

# Nouvelles données sur la répartition biostrati- graphique des orbitolinidés à l'Hauterivien supérieur, au Barrémien et à l'Aptien inférieur

dans le Sud-Est de la France  
et le Jura franco-suisse

Bernard CLAVEL<sup>1</sup>, Robert BUSNARDO<sup>2</sup>, Jean CHAROLLAIS<sup>3</sup>,  
Marc CONRAD<sup>4</sup> et Bruno GRANIER<sup>5</sup>

Ms reçu le 15 septembre 2009, accepté le 29 octobre 2009

## ■ Abstract

**New data on the Orbitolinid biostratigraphic distribution for the Upper Hauterivian - Lower Aptian series of southeastern France and the French-Swiss Jura.** - The study of 23 outcrop sections in southeastern France and in the Franco-Swiss Jura that include both ammonites and orbitolinids makes feasible the establishment of a new biostratigraphic scale based on the orbitolinids. The authors have chosen to describe and to illustrate two sections as examples of the methods they used to build this chart. They are the Pont de Laval (Vivaraïs) and the Pas de l'Essaure (Vercors) sections where the orbitolinid facies are interbedded with ammonite levels.

Among the many new findings obtained through the study of the 23 sections mentioned, we cite the discovery of a group of 3 species (*Praedictyorbitolina busnardoï*, *Paleodictyoconus beckeræ*, *Valserina primitiva*) that are restricted to the Hauterivian, the identification of 27 species that appear in Upper Hauterivian strata (more than tripling the 8 of current literature) and the coincidence between the disappearance of half of the species of orbitolinids and the maximum regression on Urgonian platforms in early Late Barremian times (lowstand systems tract of the Ba4 sequence).

**Key words:** Ammonites, Barremian, biostratigraphy, Cretaceous, dasycladalean algae, Early Aptian, echinids, Late Hauterivian, orbitolinids, SE France, Swiss and French Jura.

<sup>1</sup> 24, ch. des Champs d'Amot, F-74140 Messery, France. b.clavel1@orange.fr

<sup>2</sup> ch. Meruzin, F-69370 St Didier au Mont d'Or, France.

<sup>3</sup> Département de géologie et de paléontologie, 13 r. des Maraîchers, CH-1211 Genève 4. Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève, 1, rte de Malagnou, CH-1206 Genève, Suisse.

<sup>4</sup> 71 ch. de Planta, CH-1223 Cologny, Suisse.

<sup>5</sup> Département des Sciences de la Terre, UMR 6538 «Domaines Océaniques», Université de Bretagne Occidentale (UBO), 6, av. Le Gorgeu, F-29238 Brest Cedex 3, France.

## ■ Résumé

L'étude de vingt-trois coupes de terrain situées dans le SE de la France et dans le Jura franco-suisse, renfermant à la fois des ammonites et des orbitolinidés, permet de mieux déterminer la répartition biostratigraphique des orbitolinidés pour la période couvrant l'Hauterivien supérieur, le Barrémien et l'Aptien inférieur. Pour illustrer la méthodologie utilisée, deux coupes seulement sont décrites et figurées à titre d'exemple: celle de Pont de Laval (Vivarais) et celle du Pas de l'Essaure (Vercors), où les faciès à orbitolinidés sont encadrés par des niveaux à ammonites.

Parmi les nombreux résultats nouveaux obtenus, citons la mise en évidence d'un groupe de trois espèces (*Praedictyorbitolina busnardoï*, *Paleodictyoconus beckeræ*, *Valserina primitiva*) limité à l'Hauterivien, l'identification de vingt-sept espèces apparaissant à l'Hauterivien supérieur (au lieu de huit selon la littérature actuelle) et la contemporanéité entre la disparition de la moitié des espèces d'orbitolinidés et le maximum de la régression de la plate-forme urgonienne à la partie inférieure du Barrémien supérieur (bas-niveau marin relatif de la séquence Ba4).

**Mots-clés:** Ammonites, Aptien inférieur, Barrémien, biostratigraphie, Crétacé, dasycladales, échinides, Hauterivien supérieur, Jura franco-suisse, orbitolinidés, SE France.

## Table des Matières

### I. Introduction

1. Etat des connaissances
2. Méthodologie

### II. Coupe de Pont de Laval

1. Situation
2. Historique
3. Illustrations
4. Description lithologique et paléontologique
5. Principaux résultats

### III. Coupes du Pas de l'Essaure

1. Situation
2. Historique
3. Illustrations
4. Description lithologique et paléontologique
5. Principaux résultats

### IV. Conclusions: répartition des orbitolinidés à l'Hauterivien supérieur, au Barrémien et à l'Aptien inférieur dans le SE de la France et le Jura franco-suisse

## ■ I. Introduction

### 1. Etat des connaissances

La répartition biostratigraphique des orbitolinidés actuellement publiée dans la littérature pour la période comprise entre l'Hauterivien supérieur et l'Aptien inférieur n'est pas satisfaisante. D'une part, trop souvent elle ne reflète pas les observations de terrain, et d'autre part, elle n'a pas été calée systématiquement sur la biozonation à ammonites, seul groupe paléontologique reconnu internationalement pour la subdivision du Crétacé inférieur.

C'est pour cette raison que depuis plus de vingt ans, nous avons recherché et étudié dans le SE de la France et dans le Jura franco-suisse des coupes de terrain qui comprenaient à la fois des niveaux à orbitolinidés associés, encadrés, ou surmontés par des faciès à ammonites (Clavel et al. 1986, 1987, 2007, 2010a, 2010c, 2010d; Charollais et al. 2003, 2009). Ces derniers renferment souvent aussi des échinides significatifs sur le plan stratigraphique, tels que *Toxaster retusus* et *T. seymensis* (Clavel [in Debrand-Passard S. et al. 1984, tabl. 6.9., p. 296]). Les niveaux à orbitolinidés recèlent assez souvent des dasycladales dont certaines espèces ont une valeur biostratigraphique reconnue (Conrad 1970,

Conrad & Masse, 1989, Masse 1993, Granier et al. 2000, Conrad et al. 2004), comme *Salpingoporella genevensis*, *Piriferella paucicalcareae* et *Pratur-lonella?* (*Falsolikanella?*) *daniilovae*. Nous avons ainsi repéré et échantillonné vingt-trois coupes qui répondent à ces critères (Fig. 1).

Elles sont situées dans le Jura franco-suisse, les chaînes subalpines septentrionales, le Vivarais et la Provence. Une première publication portant sur la répartition biostratigraphique des orbitolinidés à l'Hauterivien supérieur et dans le Barrémien basal vient de paraître (Clavel et al. 2010a); elle sera suivie par deux autres études portant respectivement sur l'intervalle «partie supérieure du Barrémien inférieur – partie inférieure du Barrémien supérieur» et «partie supérieure du Barrémien supérieur – Aptien inférieur». L'objectif du présent travail est donc de mettre l'accent sur la méthode utilisée et de présenter les résultats généraux qui en découlent.

### 2. Méthodologie

Dans cette note, nous ne décrivons à titre d'exemple que deux coupes (Fig. 2) renfermant à la fois des ammonites et des orbitolinidés. Il s'agit des coupes de Pont de Laval dans le Vivarais (Clavel et al. 2010c) et du Pas de l'Essaure dans le Vercors (Clavel et al.

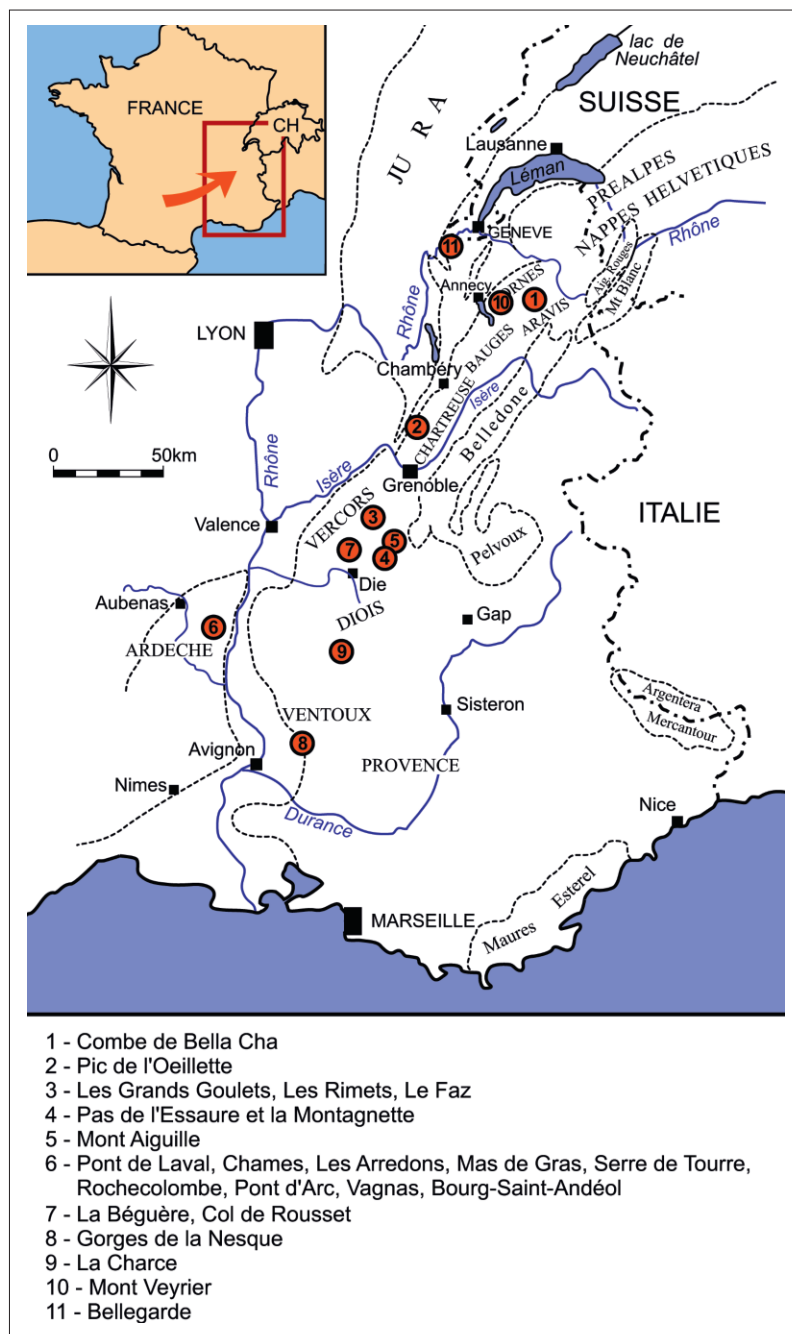


Fig. 1: Plan de situation des vingt-trois coupes étudiées dans le SE de la France et dans le Jura franco-suisse

significatif. Dans ce but les prélèvements de chaque niveau sélectionnés sur le terrain atteignent dix à trente kilogrammes. Débité en tranches et finement poli, chaque échantillon a été examiné à la loupe afin d'en répertorier les orbitolinidés et de repérer les sections les mieux orientées en vue d'une identification spécifique précise. Pour les sections les plus caractéristiques, des lames minces ont été confectionnées et photographiées. Les résultats présentés ici reposent donc sur l'observation de formes dégagées, de milliers de sections polies et de lames minces, ce qui nous paraît constituer un échantillonnage statistiquement significatif. La méthode utilisée permet de découvrir des espèces rares ou des «blooms» qui auraient échappé à un échantillonnage trop espacé ou insuffisant. De plus, cette façon de procéder nous a conduit à modifier fortement l'extension stratigraphique de la plupart des espèces d'orbitolinidés. Les lames minces et les sections polies sont déposées au Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève et les macrofossiles (avec leur indice FSL: Faculté des Sciences de Lyon) au Département de Géologie de l'Université Claude-Bernard (Lyon-1).

2010d), dont les résultats paléontologiques ont été partiellement présentés et largement illustrés (Clavel et al. 2010a). Bien que ne concernant que l'Hauterivien supérieur et le Barrémien inférieur, elles nous permettront d'illustrer la méthode sur laquelle est basée la nouvelle répartition biostratigraphique des orbitolinidés pour l'intervalle Hauterivien supérieur - Aptien inférieur. Jusqu'ici non publiée formellement, elle a été présentée lors d'une conférence et par le biais d'un poster au Congrès international STRATI-2010 à Paris (Clavel et al. 2010b).

Pour obtenir des résultats fiables concernant la répartition biostratigraphique des orbitolinidés, nous avons procédé à un échantillonnage statistiquement

Comme nous l'avons écrit dans notre publication sur la répartition des orbitolinidés de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien basal (Clavel et al. 2010a), le découpage séquentiel des coupes de référence dans le SE de la France, a été déterminé en 1985 en présence et sous l'égide de Peter Vail: coupes de Vergons pour l'Hauterivien, d'Angles pour le Barrémien et de la Bédoule pour l'Aptien inférieur. Les observations effectuées dans les alternances à faunes pélagiques du bassin vocontien, où les discontinuités significatives sont difficilement identifiables, ont été contrôlées par la suite le long de transects «bassin - talus - plate-forme». En se référant à la biozonation à ammonites actuelle (Reboullet et al. 2009) et selon Clavel et al. (1995) et Charollais et al. (2008),



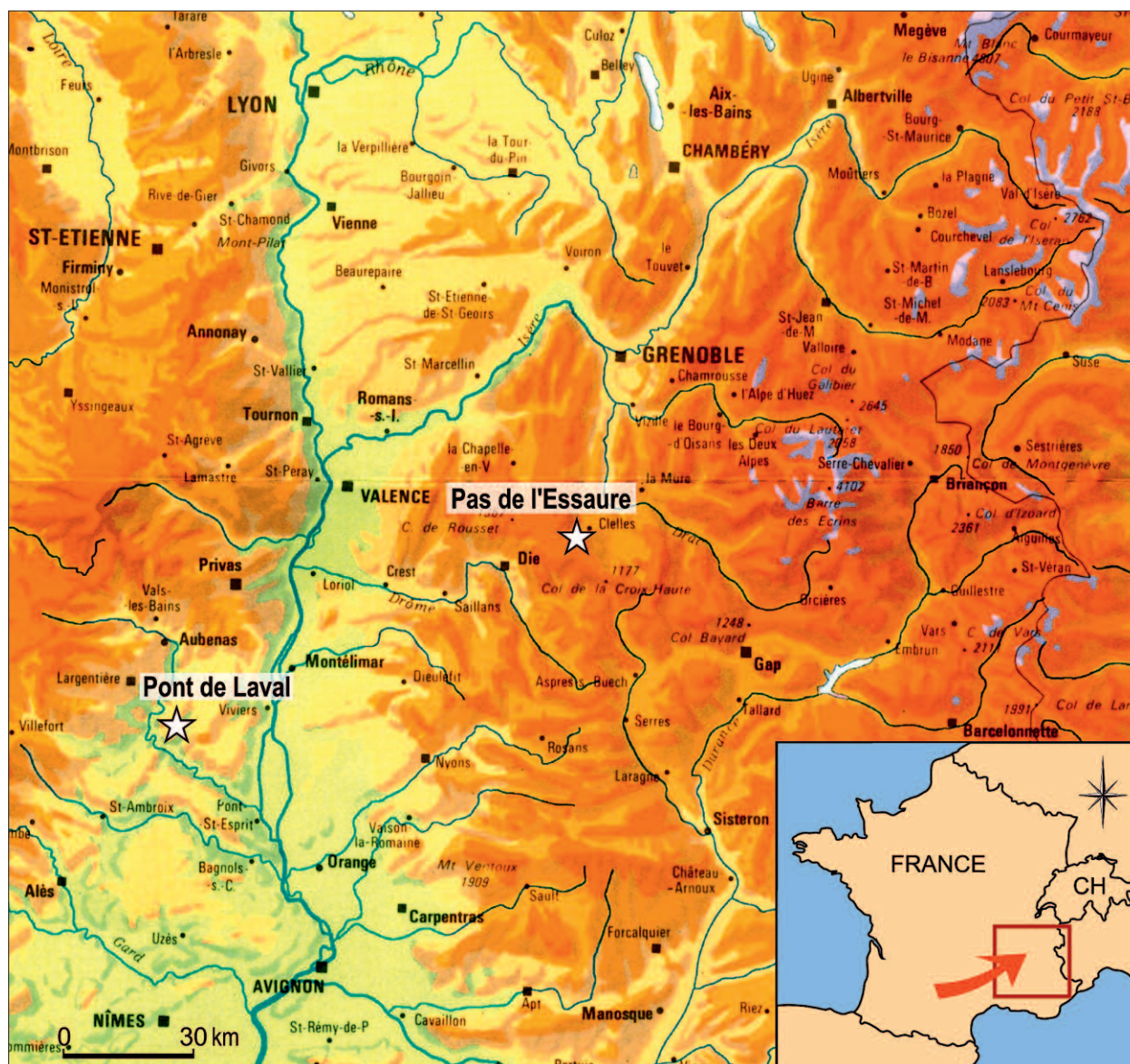


Fig. 2.: Situation des coupes de Pont de Laval (Vivarais) et du Pas de l'Essaure (Vercors)

- l'Hauterivien supérieur (Zone à Sayni - Zone à Ohmi) s'étend sur 5 séquences de 3<sup>e</sup> ordre (Ha3, Ha4, Ha5, Ha6, Ha7),
- le Barrémien inférieur (Zone à Hugii - Zone à Moutonianum) sur 4 séquences de 3<sup>e</sup> ordre (Ba7, Ba1, Ba2, Ba3),
- le Barrémien supérieur (Zone à Vandenheckii - Zone à Giraudi) sur 3 séquences de 3<sup>e</sup> ordre (Ba3, Ba4, Ba5),
- l'Aptien inférieur (Zone à Oglaniensis - Zone à Furcata) sur 5 séquences de 3<sup>e</sup> ordre (Ba5, Bd1, Bd2, Bd3, Bd4).

combe du Ruisseau de Laval (coord. Lambert [zone III]: 770,70 / 3325,80), affluent du Ruisseau de Pissevieille, puis du Ruisseau du Tiourre, lequel se jette dans l'Ardèche; elle se termine dans la région des Mouniers (coord. Lambert [zone III]: 769,90 / 3325,80). L'ensemble de la coupe (Fig. 4) couvre l'intervalle Hauterivien supérieur - Barrémien supérieur (Clavel et al. 2007, 2010a).

## II. Coupe de Pont de Laval

### 1. Situation

La coupe décrite dans la littérature sous le nom de «Pont de Laval», est située sur le territoire de la commune de St. Remèze (Fig. 3). Elle débute dans la

### 2. Historique

Le contexte géologique, notamment stratigraphique, de la coupe de Pont de Laval a été bien défini lors des levés cartographiques de Lafarge (1978) et de Pascal et al. (1989). L'étude des ammonites, des orbitolinidés et des dasycladales de cette coupe a déjà fait l'objet de nombreux travaux: Lafarge (1978),

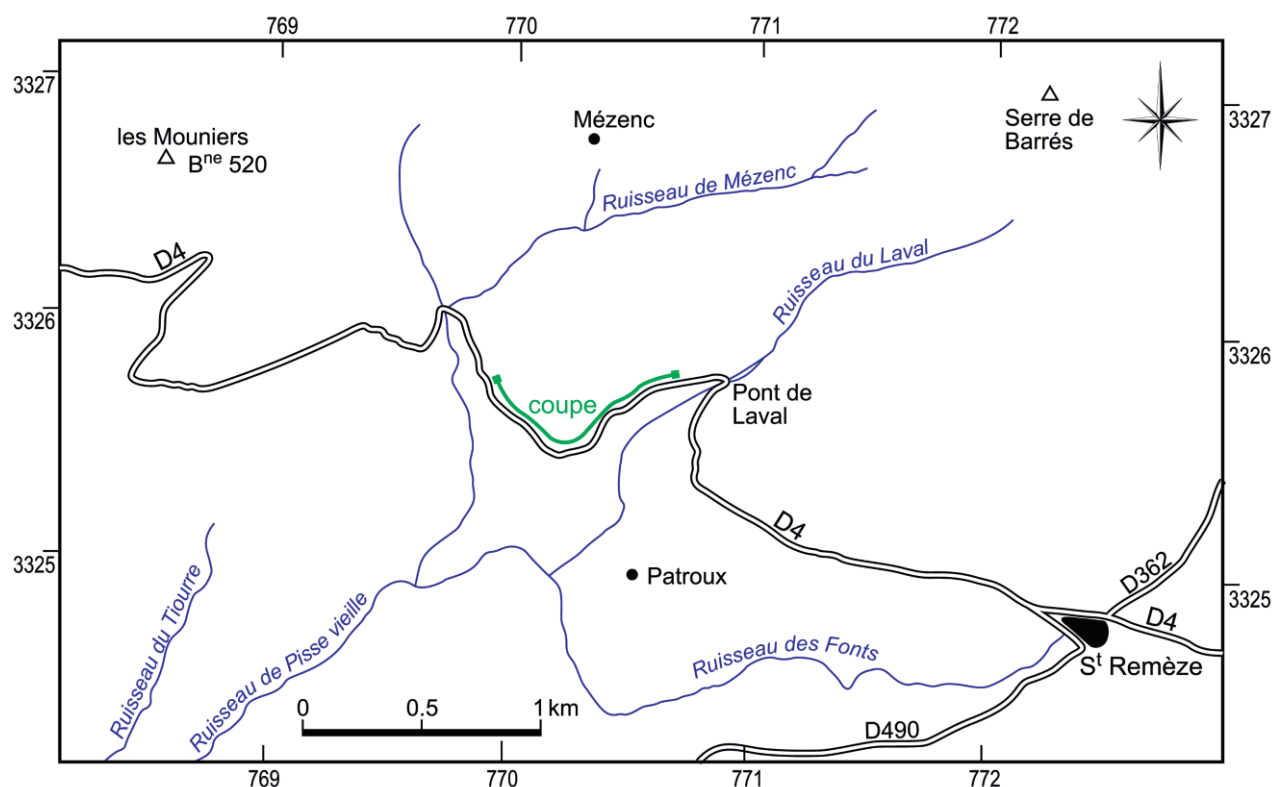


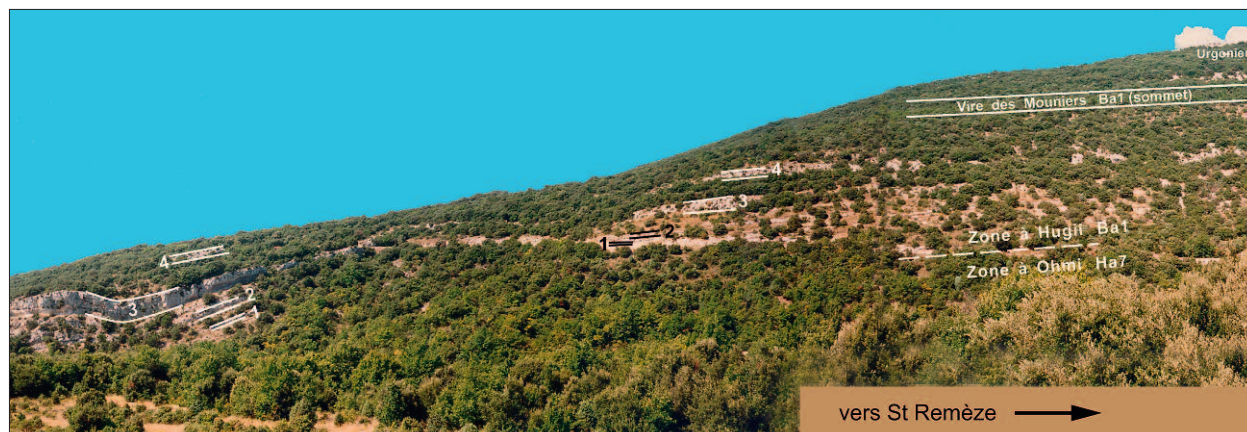
Fig. 3: Plan topographique de la région de la coupe de Pont de Laval, d'après la carte IGN à 1/25'000 (2939 OT: Gorges de l'Ardèche, Bourg-St.-Andéol, Pont-d'Arc).

Schroeder et al. (1989), Charollais et al. (1998), Conrad et al. (2004), Clavel et al. (2007, 2010a). S'ajoutent encore les publications de Dupont (1980) sur les foraminifères et ceux de Donze & Lafarge (1979) et de Carboni (1984), sur les ostracodes. Enfin à plusieurs reprises, des recherches sur le terrain par deux d'entre nous (R. B., B. C.) ont permis de compléter l'inventaire des ammonites et des orbitolinidés, en partie publié et figuré par Clavel et al. (2007, 2010a).

### 3. Illustrations

Pour les illustrations d'ammonites, nous renvoyons le lecteur aux travaux de Schroeder et al. (1989 [pl. I, figs 8-12]; Clavel et al. 2007 [pl. 2, figs A-H]; Clavel et al. 2010a [pl. 11]). Bien que les orbitolinidés de cette coupe aient déjà fait l'objet de plusieurs planches de photographies (Schroeder et al. 1989 [pl. I, figs 1-7]; Clavel et al. 2007 [pl. 3, fig. K; pl. 4, figs B, E, M, Q; pl. 5, fig. E]); Clavel et al. 2010a [pl. 11]), nous présentons

Fig. 4: Vue générale de la coupe de Pont de Laval.





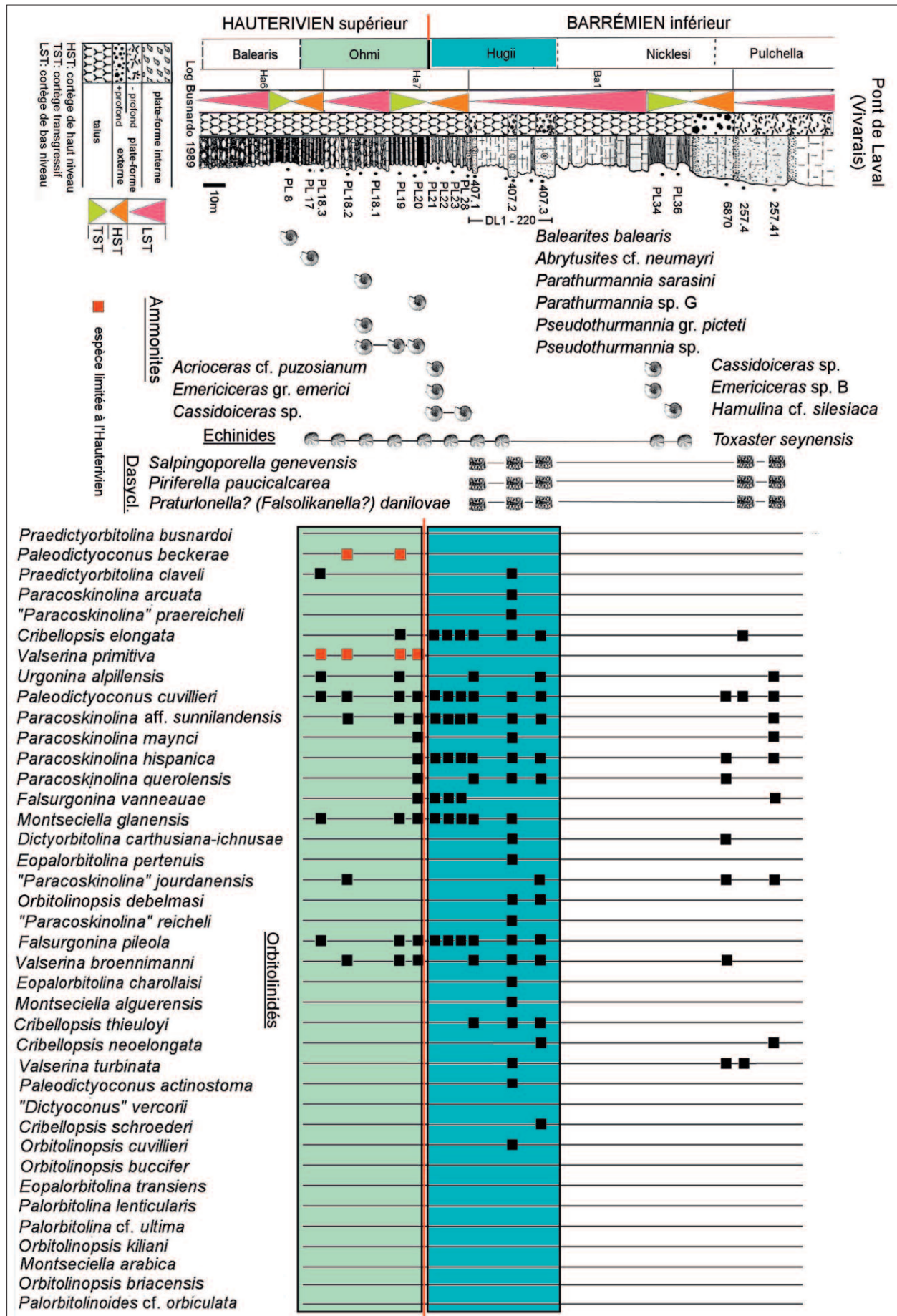


Fig. 5: Log de la coupe de Pont de Laval. De gauche à droite: étages, zones d'ammonites, découpage séquentiel, faciès représentatifs des paléoenvironnements, log lithologique, numéros d'échantillons, de lames minces et/ou de surfaces polies (DL 1-220: collection D. Lafarge [1978]); répartition des ammonites, des échinides et des dasycladales; distribution des orbitolinidés.

ici (Pl. 1) encore de nouvelles sections d'espèces qui nous paraissent importantes. Elles sont accompagnées par la figuration d'espèces de dasycladales à signification biostratigraphique reconnue.

#### 4. Description lithologique et paléontologique

La description lithologique et paléontologique de la coupe de Pont de Laval (Fig. 5) ne portera que sur sa partie inférieure (non basale), car c'est seulement dans cette portion que se trouvent associés les orbitolinidés et les ammonites. La partie basale de cette coupe relevée par Busnardo (1980, inédite), composée d'une centaine de mètres d'alternances de niveaux marneux et de bancs décimétriques calcaires, en partie recouverte par des éboulis et la végétation, est dépourvue d'orbitolinidés et n'a fourni que des fragments d'ammonites. A son sommet, *Balearites balearis* Nolan (FSL 88512) et *Balearites* sp. (FSL 88513) reconnaissables à leur fine costulation isomorphe, dans les tours internes indiquent la zone à Balearis de l'Hauterivien supérieur. On décrira successivement les trois ensembles de couches correspondant aux zones à Ohmi *pro parte*, à Hugii et à Nicklesi-Pulchella *pro parte*.

##### 4.1. Alternances de bancs décimétriques calcaires et de niveaux marneux plus épais. Zone à Ohmi *pro parte*: Hauterivien sommital (bas niveau et cortège transgressif de la séquence Ha7). 60 m.

C'est dans cette série d'alternances, d'aspect rappelant les séries à faciès pélagique fossilifères du domaine vocontien, que l'on trouve accompagnant des orbitolinidés, le plus grand nombre d'ammonites. Ce sont en quasi-totalité des *Pseudothurmannia* l. s., ammonites ici largement prépondérantes au sommet de l'Hauterivien, comme c'est le cas partout dans les domaines à faciès pélagique (ultrahelvétique [Veveyse de Châtel-St.-Denis, Préalpes suisses], vocontien [Angles]) et hémipélagique de l'Ardèche et du Vercors. Toutes les espèces citées dans la littérature caractérisent la zone à Ohmi (= *Angulicostata auct.*) du sommet de l'Hauterivien (Busnardo et al. 2003). Ces formes disparaissent brutalement à la limite Hauterivien – Barrémien. Les espèces collectées sont les suivantes:

##### ■ *Abrytusites* cf. *neumayri* (Haug): FSL 88517.

C'est un fragment de tour, large ombilic, avec ses constriction très espacées (voir Haug 1889, Busnardo et al. 2003).

##### ■ *Parathurmannia sarasini* (Sarkar): FSL 88515.

Dans le tour interne, on distingue bien les côtes principales un peu plus fortes, issues d'un faible tubercule périombilical, ce qui est un caractère spécifique.

##### ■ *Parathurmannia* sp. G: FSL 88509.

Par ses côtes fasciculées, cette forme rappelle *P. sp. G* récoltée dans le dernier banc de l'Hauterivien de la Veveyse de Châtel-St.-Denis (Busnardo et al. 2003; pl. XXI, fig. 6).

##### ■ *Pseudothurmannia* gr. *picteti* (Sarkar): FSL 88510.

Ce fragment d'ammonite déformée est rapporté sans certitude au groupe *P. picteti*.

##### ■ *Pseudothurmannia* sp.

Plusieurs fragments d'ammonites, récoltés soit par Lafarge (1978), soit par deux d'entre nous (R. B., B. C.) sont à rapporter à ce genre.

##### ■ *Acrioceras* sp.: FSL 88511.

Fragment de spire et base de hampe à côtes principales trituberculées. Forme habituelle au passage Hauterivien – Barrémien; elle est à rapprocher du groupe *A. tabarelli* (Astier).

En plus des ammonites, ces alternances ont livré l'échinide *Toxaster seynensis*.

Dans les couches datées de la zone à Ohmi (Fig. 5), quinze espèces d'orbitolinidés ont été reconnues (Clavel et al. 2010a): *Cribellopsis elongata*, *Falsurgonina pileola*, *F. vanneauae*, *Montseciella glanensis*, *Paleodictyoconus beckeri* (Pl. 1, PL 18.2-1a), *P. cuvillieri*, *Paracoskinolina hispanica*, «*P.*» *jourdanensis*, *P. maynci*, *P. querolensis*, *P. aff. sunnilandensis*, *Praedictyorbitolina claveli*, *Urgonina alpillensis*, *Valserina broennimanni*, *V. primitiva* (Pl. 1, PL19.2-2a).

##### 4.2. Alternances de bancs calcaires et de niveaux marneux d'épaisseur métrique. Zone à Hugii: Barrémien inférieur: 60 m environ.

*Partie inférieure (25 m): haut niveau de la séquence Ha7*

C'est le faciès hémipélagique du Barrémien basal, caractérisé par une intense bioturbation due aux *Nemausina* sp. Le microfaciès montre une charge importante en fins bioclastes, parmi lesquels figurent des orbitolinidés. L'association des ammonites récoltées comprend:

##### ■ *Acrioceras* cf. *puzosianum* d'Orbigny: FSL 88507.

Hampe presque entière avec les côtes principales trituberculées et fortement espacées, caractéristiques de l'espèce; crosse à demi-brisée. C'est une forme de passage Hauterivien – Barrémien.

■ *Emericiceras* gr. *emeric* (Léveillé): FSL 88506.

Fragment de spire (étirée) ou début de hampe à côtes principales trituberculées et 3 ou 4 côtes intermédiaires simples. Ce type d'ornementation peut se rencontrer chez les *E. emeric*, mais aussi chez les *Honnoratia*, lesquels coexistent avec ces derniers à la base du Barrémien.

■ *Raspailceras* sp.: FSL 88508.

Fragment de tour d'une ammonite de grande taille (D: environ 250 mm; H: 95 mm; E: 52 mm) et à large ombilic; forme lisse.

■ *Cassidoiceras* sp.: FSL 88499 et 88500.

Ces deux dernières formes sont des Desmoceratidés à large ombilic, aux flancs ornés de sept à huit fortes constriction par tour. Ils sont couramment rencontrés dans le Barrémien inférieur. L'ensemble de cette faune permet d'attribuer avec certitude un âge Barrémien basal à ces couches.

Dans cette partie inférieure, qui a livré des exemplaires de *Toxaster seynensis*, sept espèces d'orbitolinidés ont été repérées: *Cribelloopsis elongata*, *Falsurgonina pileola*, *F. vanneauae*, *Montseciella glanensis*, *Paleodictyoconus cuvillieri*, *Paracoskinolina hispanica*, *P. cf. sunnilandensis*.

*Partie supérieure (35 m): début du bas niveau de la séquence Ba1*

Dans cet ensemble toujours à faciès hémipélagique, s'intercalent quatre niveaux bioclastiques (notés 1, 2, 3, 4 sur la Fig. 5) riches en orbitolinidés et dasycladales, créant quatre ressauts bien apparents dans la morphologie (Fig. 4). Leur épaisseur est de plus en plus importante en montant dans la série et leur puissance varie aussi latéralement ce qui est caractéristique des chenaux. Les faciès hémipélagiques n'ont pas livré d'ammonites, mais quelques exemplaires de *Toxaster seynensis*. Les niveaux bioclastiques riches en formes benthiques correspondent à des apports allochtones dont l'alimentation provient du front de la plate-forme urgonienne progradante.

Dans les niveaux bioclastiques (Fig. 5), vingt-six espèces d'orbitolinidés ont été reconnues: *Cribelloopsis elongata*, *C. neoelongata* (Pl. 1, DL101a), *C. schroederi*, *C. thieuloyi*, *Dictyorbitolina carthusiana-ichnusae*, *Eopalorbitolina charollaisi*, *E. pertenuis*, *Falsurgonina pileola* (Pl. 1, DL213a, DL 85b), *Montseciella alquerensis*, *M. glanensis* (Pl. 1, 407.2-9a), *Orbitolinopsis cuvillieri*, *O. debelmasi*, *Paracoskinolina arcuata*, *P. hispanica*, «P.» *jourdanensis*, *P. maynci*, *P. querosensis* (Pl. 1, 407.1a), «P.» *praereicheli*, «P.» *reicheli*, *P. aff. sunnilandensis*, *Paleodictyoconus actinostoma*, *P. cuvillieri*, *Praedictyorbitolina claveli*, *Urgonina alpillensis*, *Valserina broennimanni* (Pl. 1, DL61a, DL62a, DL63a, DL 67a, DL122a, DL195a, 407.2-16a), *V. turbinata* (Pl. 1, DL69a).

En outre, ces niveaux bioclastiques ont fourni trois espèces de dasycladales significatives sur le plan biostratigraphique (Conrad 1970, Conrad & Masse, 1989, Masse 1993, Granier et al. 2000, Conrad et al. 2004): *Salpingoporella genevensis* (Pl. 3, 407.2a12, 407.2c3), *Piriferella paucicalcareae* (Pl. 2, DL94d1, DL103d1, DL137d1, DL67d2), *Praturlonella?* (*Falsolikanella?*) *danilovae* (DL67d1, DL67d2, DL103d3).

**4.3. La coupe de Pont de Laval se poursuit dans la zone à Nicklesi**, où deux niveaux marneux correspondant au cortège transgressif de la séquence Ba1, ont fourni en plus de *Toxaster seynensis*, les ammonites suivantes, en partie reportées sur la fig. 5:

■ *Barremites* cf. *difficilis* (d'Orbigny): FSL 88503.

Fragment mal conservé et incomplet.

■ *Barremites* sp.: FSL 88497.■ *Cassidoiceras* sp.: FSL 88505.

Assez bien conservé, cet exemplaire (D: 130 mm, O: 30 mm, H: 56 mm, E: 35mm) a été figuré par Schroeder et al. (1989; pl. I, fig. 12).

■ *Cassidoiceras* sp.: FSL 88504.

Le tiers de tour correspond à une ammonite de diamètre d'environ 100 mm; il montre les constriction sigmoïdes et le large ombilic caractéristiques du genre.

■ *Cassidoiceras* sp.: FSL 88494, 88493.■ *Leptoceratoides* gr. *beyrichi* Karsten (in Uhlig 1883): FSL 88501, 88502.

Petites ammonites (D: 30 mm) à spire ouverte, fine costulation droite, non interrompue sur la zone siphonale. Ce sont des formes peu fréquentes dans le Barrémien inférieur.

■ *Lytoceras* sp.: FSL 88495.■ *Phylloceras tethys* (d'Orbigny): FSL 88496.■ *Emericiceras* sp.: FSL 88492, FSL 88483 à 88487.■ *Emericiceras* sp. B: FSL 88488, FSL 89566.■ *Emericiceras* sp.: FSL 88489 à 88491.■ *Hamulina* cf. *silesiaca* Uhlig (FSL 88498).

Tous les *Emericiceras* ne sont représentés que par des fragments usés; ils correspondent à plusieurs espèces, peu connues, de grande taille, trouvés dans d'autres régions (Montagne de Lure, Gard, etc.) au sommet de la zone à Hugii ou à la base de la Zone à Nicklesi du Barrémien inférieur et toujours en milieu hémipélagique.

**4.4. Dans la zone à Pulchella pro parte**, quelques dizaines de mètres plus haut, des niveaux bioclastiques (bas-niveau de la séquence Ba2) ont fourni (Fig. 5), en plus des dasycladales (*Salpingoporella genevensis*, *Piriferella paucicalcareae*, *Praturlonella?* (*Falsolikanella?*) *danilovae*), treize espèces d'orbitolinidés: *Cribelloopsis elongata*, *C. neoelongata*, *Falsurgonina vanneauae*, *Dictyorbitolina carthusiana-ichnusae*, *Paleodictyoconus cuvillieri*, *Paracoskinolina hispanica*, «P.» *jourda-*



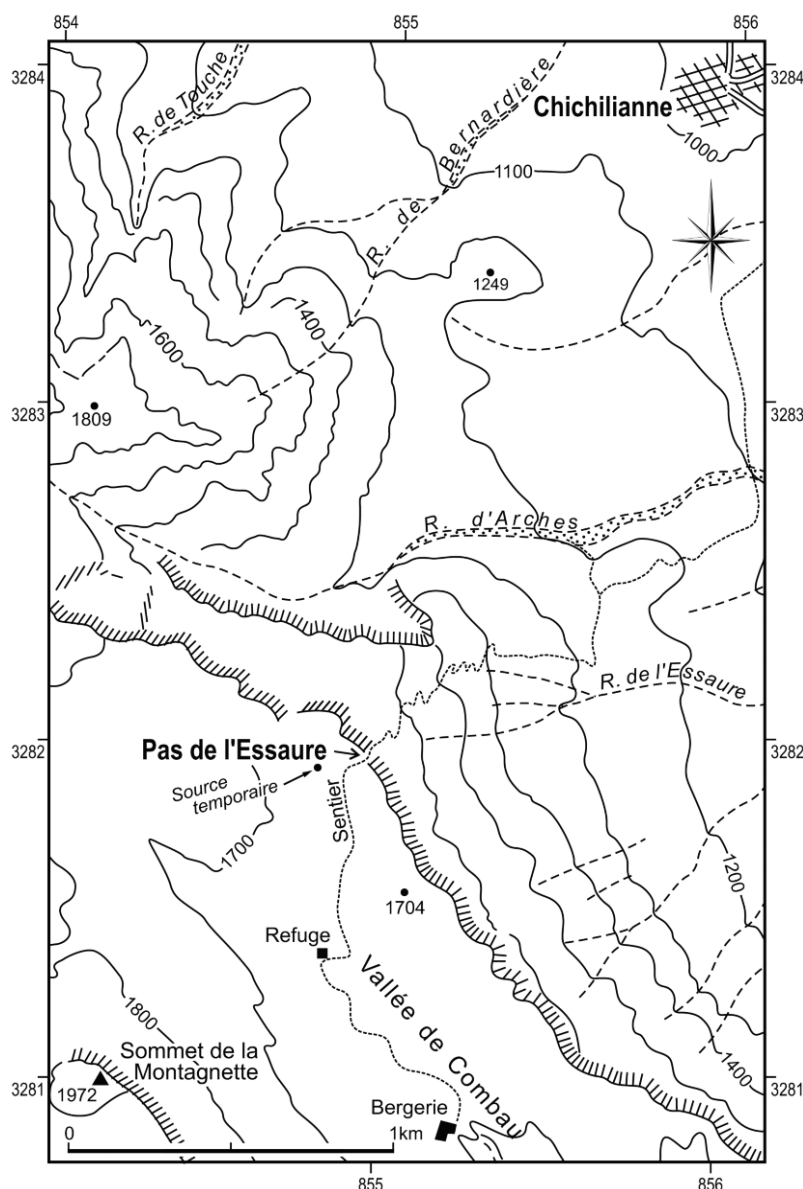


Fig. 6.: Plan topographique de la région du Pas de l'Essaure, d'après la carte IGN à 1/25'000 (3237OT: Glandasse - Col de la Croix-Haute).

*nensis*, *P. maynci*, *P. querolensis*, *P. aff. sunnilandensis*, *Urgonina alpillensis*, *Valserina broennimanni*, *V. turbinata*.

### 5. Principaux résultats

Dans la coupe de Pont de Laval, les zones à Ohmi (Hauterivien sommital) et à Hugii (Barrémien basal) identifiées par ammonites, ont livré vingt-neuf espèces d'orbitolinidés (Fig. 5). C'est la première fois que des associations aussi riches en nombre et en espèces sont décrites dans la littérature au passage Hauterivien / Barrémien. De plus il est démontré que dans cette coupe, comme dans plusieurs autres du SE de la France (Clavel et al.

2010a), deux espèces d'orbitolinidés, *Paleodictyoconus beckeræ* et *Valserina primitiva*, sont limitées à l'Hauterivien supérieur.

## III. Coupe du Pas de l'Essaure

### 1. Situation

La coupe complète de la région du Pas de l'Essaure (Fig. 6) a été relevée en détail par deux d'entre nous (R.B. et B.C.) en 1988 lors d'une étude régionale inédite de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur du Plateau de Glandasse. L'épaisseur de la série correspondant à la zone à Ohmi (= *Angulicostata auct.*) est de l'ordre de 300 m; elle mesure 43 m dans la coupe de la Veveyse de Châtel-St.-Denis (Busnardo et al. 2003) et 20 m dans la coupe vocontienne de Vergons.

Dans le cadre de cette publication, il ne sera question que de la portion de coupe (coord. Lambert [zone III]: 854,90 / 3281,95) qui renferme des ammonites et des orbitolinidés; elle correspond à la zone à Hugii. Cette portion de coupe est présentée sur le log composite de la figure 7, qui intègre la lithologie de deux affleurements très proches l'un de l'autre: le premier au sommet du Pas de l'Essaure proprement dit et le deuxième à proximité d'une source temporaire mentionnée sur la feuille IGN 3237OT à 1/25'000 (Glandasse, Col de la Croix-Haute).

tionnée sur la feuille IGN 3237OT à 1/25'000 (Glandasse, Col de la Croix-Haute).

### 2. Historique

La portion de coupe présentée ici a déjà été décrite par Arnaud-Vanneau et al. (1976) et Arnaud (1981) qui citent, à sa base, une alternance de marnes épaisses et de bancs calcaires isolés dénommée «marnes du Pas de l'Essaure» puis plusieurs niveaux riches en ammonites (Fa, L16, F2) encadrant la limite Hauterivien-Barrémien. L'analyse récente de cette portion de coupe par Clavel et al. (2010a) diffère cependant de celle qui a été proposée par ces auteurs.

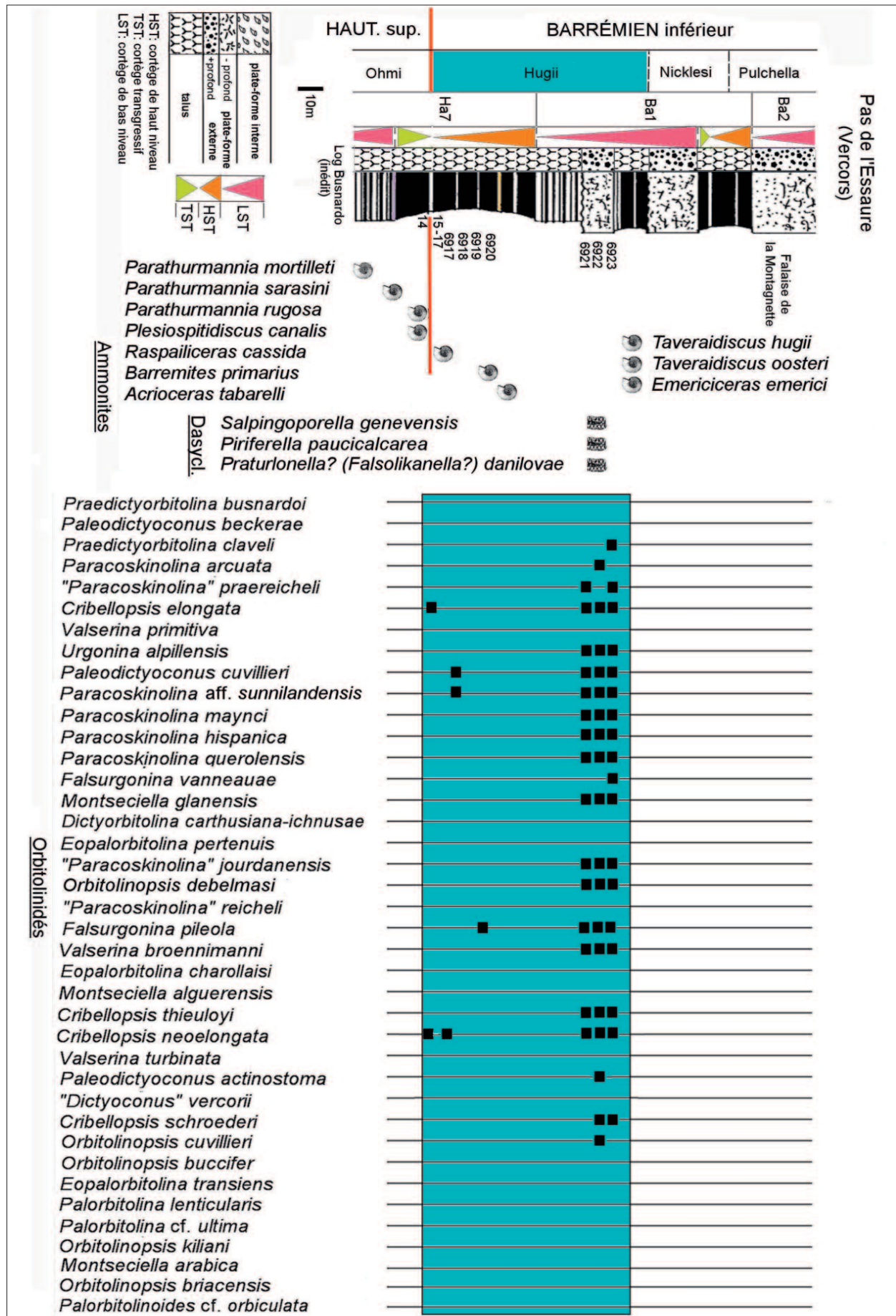




Fig. 7: Log composite des coupes du sommet du Pas de l'Essaure et de la source temporaire.

De gauche à droite: étages, zones d'ammonites, découpage séquentiel, faciès représentatifs des paléoenvironnements, log lithologique, numéros de niveaux, d'échantillons, de lames minces et/ou de surfaces polies; répartition des ammonites et des dasycladales; distribution des orbitolinidés.

### 3. Illustrations

Pour l'illustration des ammonites de la coupe du Pas de l'Essaure, nous renvoyons le lecteur aux travaux de Clavel et al. (2010a, pl. 22) où figurent différentes sections des vingt-deux espèces d'orbitolinidés observées (voir pls 23 à 25). Nous présentons ici encore de nouvelles sections d'espèces d'orbitolinidés non publiées, afin de démontrer leur grande fréquence. De plus des sections de trois espèces de dasycladales à valeur biostratigraphique reconnue, signalées par Clavel et al. (2010a, p. 15) mais non photographiées, sont ici illustrées (Pl. 3).

### 4. Description lithologique et paléontologique

#### 4.1. Sommet de la coupe du Pas de l'Essaure proprement dite

Au-dessus des faciès hémipélagiques de la zone à Ohmi à *Parathurmannia mortilleti*, *P. rugosa*, *P. sarasini*, *Plesiospitidiscus canalis* (Fig. 7), nous avons rééchantillonné le niveau F2 (niveaux 15 à 17 de notre coupe). Il est riche en ammonites en place écrasées, brisées ou disloquées parmi lesquelles nous avons néanmoins reconnu:

- *Raspailceras cassida* (Raspail): FSL 88637, 88638, 88639, 88640, 88653, 88641 à 88650. Genre et espèce ont été redéfinis par Busnardo et al. (2003; p. 55; pl. XXII, fig. 11; pl. XXIII, fig. 1) et Busnardo (2006). Il est intéressant de noter l'apparition soudaine et multiple de *R. cassida* dans le banc 15. Comme déjà dit (Busnardo et al. 2003, p. 114), cette espèce marque le début de l'étage Barrémien, tous les *Pseudothurmannia*, *Parathurmannia* et *Sornayites* ayant disparu auparavant. Rappelons que, selon nous, **la disparition brutale de ces 3 genres d'ammonites typiquement hauteriviennes, reflète un phénomène important qui devrait être utilisé en tant que marqueur de la fin de l'Hauterivien.**
- *Raspailceras* sp.: FSL 88654.
- *Barremites* sp.: FSL 88655 à 88657, 88660, 88861, 88666, 88867.
- *Barremites primarius* Busnardo: FSL 88658, 88659.
- *Spitidiscus* sp.: FSL 88662, 88663.
- *Hamulina* sp.: FSL 88665, 88668.

- *Emericiceras* cf. *emerici* (Léveillé): FSL 88670.
- *Phylloceras ponticuli* Rousseau: FSL 88669.
- *Acrioceras* sp.: FSL 88664, 88671.
- *Acrioceras tabarelli* (Astier): FSL 88672, 88652.

Cette riche association d'âge barrémien basal mentionnée en partie sur la figure 7 est identique à celle qui a été décrite par J.-P. Thieuloy (*in* Arnaud-Vanneau et al. 1976). En revanche Arnaud (1981) y cite également deux exemplaires de *Pseudothurmannia angulicostata*, dont nous sommes conduits à envisager qu'ils n'étaient pas en place, étant d'âge hauterivien et non barrémien.

Quelques mètres plus haut, dans les marnes hémipélagiques (cortège de haut niveau de la séquence Ha7; partie inférieure de la zone à Hugii: Barrémien basal), nous avons découvert des exemplaires dégagés de cinq espèces d'orbitolinidés non signalées par nos prédécesseurs: *Cribellopsis elongata*, *C. neoelongata*, *Falsurgonina pileola*, *Paleodictyoconus cuvillieri* et *Paracoskinolina* cf. *summilandensis*.

#### 4.2. Affleurement de la source temporaire

A l'W de la cote 1714 m, au bas d'une petite butte d'où surgit une source temporaire, un ensemble de couches affleure à une vingtaine de mètres au-dessus du sommet de la coupe du Pas de l'Essaure proprement dite. Son épaisseur reste difficile à évaluer en raison de la présence de petites cassures décelées d'après les variations de pendage de ce secteur. Les ammonites, dont les espèces les plus significatives sont reportées sur la figure 7, sont nombreuses, mais friables, ce qui explique que sur vingt-six exemplaires dénombrés, seuls dix exemplaires ont été identifiés et déposés en collection.

- *Phyllopachyceras infundibulum* (d'Orbigny): FSL 89778. Exemplaire déformé, assez petit (diamètre = 46 mm), ombilic pontiforme, côtes principales et côtes secondaires en parfaite alternance.
- *Barremites* sp.: FSL 89779. Fragment.
- *Taveraidiscus hugii* (Ooster): FSL 89781. Un tiers de tour d'une ammonite déformée, cependant l'ornementation reste nette. Forts sillons bordés de bourrelets; une quinzaine de costules intermédiaires, fréquemment bifurquées. Une douzaine de formes (FSL 89782, FSL 89783) plus ou moins proches de *T. hugii* (*T. oosteri*, *T. seunesi*) et représentant selon nous un seul groupe spécifique mais polymorphe (voir Busnardo et al., 2003; p. 83 et pl. XXII).
- *Emericiceras emerici* (Léveillé): FSL 89780. Demi-spire d'une ammonite de diamètre égal à 55 mm. Costulation vigoureuse avec côtes principales trituberculées et 3 ou 4 côtes secondaires. Forme probablement déjà déroulée. Cette espèce peu fréquente mais constante se rencontre dans la partie inférieure de la zone à Hugii.
- *Emericiceras* cf. *emerici*: FSL 89784.



■ *Emericiceras* sp.: FSL 89785. Fragment de loge d'une ammonite d'assez grande taille (hauteur: 100 mm) portant de fortes côtes principales issues d'un tubercule basal.

La fréquence de *Taveraidiscus* dans l'affleurement près de la source temporaire permet d'affirmer que ce petit élément de coupe correspond à la zone à Hugii du Barrémien basal. Ainsi se trouve datée avec certitude l'association d'orbitolinidés découverte dans les biocalcarénites proches de la source temporaire; elles correspondent à des coulées bioclastiques liées au bas niveau marin de la séquence Ba1.

Nous y avons identifié vingt-et-une espèces d'orbitolinidés (Fig. 7): *Cribellopsis elongata*, *C. neoelongata* (Pl. 2, 6921-8a, 6922-19a, 6922-22a, 6922-b14, 6923-12c, 6923-23a), *C. schroederi*, *C. thieuloyi*, *Falsurgonina pileola*, *F. vanneauae*, *Montseciella glanensis*, *Orbitolinopsis cuvillieri*, *O. debelmasi*, *Praedictyorbitolina claveli*, *Paracoskinolina arcuata*, «P.» *praereicheli*, «P.» *jourdaniensis* (Pl. 2, 6921-17a, 6921-1b, 6921-7b, 6921-7d, 6922-2c, 6923-24a), *P. maynci*, *P. hispanica* (Pl. 2, 6922-17c), *P. querolensis*, *P. aff. sunnilandensis*, *Paleodictyoconus actinostoma*, *P. cuvillieri*, *Urgonina alpillensis* (Pl. 2, 6922-22a), *Valserina broennimanni*.

Des dasycladales sont associées aux orbitolinidés, parmi lesquelles trois espèces ont une valeur biostratigraphique reconnue (Conrad 1970, Conrad & Masse, 1989, Masse 1993, Granier et al. 2000, Conrad et al. 2004): *Salpingoporella genevensis* (Pl. 3, 6922-5d1, 6923-1d1, 6923-17d1, 6923-23d2), *Piriferella paucicalcareia* (Pl. 3, 6923-17d1), *Praturlonella?* (*Falsolikanella?*) *danilovae* (Pl. 3, 6922-17d1, 6923-23d1, 6923-23-d3).

## 5. Principaux résultats

Dans la coupe du Pas de l'Essaure (Fig. 7), les premiers orbitolinidés apparaissent immédiatement au-dessus des derniers niveaux hauteriviens de la zone à Ohmi, définie par les espèces d'ammonites: *Parathurmannia mortilleti* (FSL 88576), *P. sarsini* (FSL 88597), *P. rugosa* (FSL 88632), *Plesiospitidiscus canalis* (FSL 88635). La base de la zone à Hugii est caractérisée par *Raspailiceras cassida* (FSL 88637), *Barremites primarius* (FSL 88658) et *Acriceras tabarelli* (FSL 88672). Toujours dans la zone à Hugii, mais plus haut, nous avons identifié *Taveraidiscus hugii* (FSL 89781), *T. oosteri*, *Emericiceras emericici* (FSL 89780).

L'association d'orbitolinidés présente dans la zone à Hugii de la coupe du Pas de l'Essaure (Vercors méridional) est identique à celle identifiée dans la zone à

Fig. 8: Répartition stratigraphique des orbitolinidés calibrée sur les zones standard d'ammonites et sur le découpage séquentiel de l'Hauterivien supérieur, du Barrémien et de l'Aptien inférieur, en l'état de nos connaissances actuelles.



Hugii de Pont de Laval (Vivarais). Il en est de même pour les associations de dasycladales.

## IV. Conclusions: répartition des orbitolinidés à l'Hauterivien supérieur, au Barrémien et à l'Aptien inférieur dans le SE de la France et le Jura franco-suisse

Comme nous l'avons écrit en introduction, le type d'étude mené sur les coupes de Pont de Laval et du Pas de l'Essaure a été effectué systématiquement sur vingt-trois coupes datées par ammonites couvrant la période comprise entre l'Hauterivien supérieur et l'Aptien inférieur et situées dans le SE de la France et le Jura franco-suisse. Les résultats obtenus conduisent à une nouvelle répartition des orbitolinidés (Fig. 8), qui diffère notablement de celles qui figurent actuellement dans la littérature (Arnaud et al. 1998, Arnaud-Vanneau et al. 2005, Schroeder et al. 2010). Elle a été présentée pour la première fois lors d'une conférence et par le biais d'un poster lors du Congrès «STRATI-2010» à Paris (30. 08 - 02.09.2010), mais n'avait jusqu'alors jamais été publiée dans son intégralité.

Les principales différences entre la distribution stratigraphique des trente-neuf espèces d'orbitolinidés de l'Hauterivien supérieur, du Barrémien et de l'Aptien inférieur reconnues par la plupart des auteurs, et celle qui résulte de nos travaux sont les suivantes:

- d'après nos recherches, vingt-sept espèces apparaissent à l'Hauterivien supérieur au lieu de huit;
- parmi elles trois espèces sont limitées à l'Hauterivien: *Paleodictyoconus beckeri*, *Valserina primitiva*, *Praedictyorbitolina busnardoii*. Cette dernière n'apparaît pas dans la coupe de Pont de Laval, où l'intervalle stratigraphique correspondant n'est pas représenté. En revanche, elle a été observée dans la zone à Ligatus de plusieurs coupes du Jura franco-suisse et du SE de la France, comme dans le massif de la Chartreuse, au Pic de l'Oeillet (Clavel et al. 2010a, fig. 2.1. et pl. 1);
- trente-quatre espèces sont présentes au Barrémien inférieur et à la base du Barrémien supérieur. Leur développement s'arrête avec le maximum de la régression de la plate-forme ur-





gonienne, qui correspond au bas-niveau marin de la séquence Ba4 (Fig. 8). C'est à ce moment que près de la moitié d'entre elles disparaît.

■ plusieurs espèces considérées jusqu'ici comme caractéristiques du Barrémien supérieur et/ou de l'Aptien inférieur (*Falsurgonina pileola*, *Orbitolinopsis buccifer*, *O. cuvillieri*, *O. kilianii*, *Palorbitolina lenticularis*, *Paracoskinolina arcuata*), apparaissent beaucoup plus tôt que ne l'indique la littérature actuelle (Fig. 8). Cette constatation est fondée sur de nombreuses observations complémentaires faites dans le SE de la France et le Jura franco-suisse qui seront publiées prochainement.

En conclusion, ces résultats biostratigraphiques nouveaux basés sur les orbitolinidés résolvent les problèmes de datation pour l'Hauterivien supérieur et le Barrémien inférieur. En revanche, l'identification du Barrémien supérieur et de l'Aptien inférieur reste délicate parce que basée sur la disparition d'espèces.

## ■ Remerciements

Nous remercions vivement le Prof. Michel Moullade pour avoir bien voulu relire rapidement et attentivement notre manuscrit. Il nous a fait part de nombreuses remarques pertinentes et très judicieuses tant sur le fond que sur la forme. Jean-Pierre MASSE, Directeur de Recherches, a également accepté de réviser notre texte dans des délais extrêmement courts: nous lui témoignons toute notre amicale reconnaissance pour sa précieuse analyse critique.

Nous exprimons notre gratitude à Abel Prieur, Conservateur à la Faculté des Sciences de l'Université Claude-Bernard (Lyon-1) pour sa constante et bienveillante disponibilité. Nos remerciements s'adressent également à Jacques Metzger, géologue-graphiste à la Section des Sciences de la Terre, et à Pierre Desjacques, Assistant-technique au Département de géologie et de paléontologie de l'Université de Genève; leur collaboration efficace et bienveillante est fortement appréciée par les auteurs. Enfin notre reconnaissance va au rédacteur des Archives des Sciences, Dr. Robert Degli Agosti, qui nous a fait profiter de ses compétences avec autant de bienveillance.



## Bibliographie

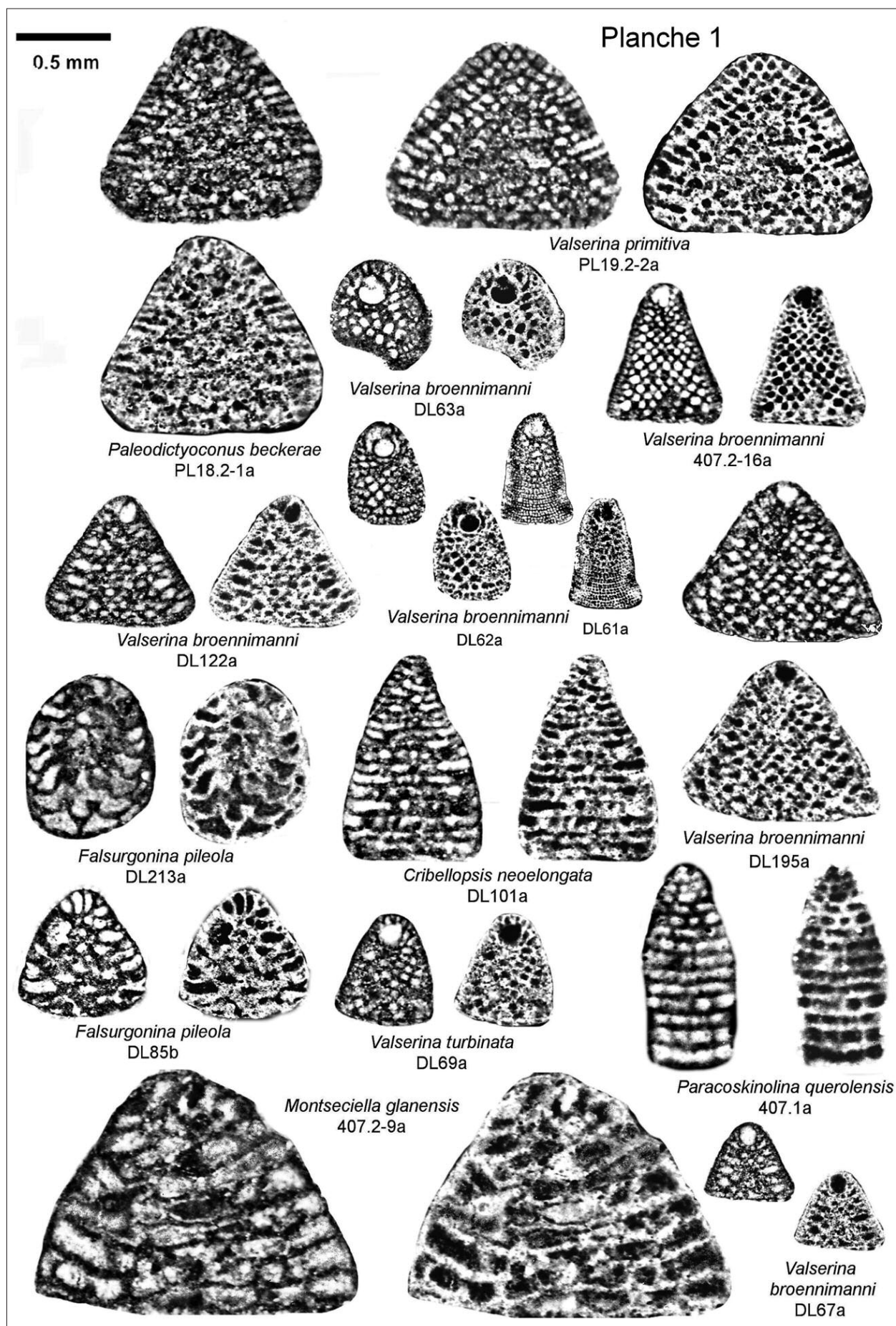
- **ARNAUD H.** 1981. De la plate-forme urgonienne au bassin vocontien: le Barrémo-Bédoulien des Alpes occidentales entre l'Isère et le Büech (Vercors méridional, Diois oriental et Dévoluy). *Géol. Alpine*, Mém. H. s., 12:1-804, Grenoble.
- **ARNAUD H, ARNAUD-VANNEAU A, BLANC-ALÉTRU MC, ADATTE T, ARGOT M, DELANOY G, THIEULOY JP, VERMEULEN J, VIRGONE A, VIRLOUVET B, WERMEILLE S.** 1998. Répartition stratigraphique des orbitolinidés de la plate-forme urgonienne subalpine et jurassienne (SE de la France). *Géol. Alpine*, 74: 3-89, Grenoble.
- **ARNAUD-VANNEAU A, ARNAUD H, CARRIO-SCHAFFHAUSER E, RADDADI MC.** 2005. Urgonian deposits and Barremian – Early Aptian sequence stratigraphy in the Vercors Massif. In Adatte T., Arnaud-Vanneau A., Arnaud H., Blanc-Alétru M.C., Bodin S., Carrio-Schaffhauser E., Föllmi K.B., Godet A., Raddadi M.C., Vermeulen J. 2005. The Hauterivian – Lower Aptian sequence stratigraphy from Jura platform to vocontian basin: a multidisciplinary approach. *Géol. Alpine*, Sér. sp., «Colloques & excursions», 7: 97-126. Grenoble.
- **ARNAUD-VANNEAU A, ARNAUD H, THIEULOY JP.** 1976. Bases nouvelles pour la stratigraphie des calcaires urgoniens du Vercors (Massifs subalpins septentrionaux, France). *Newsletters Stratigraphy* 5, 2/3: 143-159, Berlin-Stuttgart.
- **BUSNARDO R.** 2006. Révision critique de la paléontologie française d'Alcide d'Orbigny, vol. IV, Céphalopodes crétacés, 292 p. In Fischer J.C. & Gauthier H., avec la collaboration de Busnardo R, Combémourel R, Delanoy G, Guérin-Franiatte S, Joly B, Kennedy J, Sornay J, Tintant H.: 662 p., Backhuys publ. Leiden.
- **BUSNARDO R, CHAROLLAIS J, WEIDMANN M, CLAVEL B.** 2003. Le Crétacé inférieur de la Veveyse de Châtel (Ultrasuisse des Préalpes externes; canton de Fribourg, Suisse). *Rev. Paléobiol.*, 22/1: 1-174. Genève.
- **CARBONI G.** 1984. Les ostracodes du bassin vocontien: paléoécologie et biostratigraphie au cours du Barrémien et du Bédoulien. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Lyon I, 136 p.
- **CHAROLLAIS J, CLAVEL B, BUSNARDO R.** 2008. Biostratigraphie et découpage séquentiel des formations du Crétacé inférieur de la plate-forme jurassienne (France, Suisse). *A Terra. O Conflitos e Ordem. Homenagem ao Professor Ferreira Soares*. Mus. Miner. Geol. Univ. Coimbra, 197-207.
- **CHAROLLAIS J, CLAVEL B, BUSNARDO R, CONRAD M, MÜLLER A, DECROUZÉ D.** 2009. Olistolithes et coulées bioclastiques: prémices de l'installation de la plate-forme urgonienne aux confins des Bornes et des Aravis (Haute-Savoie, France). *Arch. Sci. Genève* 62/1: 35-70.
- **CHAROLLAIS J, CLAVEL B, SCHROEDER R, BUSNARDO R, DECROUZÉ D, CHERCHI A.** 2003. La migration de la plate-forme urgonienne entre le Jura plissé et les Chaînes subalpines septentrionales (France, Suisse). *Geobios* 36: 665-674, Lyon.
- **CHAROLLAIS J, CLAVEL B, SCHROEDER R, BUSNARDO R, MASSE JP.** 1998. La plate-forme urgonienne. Un exemple de plate-forme carbonatée: biostratigraphie, stratigraphie séquentielle, sédimentologie, études régionales. Livret-guide et résumé de conférences. Publ. Départ. géol. paléont. Univ. Genève, Sér. Guide géol., 8, 181 p.
- **CLAVEL B.** 1984. Echinides (p. 294) In Debrand-Passard S. et al.: Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Mém. B.R.G.M. 125, 615 pp. Orléans.
- **CLAVEL B, BUSNARDO R, CHAROLLAIS J.** 1986. Chronologie de la mise en place de la plate-forme urgonienne du Jura au Vercors (France). *C. R. Acad. Sci.* 302/II: 583-586, Paris.
- **CLAVEL B, BUSNARDO R, CHAROLLAIS J, CONRAD M, GRANIER B.** 2010a. Répartition biostratigraphique des orbitolinidés dans la biozonation à ammonites (plate-forme urgonienne du Sud-Est de la France). Partie 1: Hauterivien supérieur - Barrémien basal. *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Article 2010/06: 1-53. Brest.
- **CLAVEL B, BUSNARDO R, CHAROLLAIS J, CONRAD MA, GRANIER B.** 2010b. Updated Orbitolinid stratigraphy and its correlation with the standard Ammonite zones in Late Hauterivian-Early Aptian times. *STRATI2010*, 4<sup>e</sup> Congr. Franç. Stratigr. (Paris, 30 août-2 septembre) vol. résumés, p. 64 (en ligne: <http://www.univ-brest.fr/geosciences/conference/ocs/index.php/CFS/STRATI2010/paper/view/232>).
- **CLAVEL B., BUSNARDO R., CHAROLLAIS J., CONRAD M.A., GRANIER B.** 2010c. Calibration of Orbitolinid zones with the Ammonite standard zones. Part II: the Pont de Laval section, Vivarais (France). *STRATI2010*, 4<sup>e</sup> Congr. Franç. Stratigr. (Paris, 30 août-2 septembre), vol. résumés, p. 66 (en ligne: <http://www.univ-brest.fr/geosciences/conference/ocs/index.php/CFS/STRATI2010/paper/view/231>).
- **CLAVEL B, BUSNARDO R, CHAROLLAIS J, CONRAD MA, GRANIER B.** 2010d. Calibration of Orbitolinid zones with the Ammonite standard zones. Part I: the Pas de l'Essaure section, Glandasse Plateau, Vercors (France). *STRATI2010*, 4<sup>e</sup> Congr. Franç. Stratigr. (Paris, 30 août-2 septembre), vol. résumés, p. 65 (en ligne: <http://www.univ-brest.fr/geosciences/conference/ocs/index.php/CFS/STRATI2010/paper/view/230>).
- **CLAVEL B., CHAROLLAIS J., BUSNARDO R.** 1987. Données biostratigraphiques nouvelles sur l'apparition des faciès urgoniens du Jura au Vercors. *Eclog. geol. Helv.* 80: 59-68, Bâle.
- **CLAVEL B, CHAROLLAIS J, CONRAD M, JAN DU CHÊNE R, BUSNARDO R, GARDIN S, ERBA E, SCHROEDER R, CHERCHI A, DECROUZÉ D, GRANIER B, SAUVAGNAT J, WEIDMANN M.** 2007. Dating and progradation of the Urgonian limestone from the Swiss Jura to South-East France. *Z. dt. Ges. Geowiss.*, 158/4: 1025-1062, Stuttgart.
- **CLAVEL B, CHAROLLAIS J, SCHROEDER R, BUSNARDO R.** 1995. Réflexions sur la biostratigraphie du Crétacé inférieur et sur sa complémentarité avec l'analyse séquentielle: exemple de l'Urgonien jurassien et subalpin. *Bull. Soc. géol. France*, 166/6: 663-680. Paris.
- **CONRAD MA.** 1970. Barremian and Lower Aptian Dasycladaceae in the area surrounding Geneva (Switzerland). *Geol. Romana* 9:63-100, Roma.
- **CONRAD MA, MASSE JP.** 1989. Les algues calcaires des formations carbonatées de l'Hauterivien - Barrémien *pro parte* dans le Nord-Ouest vaudois (Suisse). *Mém. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 11: 307-322, Neuchâtel.
- **CONRAD MA, SCHROEDER R, CLAVEL B, CHAROLLAIS J, BUSNARDO R, CHERCHI A, DECROUZÉ D.** 2004. Dating the Lower Cretaceous in the Organyà section (Catalan Pyrenees, NE Spain): a reinterpretation. *Cretaceous Research*, 25: 35-41.

- **DEBRAND-PASSARD S, COURBOULEIX S, LIENHARDT MJ.** 1984. Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Mém. BRGM, 125, 615 p., Orléans.
- **DONZE P, LAFARGE D.** 1979. Subsidence différentielle dans le Barrémien inférieur de la région de St Remèze (Ardèche, France). L'Urgonien des pays méditerranéens. Geobios, Lyon, Mém. sp. 3: 141-148.
- **DUPONT G.** 1980. Les communautés de foraminifères au Barrémien et au Bédoulien dans le bassin vocontien (chaînes subalpines méridionales). Leur évolution lors du passage du bassin aux plates-formes bordières. Conséquences stratigraphiques et écologiques. Thèse Etat, Lyon I, 2 t., 264 p.
- **GRANIER B, BUCUR II, TRABOLD G.** 2000. *Falsolikanella danilovae* Radoičić ex Barattolo 1978, n. comb., a Diploporacean alga from the Urgonian facies. Acta Palaeontologica Romaniae, 2 [1999]: 177-181.
- **HAUG E.** 1889. Beitrag zur Kenntniss der oberneocomen Ammonitenfauna der Puezalpe bei Corvara (Südtirol). Beitr. Paläont. Geol. Österreich-Ungarns und des Orients, 7: 193-231, Wien.
- **LAFARGE D.** 1978. Etude géologique du plateau de Saint Remèze, Ardèche. Stratigraphie – cartographie – sédimentologie – tectonique. Thèse, Univ. Claude-Bernard, Lyon, 119 p.
- **MASSE JP.** 1993. Early Cretaceous Dasycladales biostratigraphy from Provence and adjacent regions (South of France, Switzerland, Spain). A reference for Mesogean correlations. Studies on Fossil Benthic algae. F. Barattolo et al. Boll. Soc. Paleont. Italiana. Spec. Vol. 1: 311-324. Mucchi, Modena.
- **PASCAL M, ELMI S, BUSNARDO R, LAFARGE D.** 1989. Carte géologique de France (1/50 000), feuille Bourg-Saint-Andéol (889). B. R. G. M., Orléans.
- **REBOULET S, KLEIN J, BARRAGÁN R, COMPANY M, GONZÁLEZ-ARREOLA C, LUKENEDER A, RAISOSSADAT SN, SANDOVAL J, SZIVES O, TAVERA JM, VASÍČEK Z, VERMEULEN J.** 2009. Report on the 3rd International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the «Kilian Group» (Vienna, Austria, 15th April 2008). Cretaceous Research, 30/2: 496-502.
- **SCHROEDER R, BUSNARDO R, CLAVEL B, CHAROLLAIS J.** 1989. Position des couches à *Valserina brönnimanni* Schroeder et Conrad (Orbitolinidés) dans la biozonation du Barrémien. C. R. Acad. Sci. Paris, 309/II: 2093-2100.
- **SCHROEDER R, VAN BUCHEM F, CHERCHI A, BAGHBANI D, VINCENT B, IMMENHAUSER A, GRANIER B.** 2010: Revised orbitolinid biostratigraphic zonation for the Barremian-Aptian of the southern Arabian Plate: implications for regional stratigraphic correlations. Geoarabia Spec. Publ. 4/1: 49-96, Gulf Petrolink, Bahrain.



## Planche 1

Sections d'orbitolinidés de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien basal de la coupe de Pont de Laval (Vivarais).

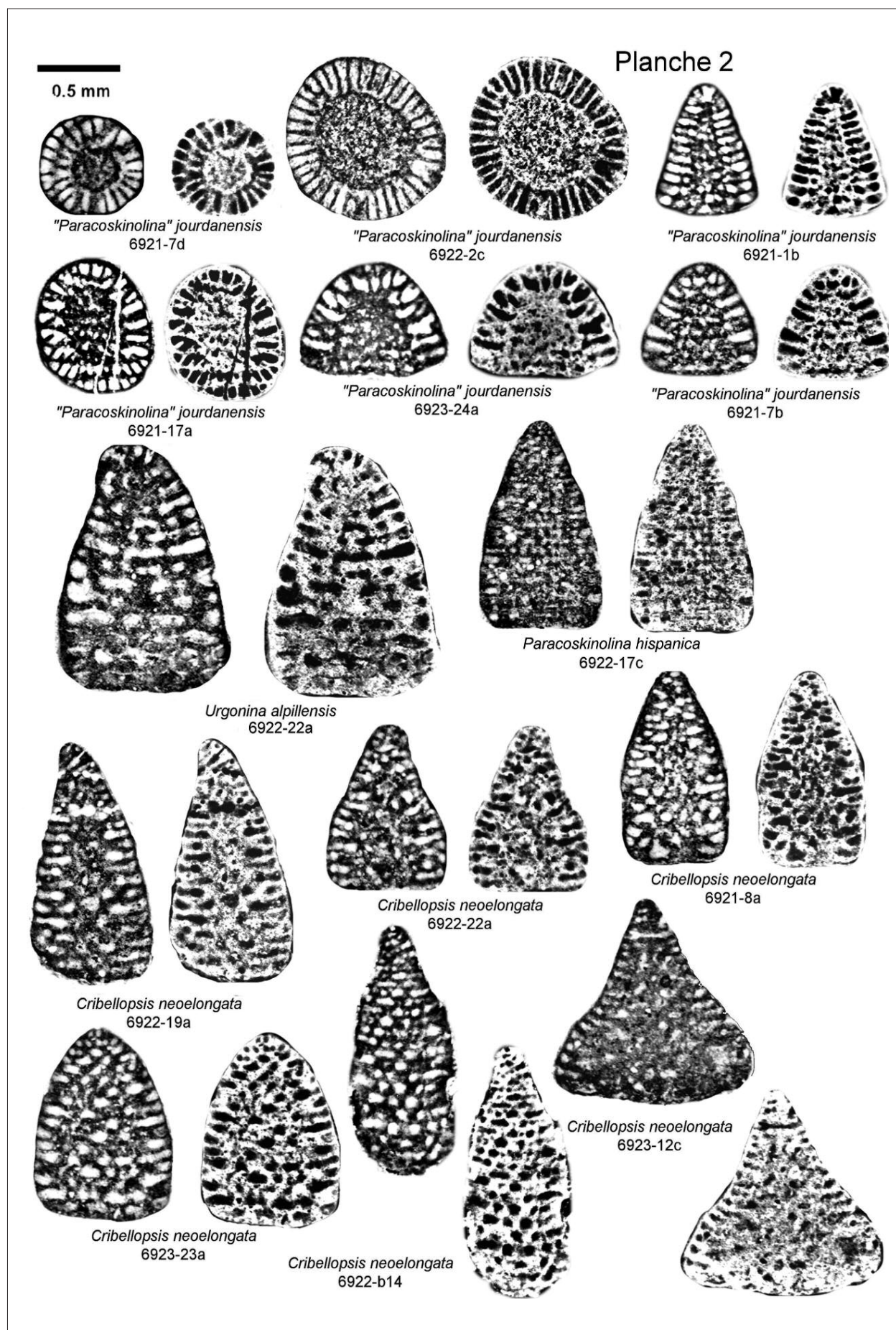






## Planche 2

*Sections d'orbitolinidés de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien basal de la coupe du Pas de l'Essaure (massif du Vercors).*





### Planche 3

*Sections de dasycladales de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien basal des coupes de Pont de Laval et du Pas de l'Essaure*

#### Coupe du Pont de Laval

*Salpingoporella genevensis. Ech. 407.2c3, 407.2a12: sections tangentielles – obliques.*

*Piriferella paucicalcare. Ech. DL 137d1: section longitudinale. Ech. DL 94d1, DL 103d1: sections obliques. ). Ech. DL67d2: section presque transversale, avec empreintes de cystes (flèche).*

*Praturlonella? (Falsolikanela?) danilovae. Ech. DL67d1: section presque transversale. Ech. DL67d3, DL 103d2: sections obliques.*

#### Coupe du Pas de l'Essaure

*Salpingoporella genevensis. Ech. 6923-17d1: fragments de sections longitudinales avec empreintes de cystes (flèche). Ech 6922-5d1: section tangentielle - oblique avec empreintes de cystes (flèche). Ech. 6923-1d1: section très oblique. Ech. 6923-23d2: section tangentielle – oblique.*

*Piriferella paucicalcare. Ech. 6923-17d1: section tangentielle – oblique.*

*Praturlonella? (Falsolikanela?) danilovae. Ech. 6923-23d1: section tangentielle profonde. Ech. 6922-17d1: section tangentielle - oblique. Ech. 6923-23d3: section tangentielle.*



