*, **17**, 165-195.
- Alméras Y., Elmi S. (1984) – Fluctuations des peuplements d'ammonites et de brachiopodes en liaison avec les variations bathymétriques pendant le Jurassique inférieur et moyen en Méditerranée occidentale. Shallow Tethys intern. Symp. Padova (1982). *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, Modena, **21**, 2-3, 169-188.
- Alméras Y., Elmi S., Mouterde R., Ruget C., Rocha R. (1989) – Evolution paléogéographique du Toarcien et influence sur les peuplements. 2<sup>nd</sup> Intern. Symposium Jurassic Stratigraphy, Lisboa (1987). I.N.I.C. édit., Lisbonne, **2**, 687-698.
- Alméras Y., Fauré Ph. (2000) – Les brachiopodes liasiques des Pyrénées. Paléontologie, biostratigraphie, paléobiogéographie et paléoenvironnements. *Strata*, Toulouse, sér. 2, **36**, 395 p.
- Alméras Y., Moulan G. (1982) – Les Térébratulidés liasiques de Provence. Paléontologie, biostratigraphie, paléoécologie, phylogénie. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, **86**, 365 p.
- Alméras Y., Mouterde R., Benest M., Elmi S., Bassoullet J.P. (1996) – Les brachiopodes toarciens de la rampe carbonatée de Tomar (Portugal). *Docum. Lab. Géol. Lyon*, **138**, 125-191.
- Alméras Y., Peybernès B. (1979) – Les Brachiopodes du Dogger des Pyrénées navarro-languedociennes. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, **76**, 23-133.
- Ameur M. (1999) – Histoire d'une plate-forme carbonatée de la marge sud-téthysienne : l'autochtone des Traras (Algérie occidentale) du Trias supérieur jusqu'au Bathonien moyen. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, **150**, 399 p.

- Bizon G., Champetier Y., Guérin-Franiatte S., Rollet A. (1966) - Présence de *Bouleiceras nitescens* Thévenin dans l'Est des Cordillères bétiques. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, sér. 7, **8**, p. 901-904.
- Cubaynes R. (1986) – Le Lias du Quercy méridional : étude lithologique, biostratigraphique, paléocéologique et sédimentologique. *Strata*, (2) **6**, 574 p.
- Delance J.H. (1972) – Problèmes posés par la variation géographique des espèces, leurs implications stratigraphiques. Exemples pris chez les brachiopodes jurassiques. *Mém. BRGM*, **77**, 1, 69-75.
- Delance J.H. (1974) - Zeilleriides du Lias d'Europe occidentale (Brachiopodes). Systématique des populations. Phylogénie. Biostratigraphie. *Mém. Géol. Univ. Dijon*, **2**, 408 p.
- Dubar G. (1931) - Brachiopodes liasiques de Catalogne et des régions voisines. *Bull. Inst. catal. Hist. nat.*, Barcelone, sér. 2, **31**, 4, 103-180.
- Elmi S. (1982) - L'évolution des monts de Rhar Roubane (Algérie occidentale) au début du Jurassique. Livre jubilé G. Lucas. *Mém. Géol. Univ. Dijon*, **7**, 401-412.
- Elmi S. (1984) - Bordure vivaro-cévenole. In : Debrand-Passard S., Courbouleix S., Lienhardt M.-J. (coord.) - Synthèse géologique du Sud-Est de la France. *Mém. BRGM*, Orléans, **125**, 143-146.
- Elmi S., Alméras Y., Ameur M., Benhamou M. (1985) - Précisions biostratigraphiques et paléocéologiques sur le Lias des environs de Tiffrit (Saïda, Algérie occidentale). *Cahiers Inst. Cath. Lyon*, **14**, 15-42.
- Elmi S., Alméras Y., Benshili K. (1991) - Influence de l'évolution paléogéographique sur les peuplements au cours du Lias dans le Moyen-Atlas marocain. *Sci. Géol.*, Strasbourg, **83**, 115-131.
- Elmi S., Rulleau L. (1988) – Le genre *Pseudolillia* (Ammonitina, Graphoceratinae) dans le Toarcien supérieur (France, Espagne, Portugal, Maroc). *2e Conv. Intern. « Fossili, Evoluzione, Ambienti »*, Pergola, 22 p.
- Elmi S., Rulleau L. (1991) - Le Toarcien des carrières Lafarge (Bas-Beaujolais, France) : cadre biostratigraphique de référence pour la région lyonnaise. *Géobios*, Lyon, **24**, 3, 315-331.
- Elmi S., Rulleau L., Gabilly J., Mouterde R. (1997) - Étage toarcien. In Cariou E., Hantzpergue P. (Edit.) - Biostratigraphie du Jurassique ouest européen et méditerranéen. *Bull. Centre Rech. Elf Explor.-Prod.*, **17**, 25-36.
- Gabilly J. (1962) - Stratigraphie et limites de l'étage toarcien à Thouars et dans les régions voisines. Colloque du Jurassique, Luxembourg. *C.R. et Mém. Institut Gd. Duc. Luxembourg*, 193-201.
- Gabilly J. (1973) - Le Toarcien du Poitou. Biostratigraphie de la région du stratotype. *Thèse Doct. ès Sci., Univ. Poitiers*, 90 p.
- Gabilly J. (1976) – Le Toarcien à Thouars et dans le Centre Ouest de la France. Publ. Com. fr. Stratigr., CNRS édit. - Les stratotypes français, **3**, 1-217.
- Goy A. (1974) - El Lias de la mitad norte de la Rama Castellana de la Cordillera Iberica. Thèse Doct. ès-Sci., Univ. Madrid, 940 p.
- Goy A., Comas-Rengifo M.J. (1975) - Estratigrafía y Paleontología del Jurásico de Ribarredonda (Guadalajara). *Estudios Geológicos*, Madrid, **31**, 3-4, 297-339.
- Goy A., Comas-Rengifo M.J., Garcia-Joral F. (1984) - The Liassic Brachiopods of the Iberian Range (Spain) : stratigraphic distribution and biozonation. Intern. Symp. on Jurassic Stratigraphy, Erlangen. Geol. Surv. Denmark, Copenhagen, **1**, 227-250.
- Goy A., Martínez G. (1990) - Biozonación del Toarciense en el área de la Almunia de Dona Godina Ricla. *Cuad. Geol. Iber.*, Madrid, **14**, 11-53.
- Howarth M.K. (1992) - The ammonite family Hildoceratidae in the Lower Jurassic of Britain. Part I and II. *Monogr. Paleont. Soc.*, London, 200 p.
- Mouterde R. (1967) – Le Lias du Portugal. Vue d'ensemble et division en zones. *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisbonne, **52**, 219-226.
- Oppel A. (1853) - Der mittlere Lias Schwabens. *Würtb. Naturw. Jahresfte*, Stuttgart, **10**, 9-136.
- Rau K. (1905) - Die Brachiopoden des mittleren Lias Schwabens mit Ausschluss der Spiriferinen. *Geol. Paleont. Abh.*, Berlin, **10**, 5, 263-355.
- Rulleau L., Elmi S., Thévenard B. (2001) – Géologie et paléontologie des dépôts ferrugineux du Toarcien et de l'Aalénien aux environs de Lyon. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 154, 153 p.

**Planche 1**

***Plate 1***

Bessay (Vendée). Domérien supérieur, zone à Spinatum, sous-zone à Hawskerense.

*Bessay (Vendée). Late Domerian, Spinatum Zone, Hawskerense Sub-Zone.*

Fig. 1. *Liospiriferina rostrata* (Schlotheim). FSL 308872. 29,8 – 29,2 – 22,9.

Fig. 2. *Zeilleria (Zeilleria) quadrifida* (Lamarck). FSL 308873. 31,4 – 38,3 – 13,7.

Fig. 3. *Aulacothyris resupinata* (Sowerby) variant *agnata* (Rollier). FSL 308874. 28,3- 22,3 - ? 17,0.

Fig. 4. *Zeilleria (Zeilleria) moorei* (Davidson). FSL 308875. 32,5 – 29,0 – 24,1.

Le Bernard (Vendée), réservoirs n° 1 et 2 (voir fig. 3).

*Le Bernard (Vendée), water tanks n° 1 and 2 (see fig. 3).*

Fig. 5. *Lobothyris arcta* (Dubar). Réservoir n° 2, banc 10. Toarcien inférieur, zone à Tenuicostatum, sous-zone à Semicelatum, horizon II (à Crosbeyi). FSL 308876. 25,0 – 20,3 – 14,5.

*Fig. 5. Lobothyris arcta (Dubar). Water tank 2, bed 10. Early Toarcian, Tenuicostatum Zone, Semicelatum Sub-Zone, horizon II (Crosbeyi). FSL 308876.*

Fig. 6. *Quadratrhyndia attenuata* (Dubar). Réservoir n° 2, banc 18. Zone à Tenuicostatum, sous-zone à Semicelatum, horizon IV (à Semicelatum). FSL 308877. 20,0 – 24,1 – 19,2 – Nvd = 23 – Nb = 9.

*Fig. 6. Quadratrhyndia attenuata (Dubar). Water tank 2, bed 18. Tenuicostatum Zone, Semicelatum Sub-Zone, horizon IV (Semicelatum). FSL 308877.*

Fig. 7. *Soaresirhyndia bouchardi* (Davidson). Réservoir n° 2, banc 18. Zone à Tenuicostatum, sous-zone à Semicelatum, horizon IV (à Semicelatum). FSL 308878. 12,8 – 14,1 – 9,8 – Nvd = 6 – Nb = 3.

*Fig. 7. Soaresirhyndia bouchardi (Davidson). Water tank 2, bed 18. Tenuicostatum Zone, Semicelatum Sub-Zone, horizon IV (Semicelatum). FSL 308878.*

Fig. 8. *Gibbirhyndia tiltonensis* Ager. Réservoir n° 2, banc 19 – base du banc 20. Toarcien inférieur, zone à Serpentinum, sous-zone à Elegantulum, horizon V (à Elegantulum). FSL 308879. 11,5 – 11,2 – 9,0 – Nvd = 20 – Nb = 6.

*Fig. 8. Gibbirhyndia tiltonensis Ager. Water tank 2, bed 19 – bottom of bed 20. Early Toarcian, Serpentinum Zone, Elegantulum Sub-Zone, horizon V (Elegantulum). FSL 308879.*

Fig. 9. *Pseudogibbirhyndia moorei* (Davidson). Réservoir n° 1, banc 3. Zone à Serpentinum, sous-zone à Elegantulum, horizon VI (à Strangewaysi). FSL 308880. 13,0 – 13,6 – 9,4 – Nvd = 15 – Nb = 6.

*Fig. 9. Pseudogibbirhyndia moorei (Davidson). Water tank 1, bed 3. Serpentinum Zone, Elegantulum Sub-Zone, horizon VI (Strangewaysi). FSL 308880.*

La Gouraudière, à Mauzé-Thouarsais (Deux-Sèvres) (voir fig. 4).

*La Gouraudière, near Mauzé-Thouarsais (Deux-Sèvres) (see fig. 4).*

Fig. 10. *Cuersithyris provincialis* (Deslongchamps). Banc 3. Toarcien inférieur, zone à Serpentinum, sous-zone à Falciferum, horizon VIII (à Douvillei). FSL 308881. 19,4 – 18,4 – 11,0.

*Fig. 10. Cuersithyris provincialis (Deslongchamps). Bed 3. Early Toarcian, Serpentinum Zone, Falciferum Sub-Zone, horizon VIII (Douvillei). FSL 308881.*

Fig. 11. *Telothyris pyrenaica* (Dubar). Banc 3. Toarcien moyen, zone à Bifrons, sous-zone à Sublevisoni, horizon IX (à Sublevisoni). FSL 308882. 16,8 – 14,6 – 12,8.

*Fig. 11. Telothyris pyrenaica (Dubar). Bed 3. Middle Toarcian, Bifrons Zone, Sublevisoni Sub-Zone, horizon IX (Sublevisoni). FSL 308882.*

Fig. 12. *Sphaeroidothyris vari* (Rollier). Banc 4. Toarcien moyen, zone à Bifrons, sous-zone à Bifrons, horizon XI (à Lusitanicum). FSL 308883. 23,2 – 19,3 – 16,5.

*Fig. 12. Sphaeroidothyris vari (Rollier). Bed 4. Middle Toarcian, Bifrons Zone, Bifrons Sub-Zone, horizon XI (Lusitanicum). FSL 308883.*

Fig. 13. *Pseudogibbirhyndia jurensis* (Quenstedt). Banc 4. Zone à Bifrons, sous-zone à Bifrons, horizon XI (à Lusitanicum). FSL 308884. 11,9 – 12,7 – 7,6 – Nvd = 14 – Nb = 5.

*Fig. 13. Pseudogibbirhyndia jurensis (Quenstedt). Bed 4. Bifrons Zone, Bifrons Sub-Zone, horizon XI (Lusitanicum). FSL 308884.*

Fig. 14-15. *Homoeorhynchia cynocephala* (Richard). Banc 21. Toarcien supérieur, zone à Aalensis, base de la sous-zone à Mactra, horizon XXX (à Tectiforme). FSL 308885 : 8,7 – 10,1 – 8,6 – Nvd = 6 – Nb = 2 et FSL 308886 : 11,0 – 13,6 – 10,2 – Nvd = 7 – Nb = 2.

*Fig. 14-15. Homoeorhynchia cynocephala (Richard). Bed 21. Late Toarcian, Aalensis Zone, bottom of the Mactra Sub-Zone, horizon XXX (Tectiforme). FSL 308885 and 308886.*

Les exemplaires, figures 1 à 15, sont représentés en vraie grandeur. Photographies, prises de vue : Yves Alméras. Traitement photographique et montage de la planche : Noël Podevigne (UCB, Lyon). L'ensemble du matériel étudié est conservé dans les collections de l'Université Cl. Bernard – Lyon 1, UFR des Sciences de la Terre sous les numéros FSL 308872 à 308930.

*All specimens are shown at natural size. Photographs by Yves Alméras and Noël Podevigne. The studied specimens are kept in the collections of the University Cl. Bernard – Lyon 1, UFR des Sciences de la Terre under numbers FSL 308872 to 308930.*

