Zeitschrift: Archives des sciences [2004-ff.]

Herausgeber: Société de Physique et d'histoire Naturelle de Genève

Band: 62 (2009)

Heft: 1

Artikel: Olistolithes et coulées bioclastiques : prémices de l'installation de la plate-forme urgonienne aux confins des Bornes et des Aravis (Haute-Savoie, France) = Olistolithes and bioclastic flows : early installation of the Urgonian platform between the Ara...

Autor: Charollais, Jean / Clavel, Bernard / Busnardo, Robert

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-738449

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Olistolithes et coulées bioclastiques: prémices de l'installation de la plate-forme urgonienne aux confins des Bornes et des Aravis (Haute-Savoie, France)

Olistolithes and bioclastic flows: early installation of the Urgonian platform between the Aravis and Bornes Chains (Savoy, France)

Jean CHAROLLAIS[1], Bernard CLAVEL[2], Robert BUSNARDO[3], Marc CONRAD[4], Alexandre MÜLLER[5], Danielle DECROUEZ[6]

Ms. reçu le19 janvier 2009, accepté le 16 avril 2009

Abstract

Olistolithes and bioclastic flows, beginning of the settling of the prograding urgonian platform in the Aravis and Bornes chains (Savoy, France). - *In the Northern Subalpine Chains, in Savoy, below the Urgonian Limestone Formation, limestone olistolithes and bioclastic grain flows are intercalated in hemipelagic deposits dated by ammonites and echinoids. The olistolithes occur in central part of the Aravis Chain, while the bioclastic flows are found in the internal part of the Bornes Massif, respectively south and north of the Thônes – Le Reposoir syncline. Identical, plentiful assemblages of orbitolinids, dated Upper Hauterivian, are found in these deposits. Noteworthy, significantly different, although coeval assemblages are found in nearby areas such as Rocher de Cluses, Pointe d'Andey, a.s.o.*

Based on a number of models applied to different areas and geological ages, the olistolithes point to the dismantling of the edge of a prograding carbonate platform. In ther study area, they are enclosed in the low stand deposits (LST) of the sequences Ha6 (top of the Ligatus Zone followed by the Balearis Zone) and Ha7 (Ohmi Zone pro parte).

In the Northern subalpine Chains, the base of the overlying «urgonian cliff», as mapped under the name of «Urgonian Limestone Formation», is diachronous. In northern part of the Aravis Chain (Pointe Percée) it starts in low stand deposits of the Ha7 sequence, while further to the SW (Combe de Bella Cha, Adroit des Aravis), it starts in the low stand of the sequence Ba1 (basal Barremian). Elsewhere, in northern part of the Bargy Chain (Rocher de Cluses), it starts in low stand deposits of the Ha6 sequence, while further to the SE, at Bois des Etroits, it starts in the low stand of the sequence Ha7.

As a preliminary result of this study, a so far unnoticed, perhaps geographically isolated carbonate platform extended during the Upper Hauterivian pro parte, roughly below the present-time Thônes – Le Reposoir syncline, generating olistolithes and bioclastic debris flows, respectively southwards (toward the Aravis Chain) and northwards (toward the Bornes Massif). As a matter of fact, the northern and eastern extension of the Urgonian platform, beyond the Bornes Massif and the Aravis Chain, certainly remains ill-defined and differs from the present-time (alpine) structural trends.

*This article concludes with remarks concerning the uppermost Hauterivian and the lowermost Barremian biostratigraphy. Essentially two ammonites (*Pseudothurmannia, Torcapella*) and two species of echinoids (*Toxaster retusus, T. seynensis*) are dealt with, while the distribution of the orbitolinids, now duly calibrated on ammonites, is revised.*

Key words: *Subalpine Chains, Savoy, France, Bornes, Aravis, Helvetic, Ultrahelvetic, Cretaceous, Hauterivian, olistolites, bioclastic debris flows, Urgonian platform, ammonites, echinids, orbitolinids, dasycladalean algae.*

[1] *Département de géologie et de paléontologie, Sciences de la Terre, 13, r. des Maraîchers, CH-1211 Genève 4 et Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève, 1, rte de Malagnou, CH-1206 Genève* - jdcharollais@bluewin.ch

[2] *24, ch. des Champs d'Amot, F-74140 Messery*

[3] *Ch. Meruzin, F-69370 St Didier au Mont d'Or*

[4] *71, ch. de Planta, CH-1223 Cologny*

[5] *14, ch. de la Troupe, CH-1253 Vandoeuvres*

[6] *Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève, 1, rte de Malagnou, CH-1208 Genève*

Résumé

Dans les chaînes subalpines septentrionales savoyardes, des olistolithes à faciès urgonien et des coulées bioclastiques s'insèrent dans les faciès hémipélagiques à ammonites et échinides de la partie centrale de la chaîne des Aravis pour les premiers, de la partie interne du massif des Bornes pour les secondes. Les nombreux orbitolinidés qu'ils fournissent, composent une association identique dans les deux faciès, caractéristique de l'Hauterivien supérieur. En outre, la composition spécifique de cette association d'orbitolinidés est très atypique par rapport à celle des faciès urgoniens de même âge des régions voisines (Rocher de Cluses, Pointe d'Andey, etc.).

Ces olistolithes et coulées bioclastiques correspondent au démantèlement de la bordure d'une ancienne plate-forme carbonatée et se situent dans les cortèges de bas niveau (LST) des séquences Ha6 (zones à Ligatus [sommet] - Balearis [base]) et Ha7 (zone à Ohmi pro parte) qui les abritent. Cette disposition résulte d'une mise en place progradante de la plate-forme urgonienne, ce qui correspond au modèle reconnu en d'autres régions et à différentes époques.

Dans les chaînes subalpines septentrionales, la base de la «falaise urgonienne» cartographiée sous le nom de «Formation des Calcaires urgoniens» est hétérochrone. Dans la chaîne des Aravis, au N (Pointe Percée), elle débute dans le bas niveau de Ha7, tandis que dans la partie centrale de la chaîne (Combe de Bella Cha, Adroit des Aravis), elle n'apparaît qu'au bas niveau de Ba1 (zones à Hugii [sommet]- Nicklesi [base]). Dans la chaîne du Bargy, au N (Rocher de Cluses), elle commence dans le bas niveau de Ha6 alors qu'au SE (Bois des Etroits) elle s'installe lors du bas niveau de Ha7.

La présente recherche sur la «Formation des Calcaires urgoniens» met en évidence l'existence d'une ancienne plate-forme carbonatée jusqu'ici insoupçonnée et dont la localisation reste hypothétique. Son démantèlement à l'Hauterivien supérieur est à l'origine des olistolithes et des coulées bioclastiques observables sur les deux versants (Aravis, Bornes) du synclinal de Thônes – le Reposoir. L'extension septentrionale et orientale de la plate-forme urgonienne, ses limites et ses contours au-delà du massif des Bornes et de la chaîne des Aravis, n'épousent certainement pas les orientations structurales actuelles et restent encore aujourd'hui très mal connus.

*Cet article se termine par des remarques biostratigraphiques portant sur l'Hauterivien sommital et le Barrémien basal. Elles concernent principalement deux genres d'ammonites (*Pseudothurmannia et Torcapella*) et deux espèces d'échinides (*Toxaster retusus et T. seynensis*). De plus une nouvelle répartition biostratigraphique d'orbitolinidés basée sur des gisements où elles sont encadrées par des ammonites, est présentée pour ces mêmes étages.*

Mots clefs: *Chaînes subalpines, Haute-Savoie, France, Bornes, Aravis, Helvétique, Ultrahelvétique, Crétacé, Hauterivien, olistolithes, coulées bioclastiques, plate-forme urgonienne, ammonites, échinides, orbitolinidés, dasycladacées.*

Table des matières

I. Introduction

II. Historique des connaissances biostratigraphiques

1. Découverte d'une lentille à faciès urgonien dans la Combe de Barme
2. Datation d'un niveau de lentilles à faciès urgonien de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» dans l'Adroit des Aravis
3. Etude stratigraphique et structurale de la chaîne des Aravis – Charvin
4. Attribution des lentilles à faciès urgonien de la partie centrale de la chaîne des Aravis à des olistolithes
5. Relations structurales entre la chaîne des Aravis – Charvin et le massif des Bornes
6. Confirmation de la datation des olistolithes à faciès urgonien dans l'Adroit des Aravis
7. Cartographie des feuilles Cluses et Annecy-Ugine à 1/50 000
8. Analyse biostratigraphique et séquentielle des olistolithes de la Combe de Bella Cha

III. Genèse et origine des olistolithes à faciès urgonien de la chaîne des Aravis

1. NE de la chaîne des Aravis
2. SW de la chaîne des Aravis
3. Parties septentrionale, centrale et nord-occidentale du synclinal de Thônes – Le Reposoir
   3.1. Rocher de Cluses
   3.2. Mont Durand
   3.3. Bois des Etroits
4. Présence d'un haut fond

IV. Une plate-forme urgonienne aux contours irréguliers

1. Domaine helvétique (ou delphino-helvétique)
2. Domaine ultrahelvétique

V. Conclusions

Annexe: notes paléontologiques

Ammonites
Echinides
Orbitolinidés

I. INTRODUCTION

Après la parution de sa monographie sur le massif des Bornes et les klippes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie, France) en 1934, Moret avait confié à Rosset l'étude cartographique, stratigraphique et tectonique de la chaîne des Aravis (Fig. 1), qui fut publiée dans le Bulletin de la Carte géologique de France en 1956. Ces deux mémoires, très documentés par ailleurs, n'apportèrent cependant pas de données nouvelles sur les faciès dits hémipélagiques attribués alors à l'Hauterivien supérieur, ni sur «l'Urgonien» rattaché à cette époque au Barrémien supérieur. Le passage entre ces deux lithologies était censé être représenté par les «calcaires à panopées», considérés comme Barrémien inférieur.

Rosset (1956, p. 377) avoue ne pas pouvoir identifier cette unité lithologique: elle n'existe effectivement ni dans la chaîne des Aravis, ni dans le massif des Bornes. Comme Clavel et al. (1986, p. 585-586) l'ont rappelé, la faune collectée (ammonites) dans les «calcaires à panopées» montre que cette unité lithologique ne représente qu'un faciès diachrone, au passage des faciès hémipélagiques de talus (voire de bassin) aux faciès de plate-forme (Calcaires urgoniens). Dans leur localité-type du Corbelet (Chartreuse) les «calcaires à panopées» nous ont fourni un grand nombre de *Subsaynella sayni*, espèce-indice de la première biozone de l'Hauterivien supérieur (Fig. 2). Compte-tenu de ces remarques, ce terme doit donc être abandonné.

Pour mieux comprendre l'évolution des connaissances sur la «Formation des Calcaires urgoniens» du massif des Bornes et de la chaîne des Aravis, plus particulièrement sur leur âge et leur mise en place, il est nécessaire de les replacer dans leur contexte historique. Nous rappellerons donc les principales étapes des recherches qui se sont poursuivies dans ce secteur des Alpes sur près d'un demi-siècle.

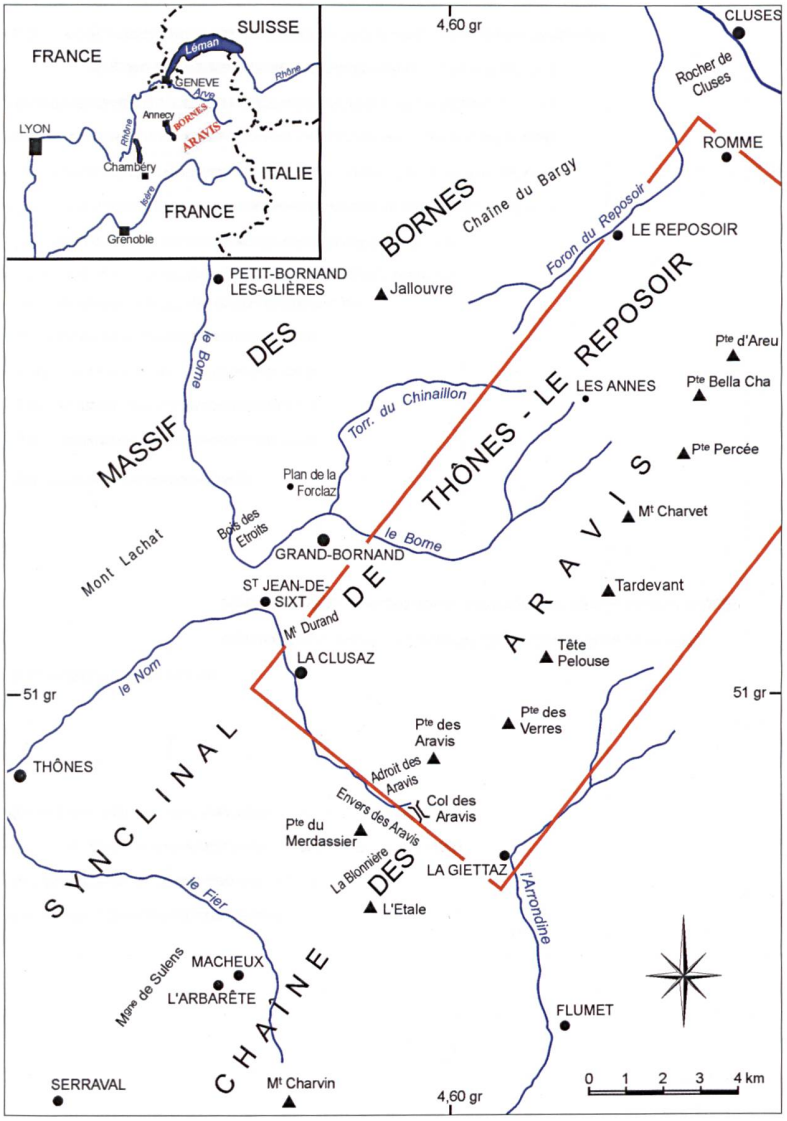

Fig. 1. Plan de situation.

II. HISTORIQUE DES CONNAISSANCES BIOSTRATIGRAPHIQUES

1. Une lentille à faciès urgonien dans la Combe de Barme (Aravis)

Lors d'une excursion géologique en 1967, Charollais et Rosset découvrent dans la partie centrale de la chaîne des Aravis, plus précisément dans la Combe de Barme (Fig. 3), un gisement d'éponges (Charollais et al. 1967). A cette occasion, ils observent et décrivent pour la première fois, une lentille à faciès urgonien insérée dans la partie supérieure de l'épaisse série de calcaires argilo-quartzeux hémipélagiques, attribuée classiquement à l'Hauterivien supérieur. Cette lentille située à une cinquantaine de mètres au-dessous de la «falaise urgonienne» (voir fig. 1, in Charollais et al. 1967), correspond à une masse de terrain se terminant de toute part en biseau et dont l'origine peut être tectonique ou sédimentaire. Nous emploierons ici le terme de «Formation des

Calcaires siliceux»[7] pour dénommer l'épaisse série de calcaires argilo-quartzeux hémipélagiques conformément à la légende lithologique de la feuille Cluses à 1/50 000 (Pairis et al. 1993). La lentille à faciès urgonien de plus de 5 m d'épaisseur (coord.: 922,0/108,4/2050 m) est formée par une biocalcarénite massive à dasycladacées et orbitolinidés, ce qui contraste avec les faciès hémipélagiques sus- et sous-

[7] La «Formation des Calcaires siliceux» et la «Formation des Calcaires urgoniens» sont des unités lithostratigraphiques informelles, puisqu'elles n'ont pas été définies selon les règles de nomenclature internationale. Toutefois, étant donné qu'elles sont cartographiées et connues sous ces noms, nous conserverons provisoirement ces appellations.

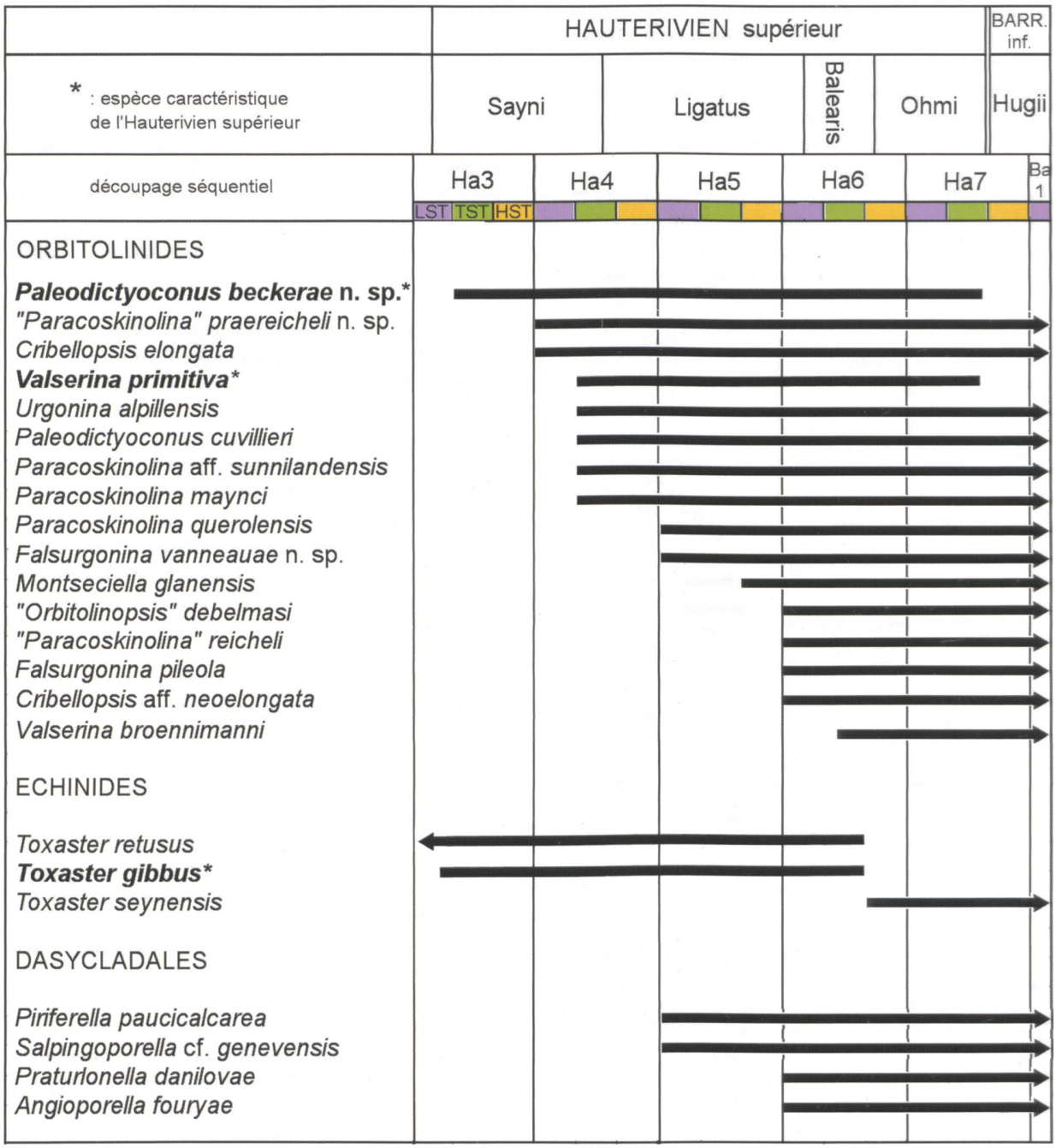

Fig. 2. Subdivisions de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur.
De haut en bas: étages: biozonation (Reboulet et al. 2009, modifié): découpage séquentiel (Clavel et al. 1995: Busnardo et al. 2003): répartition biostratigraphique des orbitolinidés, des échinides et des dasycladacées mentionnés dans ce travail.
LST (Lowstand System Tract): cortège de bas niveau marin. TST (Transgressive System Tract): cortège transgressif. HST (Highstand System Tract): cortège de haut niveau marin.

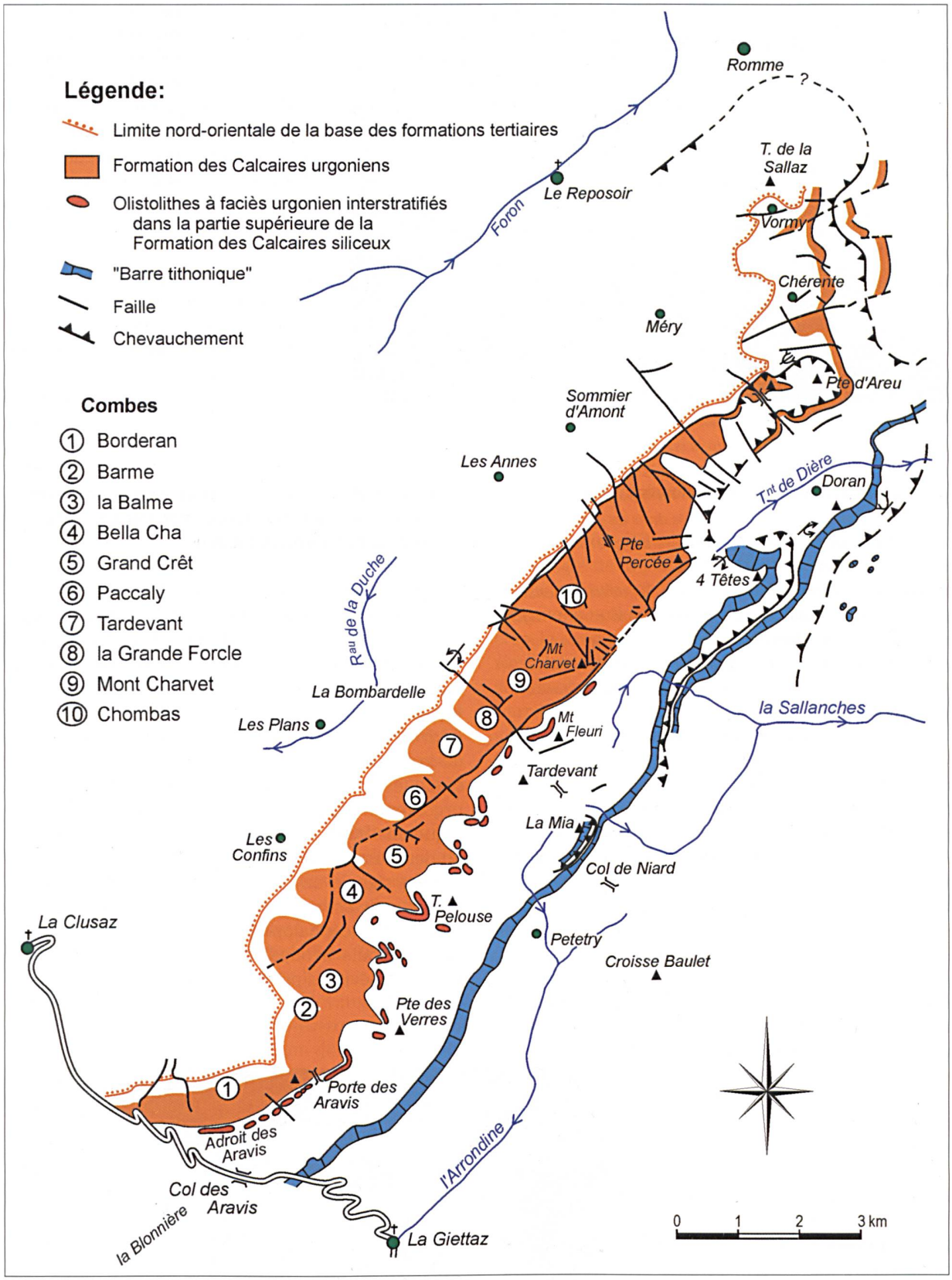

Fig. 3. Cartographie de la «Formation des Calcaires urgoniens» et des lentilles (= olistolithes) à faciès urgonien au sommet de la «Formation des Calcaires siliceux» dans la chaîne des Aravis, entre le col des Aravis et la vallée de l'Arve, d'après la carte de Détraz et al. (1982-1983).
Toute la série crétacée, qui surmonte la «barre tithonique» plonge vers le NW, ainsi que les formations tertiaires dont seule la limite nord-orientale a été représentée.

Fig. 4. Vue depuis le col des Aravis sur le versant sud-est du massif de Borderan (partie centrale de la chaîne des Aravis), montrant la «falaise urgonienne» et les deux niveaux de lentilles (= olistolithes) interstratifiés dans les faciès hémipélagiques de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux».
6. «Falaise urgonienne»: bas niveau [LST] de la séquence Ba1 (Barrémien basal: partie inférieure de la zone à Hugii).
5: Intervalle hémipélagique supérieur: cortège transgressif (TST) et haut niveau [HST] de la séquence Ha7 (Hauterivien terminal – Barrémien basal: sommet de la zone à Ohmi et extrême base de la zone à Hugii).
4: niveau supérieur de lentilles (= olistolithes) à faciès urgonien: bas niveau [LST] de la séquence Ha7 (Hauterivien terminal: milieu de la zone à Ohmi).
3: Intervalle hémipélagique inférieur: cortège transgressif [TST] et haut niveau [HST] de la séquence Ha6 (Hauterivien supérieur [partie supérieure]: zone à Balearis pro parte et base de la zone à Ohmi).
2: niveau inférieur de lentilles (= olistolithes) à faciès urgonien: bas niveau [LST] de la séquence Ha6 (Hauterivien supérieur: sommet de la zone à Ligatus – base de la zone à Balearis).
1: partie supérieure (non sommitale) de la «Formation des Calcaires siliceux»: cortège transgressif (TST) et haut niveau [HST] de la séquence Ha5 (Hauterivien supérieur: zone à Ligatus pro parte).

jacents. Les critères de sa datation à l'époque de sa découverte, basés sur deux orbitolinidés ne peuvent pas être retenus aujourd'hui. En effet, il s'agit d'*Orbitolinopsis* sp. et de *Paleodictyoconus cuvillieri* décrits et figurés par Schroeder et al. (1967, pl. V): ces deux formes n'ont pas de signification biostratigraphique précise.

En plus des éponges, Charollais et al. (1967) signalent dans les faciès hémipélagiques (emballant la lentille à faciès urgonien) de nombreux brachiopodes, des huîtres, des bélemnites et des échinides parmi lesquels *Toxaster gibbus* (Pl. 3, figs. 6-9).

2. Datation d'un niveau de lentilles à faciès urgonien de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» dans l'Adroit des Aravis

Plus tard, Charollais et al. (1969) décrivent une «calcarénite massive» déterminant dans la morphologie une barre rocheuse d'une dizaine de mètres d'épaisseur légèrement discordante avec les niveaux marno-calcaires sus- et sous jacents, caractéristiques de la «Formation des Calcaires siliceux». Dans l'Adroit des Aravis (Figs. 3, 4), à environ 3 km au SW de la Combe de Barme, cette barre est surmontée, quelques dizaines de mètres plus haut, par la «falaise urgonienne». En éboulis (et non en place comme indiqué en 1969), à quelques mètres (entre 2 et 5 m) au-dessous de cette barre, Charollais et al. (1969) avaient signalé en plus d'un nautile: «*Subsaynella suessi*, *Crioceratites* (*Emericiceras*) cf. *ottohaasi*». Ces céphalopodes ne peuvent provenir que de l'intervalle hémipélagique sous la «falaise urgonienne». Révisées par l'un de nous (R. B.), les déter-

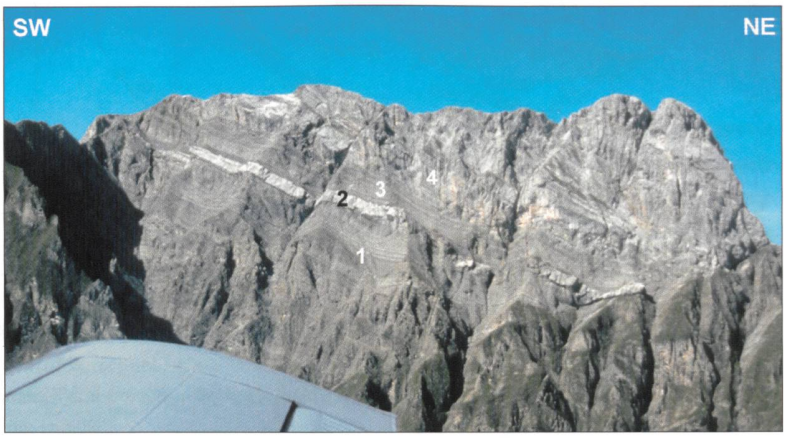

Fig. 5. Vue aérienne de la face orientale du massif de l'Etale.
4: «Falaise urgonienne»:
3: Intervalle hémipélagique supérieur:
2: Niveau supérieur de lentilles (= olistolithes) à faciès urgonien:
1: Partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» à faciès hémipélagiques.

Fig. 6. Combe de Bella Cha.
1, 2, 3, 4, 5, 6: voir la légende de la fig. 4. Les ammonites, les échinides et les orbitolinidés de la Combe de Bella Cha sont illustrés en partie sur les planches 1 (figs. 1-6), 2 (figs. 2-5), 3 (figs. 1-5,7,9), 4 (figs. 6, 8, 12).
Sur cette vue d'ensemble, les slumps de la matrice calcaréo-argileuse du niveau inférieur à lentilles (= olistolithes) (2) ne sont pas visibles à cette distance. Signalés par Détraz et al. (1986, fig. 3), ils ont été observés, décrits et figurés par plusieurs auteurs dont Trabold (1996).

minations faites précédemment ne sont plus spécifiquement correctes. Ces céphalopodes doivent être ainsi dénommés: *Emericiceras* sp. de grande taille (FSL 470676 [= JC 3093-3], forme trituberculée pouvant appartenir à diverses espèces, par exemple: *emerici, ottohasi, thiollierei*), *Torcapella* sp. (FSL 470675 [= JC 3093-2], pl. 2, fig. 8), *T.* gr. *suessiformis* (FSL 470674 [= JC 3093-1]). Cette association caractérise le Barrémien basal. Signalons encore un exemplaire d'*Eucymatoceras plicatum* découvert en place dans les faciès hémipélagiques directement surmontés par la «falaise urgonienne». Ce nautile persiste de l'Hauterivien supérieur jusqu'à l'Aptien inférieur.
A la fin de leur article, ces auteurs concluaient que «la base de la «falaise urgonienne» paraît plus ancienne dans les chaînes subalpines (= massif des Bornes proprement dit) que dans la chaîne des Aravis, ce qui est en accord avec une avancée progressive des faciès urgoniens du NW au SE».
Quelques années plus tard, dans l'Adroit des Aravis (coord.: 921,1/106,3: fig. 3), Froidevaux (1976) signale un exemplaire d'*Emericiceras* sp. dans la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» à une trentaine de mètres au-dessous la «falaise urgonienne». Dans sa coupe, il ne signale pas de lentille à faciès urgonien, mais «un calcaire biodétritique massif», dont la base discordante sur les faciès hémipélagiques, est marquée par un «petit niveau conglomératique». Toutes ces observations concordent avec celles de ses prédécesseurs.
Malgré toutes ces publications, la feuille géologique St.-Gervais-les-Bains (Mennessier et al. 1976) ne comporte pas de lentilles à faciès urgonien au sommet de la «Formation des Calcaires siliceux» dans la région de l'Adroit et de la Porte des Aravis. Il n'en est pas fait mention dans la notice explicative de cette feuille (Mennessier 1977, p. 15).

3. Etude stratigraphique de la chaîne Aravis-Charvin

Rivano-Garcia (1978), auteur d'une monographie sur la géologie de la partie méridionale de la chaîne des Aravis entre le col des Aravis et la cluse de Faverges, reprend la notion de «couches à Panopées» pour décrire le passage des faciès hémipélagiques (»hauteriviens lato sensu») à la «Formation des Calcaires urgoniens»: il attribue ces «couches» au sommet du Barrémien inférieur. Il cite pourtant à l'Etale (Fig. 1) «une barre plus blanchâtre à la partie supérieure de l'Hauterivien, qui précède de quelque 30 à 50 m le début de l'Urgonien». Cette «barre» atteint 10 à 20 m de puissance au NNE de l'Etale (Fig. 5) et 3 à 4 m au S. Elle correspond aux lentilles à faciès urgonien décrit dans la partie centrale de la chaîne des Aravis (Adroit des Aravis [Figs. 1, 3]). Rivano-Garcia (1978) ne donne pas d'interprétation sur la genèse de cette «barre».

Au Golet de la Trouye, au S du Mont Charvin, le même Rivano-Garcia (1978) signale une *Pseudothurmannia* sp. et une *Torcapella* gr. *suessi* (dét. R. Busnardo) respectivement à 84 m et 46 m au-dessous de la «falaise urgonienne» (= «masse urgonienne principale» de l'auteur). Il mentionne que *Torcapella* gr. *suessi* a été trouvée à la base d'une «unité qui serait l'équivalent de la barre calcaire qui précède la dalle urgonienne dans la coupe de l'Etale». Cette forme appartient au Barrémien inférieur. Dans la région du Charvin, des faciès biocalcarénitiques à faciès urgonien apparaissent donc sous la «falaise urgonienne» au même niveau stratigraphique que celui des lentilles observées dans l'Adroit des Aravis (zone à Ohmi). Quant aux séries hémipélagiques sous-jacentes, leur attribution à l'Hauterivien supérieur basée sur la découverte de *Pseudothurmannia* sp., est tout à fait en accord avec les connaissances actuelles.

4. Attribution des lentilles à faciès urgonien de la partie centrale de la chaîne des Aravis à des olistolithes

En 1982-83, Détraz et al. lèvent une carte géologique à 1/25 000 de la partie septentrionale de la chaîne des Aravis, comprise entre la vallée de l'Arve et le col des Aravis. Ces levés inédits portent sur les terrains crétacés et tertiaires: ils ont fait l'objet d'un mémoire inédit en 6 volumes (Détraz et al. 1984-1985) et d'une publication synthétique (Détraz et al. 1986). Dans le cadre de ce mémoire, Müller (1985) a rédigé une étude stratigraphique exhaustive et détaillée du Crétacé inférieur, et plus particulièrement des niveaux à lentilles de la partie centrale de la chaîne des Aravis: Combe de Bella Cha, Combe de Tardevant, Combe de la Grande Forcle (Fig. 3). Leur répartition spatiale montre qu'ils s'étendent à partir du Mt Charvet (2 539.1 m) au NE et se poursuivent au SW sur plus de 15 km. Plus au NE (Pointe Percée par exemple), ces niveaux à lentilles n'existent plus et la «falaise urgonienne» surmonte directement les faciès hémipélagiques de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» (Fig. 3).
Müller (1985) distingue deux niveaux de lentilles à faciès urgonien, particulièrement bien visibles dans la Combe de Bella Cha (922,82/108,98: figs. 3, 6). De plus, il note qu'en se déplaçant du SW vers le NE, «les affleurements de lentilles acquièrent une morphologie plus chaotique. Les lentilles sont moins continues, d'épaisseurs nettement plus variables et plus souvent discordantes par rapport à leur encaissant». Dans la Combe de Bella Cha (Fig. 6), la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» est séparée de la «falaise urgonienne» par une série d'une centaine de mètres d'épaisseur, composée de calcaires argilo-quartzeux hémipélagiques, et dans laquelle s'insèrent deux niveaux de mégablocs lenticulaires (= lentilles) à faciès urgonien d'ordre métrique à décamétrique. Müller (1985) y a découvert *Toxaster retusus* et *T. seynensis*. Selon Clavel (Fig. 2: voir plus loin: notes paléontologiques [échinides]), *Toxaster retusus* couvre tout l'Hauterivien depuis la zone à Radiatus jusqu'au sommet de la zone à Balearis, alors que *T. seynensis* apparaît à la base de la zone à Ohmi et se poursuit jusque dans le niveau à Colchidites (Barrémien supérieur). Ainsi se basant sur ces nouvelles données paléontologiques, Müller (1985) établit dans la Combe de Bella Cha, la succession suivante, de haut en bas:

- ***«Falaise urgonienne»***:
- ***Intervalle hémipélagique supérieur*** (= sommet de la «Formation des Calcaires siliceux»):
- ***Niveau supérieur de lentilles à faciès urgonien***:
- ***Intervalle hémipélagique inférieur*** (= «Formation des Calcaires siliceux») avec, à la base *Toxaster retusus* et au sommet *T. seynensis:*
- ***Niveau inférieur de lentilles à faciès urgonien***;
- ***Partie supérieure (non sommitale) des faciès calcaréo-argileux quartzeux à faciès hémipélagiques*** (= «Formation des Calcaires siliceux»), avec *Toxaster retusus*: Hauterivien supérieur.

D'autre part, Müller (1985) signale dans la Combe de Bella Cha (922,56/109,34/2 090 m), près du niveau inférieur à lentilles, un gisement de petites éponges qu'il corrèle judicieusement avec celui de la Combe de Barme décrit par Charollais et al. (1967).

S'appuyant sur l'ensemble des observations de leurs prédécesseurs, Détraz et al. (1986) assimilent les niveaux à lentilles à des olistolithes (slides) caractérisés par des troncatures intraformationnelles synsédimentaires et des slumps observés dans la Combe de Bella Cha. A cet endroit, Détraz et al. (1986, fig. 3) distinguent deux générations d'olistolithes.

- Dans la partie inférieure, une «première génération constituée par un chapelet d'olistolithes décamétriques entre lesquels on observe des slumps: ces derniers sont le reflet de la mise en place dynamique de ces méga-blocs». Cette première génération correspond aux niveaux 2 des figures 4 (versant sud-est du massif de Borderan) et 6 (Combe de Bella Cha).
- Dans la partie supérieure, «une seconde génération représentée par un seul olistolithe hectométrique» est bien visible sur notre figure 6 (Combe de Bella Cha [niveau 4]). Sur le versant sud-est du massif de Borderan (Fig. 4, niveau 4) cette seconde génération d'olistolithes toujours d'ordre hectométrique présente toutefois un caractère lenticulaire et discontinu bien visible sur la figure 4.

5. Relations entre la chaîne Aravis-Charvin et le massif des Bornes

Parallèlement aux recherches essentiellement biostratigraphiques, plusieurs travaux très riches en nouvelles observations (Truyol 1985: Baudin 1986: surtout Chaplet 1989) ont été menés dans la chaîne Aravis-Charvin et la partie interne du massif des Bornes, avec des buts plus spécifiquement structuralistes. Dans son mémoire, Chaplet (1989) décrit plusieurs coupes: cluse du Borne (= Bois des Etroits), Plan de la Forclaz, Rocher de Cluses, Mont-Durand, la Blonnière, Porte des Aravis (Fig. 1). Basées essentiellement sur les extensions stratigraphiques attribuées alors aux orbitolinidés, ses datations de la «Formation des Calcaires urgoniens» ne sont plus actuellement totalement acceptables.

Simultanément à ces travaux régionaux, Clavel et al. (1987) publient une synthèse sur l'évolution spatiale et temporelle de la «Formation des Calcaires urgoniens» entre le Jura et les chaînes subalpines septentrionales (Bornes, Bauges, Chartreuse, Vercors). A partir de leurs récoltes d'ammonites et d'échinides, ils démontrent la progradation de la plate-forme urgonienne entre le Jura et les chaînes subalpines septentrionales suivant deux directions: du NE vers le SW et du NW vers le SE. Ces conclusions intègrent tous les résultats régionaux acquis jusqu'à cette époque et présentés ci-dessus.

6. Confirmation de la datation des olistolithes à faciès urgonien dans l'Adroit des Aravis

En 1988, Clavel et Charollais entreprennent de plus amples recherches paléontologiques sur les olistolithes de l'Adroit des Aravis mais ne publient pas leurs résultats. A cette occasion, ils récoltent dans l'intervalle hémipélagique supérieur de nouvelles ammonites: *Paraspiticeras* cf. *percevali* (FSL 89733 [Pl. 2, fig. 6]; FSL 89952 = BC 268.4), *Torcapella suessiformis* (FSL 89732) et *Barremites* sp. (FSL 89731). Toutes ces formes sont associées à *Toxaster seynensis*. Elles appartiennent au Barrémien basal et confirment donc les résultats antérieurs de Charollais et al. (1969). En outre, au-dessous du niveau supérieur d'olistolithes, *Toxaster retusus* (Pl. 3, figs. 10-13) abonde dans les faciès hémipélagiques, qui doivent donc être rattachés à l'Hauterivien supérieur.

Enfin, de nouvelles formes d'orbitolinidés ont été identifiées dans le niveau supérieur d'olistolithes: *Montseciella glanensis* (Pl. 4, fig. 4), *Valserina primitiva* (Pl. 4, fig. 14) et *Urgonina alpillensis* (Pl. 4, fig. 19). Ces données micropaléontologiques corroborent les conclusions biostratigraphiques émises ci-dessus.

7. Cartographie des feuilles Cluses et Annecy-Ugine à 1/50 000

En même temps que Spence (1991) et Spence & Tucker (1992) présentaient aux congrès de Grenoble et de Dijon leurs observations sur les «megablocks» (= olistolithes) de la chaîne des Aravis, paraissaient les feuilles géologiques à 1/50 000 Cluses (Pairis et al. 1993) et Annecy-Ugine (Doudoux et al. 1992) ainsi que leur notice explicative (Pairis et al. 1992, Doudoux et al. 1992). A cette occasion, dans la notice de la feuille Cluses, Pairis et

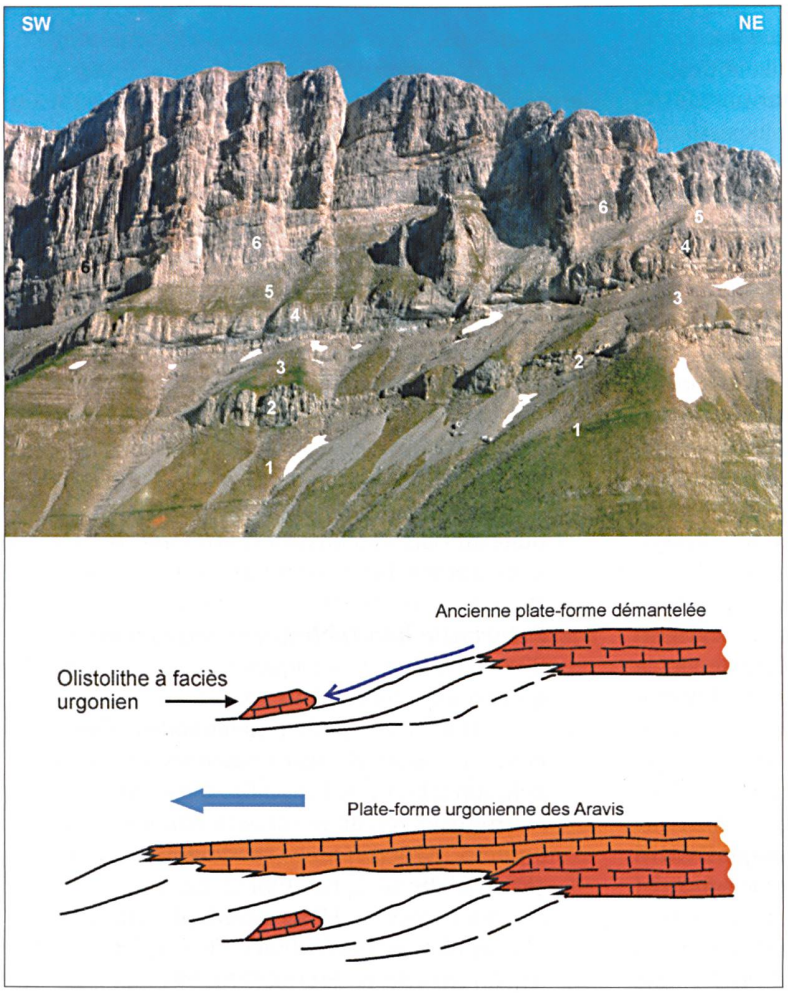

Fig. 7. En haut: vue aérienne du versant méridional du massif de Borderan, montrant la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» (avec les deux niveaux d'olistolithes à faciès urgonien) surmontée par la «falaise urgonienne».
1, 2, 3, 4, 5, 6: voir légende de la fig. 4.
En bas: schémas illustrant la progradation de la plate-forme urgonienne («falaise urgonienne») et la genèse des olistolithes à faciès urgonien interstratifiés dans les faciès hémipélagiques de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux». L'orientation des schémas n'a pas été indiquée volontairement, car la progradation de la plate-forme urgonienne s'est faite selon 2 directions:
- du NW vers le SE, c'est-à-dire du Jura vers les Alpes,
- du NE vers le SW, c'est-à-dire de la vallée de l'Arve vers la dépression Faverges – lac d'Annecy.

al. (1992, p. 34) mentionnent «dans le Sud des Aravis, deux niveaux de mégablocs de calcaires bioclastiques hauterivo-barrémiens, à faciès urgonien, resédimentés dans *les couches de transition* du sommet des Calcaires siliceux», là où ces dernières sont le plus épaisses. Ces niveaux spectaculaires dans le massif de Borderan (Figs. 4, 7) montrent des troncatures intraformationnelles synsédimentaires et des slumps. Le niveau de mégablocs supérieur, qui serait déjà dans le Barrémien, est coiffé localement d'un hard ground. Sur la feuille Cluses à 1/50 000 (Pairis et al. 1993), ces auteurs individualisent les faciès hémipélagiques à olistolithes urgoniens sous le sigle (n3c-4a[1]) et les appellent «niveaux de mégablocs de calcaires bioclastiques hauterivo-barrémiens, à faciès urgoniens». En revanche, sur la feuille Annecy-Ugine à 1/50 000 (Doudoux et al. 1992), ils ne sont pas figurés.

Dans la notice explicative de la feuille Cluses, Pairis et al. (1992, p. 33 et 34) relèvent que dans le N des Aravis, la partie sommitale de la «Formation des Calcaires siliceux» présentent des «*couches de transition*» avec la «falaise urgonienne». Celles-ci ont une épaisseur d'une quinzaine de mètres au NE et s'épaississent jusqu'à 80 m au SW. Pairis et al. (1992) caractérisent ces «*couches de transition*» par une diminution des teneurs moyennes en quartz détritique, une augmentation et une diversification de la faune benthique ainsi que par l'apparition de dépôts resédimentés calcarénitiques bioclastiques: grainstones à ooïdes, foraminifères benthiques de plate-forme (orbitolines) et dasycladacées (*Salpingoporella genevensis*, *Heteroporella paucicalcarea*, cette dernière espèce étant actuellement placée dans le genre *Piriferella*). Dans le S des Aravis en revanche, Pairis et al. (1992) décrivent sous la «falaise urgonienne» et dans la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux», «deux niveaux de mégablocs à faciès urgoniens», en accord avec les travaux de leurs prédécesseurs: Charollais et al. (1969), Conrad (1969), Charollais et al. (1981), Détraz et al. (1982-1983), Détraz et al. (1984-1985), Müller (1985), Détraz et al. (1986), Clavel et al. (1987).
Dans leur notice de la feuille Annecy-Ugine, Doudoux et al. (1992) n'apportent pas d'éléments biostratigraphiques nouveaux sur la partie méridionale de la chaîne des Aravis, par rapport à ceux de Rivano-Garcia (1978). En revanche sur le plan paléogéographique, ils amènent d'importantes conclusions qui seront discutées plus loin: la plupart d'entre elles sont consignées dans la note de Chaplet (1992) sur les «relations stratigraphiques et tectoniques entre nappe des Aravis et Bornes externes dans le synclinal de nappes de Thônes». *Dès lors, dans tous ces travaux, le principe de la progradation de la plate-forme urgonienne du NW au SE apparaît non plus comme une hypothèse de travail, mais comme un fait admis par les stratigraphes travaillant dans ce secteur des Alpes.*

8. Analyse biostratigraphique et séquentielle des olistolithes de la Combe de Bella Cha

La problématique posée par les olistolithes observés dans la chaîne des Aravis a suscité plusieurs nouveaux travaux (Gidon et Pairis 1993: Trabold 1994, 1996: Massera 2001: Charollais et al. 2001), qui ont bénéficié de l'amélioration des connaissances sur la signification biostratigraphique des orbitolinidés. Couplées au découpage séquentiel de nombreuses coupes sur des transects plate-forme – bassin, ces nouvelles données biostratigraphiques permettent des datations bien argumentées.

Dans la Combe de Bella Cha (Fig. 6), entre la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» et la base de la «falaise urgonienne», la découverte de nouvelles ammonites et d'échinides significatifs, ainsi que l'identification de certains orbitolinidés autorisent des datations plus précises des deux niveaux d'olistolithes déjà reconnus dans l'Adroit des Aravis, mais observables ici dans des conditions d'affleurements bien meilleures.

La coupe de la Combe de Bella Cha (Fig. 6) a été levée et échantillonnée très minutieusement par Trabold (1996), qui en a donné une description pétrographique et sédimentologique particulièrement précise. Nous renvoyons le lecteur à cette publication et nous n'en donnerons ici qu'un résumé complété par les listes de macro- et microfossiles. De haut en bas, la coupe se présente comme suit:

- ***«Falaise urgonienne»***. Relevée sur une cinquantaine de mètres, cette «falaise» est formée de bancs décimétriques à métriques de calcaires plus ou moins dolomitisés. En s'appuyant sur le découpage séquentiel et les associations d'orbitolinidés, sa base doit être attribuée au Barrémien basal (partie inférieure de la zone à Hugii: bas niveau [LST] de la séquence Ba1).
- ***Intervalle hémipélagique supérieur***: 22 à 23 m. Bancs décimétriques de calcaires argilo-quartzeux sombres, bioturbés à éponges (voir Charollais et al. 1967), brachiopodes, bivalves, échinides, dont *Toxaster seynensis* (coll. BC, éch. AM 246; Pl. 3, figs. 2-5) et ammonites: *Paraspiticeras* gr. *percevali*, *Emericiceras* gr. *emerici*, *Emericiceras* sp. de grande taille (FSL 89948; pl. 1, fig. 4; pl. 2, fig. 4), *Emericiceras* sp. (FSL 89946; pl. 2, fig. 9), *Torcapella* sp. (FSL 89944; pl. 1, fig. 3; pl. 2, fig. 3), *Torcapella* cf. *fabrei* (FSL 89950; pl. 1,

fig. 1; pl. 2, fig. 1; FSL 89947), *T. suessiformis*, *Raspailiceras* sp. (FSL 89949; pl. 1, fig.5; pl. 2, fig. 5). A noter que l'exemplaire de *Cassidoiceras* gr. *cassida* cité par Trabold (1996, p. 13) avait été mal identifié. L'association d'ammonites caractérise l'extrême base de la zone à Hugii. Grâce au découpage séquentiel (Trabold 1996), cet intervalle hémipélagique supérieur doit être rattaché au cortège transgressif (TST) et au haut niveau [HST] de la séquence Ha7, ce qui correspond au sommet de la zone à Ohmi et à l'extrême base de la zone à Hugii.

- ***Niveau supérieur d'olistolithes à faciès urgonien***: ce niveau lenticulaire peut atteindre une cinquantaine de mètres de longueur et 25 m d'épaisseur. L'association d'orbitolinidés (*Valserina primitiva*, *Paleodictyoconus cuvillieri*, *Montseciella glanensis*) autorise de le dater de l'Hauterivien terminal (milieu de la zone à Ohmi: bas niveau [LST] de la séquence Ha7): cette datation est en accord avec le découpage séquentiel de Trabold (1996).
- ***Intervalle hémipélagique inférieur***: 52 à 56 m. Bancs décimétriques à centimétriques de calcaires argileux quartzeux sombres à spicules de spongiaires avec rares niveaux calcaires bioclastiques à ooïdes avec dasycladacées et orbitolinidés (*Valserina primitiva*, *V. broennimanni* (forme primitive), *Paleodictyoconus beckerae* Clavel et al. 2009a, *Paleodictyoconus glanensis*, *Paracoskinolina* cf. *sunniladensis*. L'association d'ammonites qui comprend *Pseudothurmannia* cf. *pseudomalbosi* (coll. BC 268.1 = FSL 89945; pl. 1, fig. 6), *Ps.* cf. *angulicostata* (FSL 109743; pl.1, fig. 2; pl. 2, fig. 2), *Ps. stanislasi* (coll. AM 229 = FSL 109744; pl. 2, fig. 7), et la présence de *Toxaster retusus* caractérisent l'Hauterivien supérieur (Trabold 1996). Le découpage séquentiel (cortège transgressif [TST] et haut niveau [HST] de la séquence Ha6) permettent d'attribuer cet intervalle hémipélagique inférieur à la partie supérieure de l'Hauterivien supérieur (zone à Balearis pro parte et base de la zone à Ohmi).
- ***Niveau inférieur d'olistolithes à faciès urgonien:*** 10 à 12 m. Il est constitué de biocalcarénites à orbitolinidés et dasycladacées (*Piriferella paucicalcarea*) entrelardées de niveaux stratifiés calcaréo- argileux et siliceux à *Toxaster retusus*. La présence de *Valserina primitiva* (Pl. 4, fig. 12), *Paleodictyoconus beckerae* Clavel et al. 2009a (Pl. 4, fig. 8), *Montsciecella glanensis* (Pl. 4, fig. 6) appuie l'attribution à l'Hauterivien supérieur (sommet de la zone à Ligatus et base de la zone à Balearis: bas niveau [LST] de la séquence Ha6) résultant de l'analyse séquentielle.
- ***«Formation des Calcaires siliceux»***. Les faciès hémipélagiques riches en *Toxaster retusus* se poursuivent sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Leur sommet appartient à l'Hauterivien supérieur (zone à Ligatus pro parte: cortège transgressif (TST) et haut niveau [HST] de la séquence Ha5).

La description pétrographique et sédimentologique de la coupe de Bella Cha, son inventaire paléontologique et son analyse séquentielle sont en parfait accord avec les résultats obtenus sur les coupes voisines à olistolithes par Müller (1985) et par Trabold (1996). Nous ne citerons que

- *Montseciella glanensis* dans le niveau inférieur d'olistolithes de la Combe de Balme (Pl. 4, figs. 5, 7) et dans le niveau supérieur d'olistolithes de la Combe de Pacaly (Pl. 4, fig. 1) et de l'Adroit des Aravis (Pl. 4, fig. 4). Cette forme a également été identifiée dans la Combe du Grand Crêt (Pl. 4, figs. 2, 3).
- *Paleodictyoconus beckerae* Clavel et al. 2009a dans le niveau supérieur d'olistolithes de la Combe du Mont Charvet et dans celle de Pacaly (Pl. 4, figs. 10, 11). Cette forme est également présente dans la Combe du Grand Crêt (Pl. 4, fig. 9).
- *Valserina primitiva* dans le niveau inférieur d'olistolithes de la Combe de Balme (Pl. 4, fig. 13) et dans le niveau supérieur d'olistolithes de l'Adroit des Aravis et de la Combe de Pacaly (Pl. 4, figs. 14, 16). Cette forme a également été reconnue dans la Combe du Grand Crêt (Pl. 4, fig. 15).
- *Paleodictyoconus cuvillieri* dans le niveau inférieur d'olistolithes de la Combe de Balme (Pl. 4, fig. 17).
- *Falsurgonina vanneauae* Clavel et al. 2009b dans le niveau inférieur d'olistolithes de la Combe de Balme (Pl. 4, fig. 18).
- *Urgonina alpillensis* dans le niveau supérieur d'olistolithes de l'Adroit des Aravis (Pl. 4, fig. 19).

De nouvelles et patientes recherches sur le niveau supérieur d'olistolithes à faciès urgonien de la Combe de Bella Cha nous conduisent à réfuter la coexistence de *Valserina primitiva* et *V. broennimanni* dans ce niveau, comme Charollais et al. (2001, 2003) l'avaient écrit. L'étude de nombreuses sections d'orbitolinidés démontre la présence fréquente de *Valserina primitiva*, mais l'absence de *V. broennimanni*.

III. Genèse et origine des olistolithes à faciès urgonien de la chaîne des Aravis

Dans une étude structurale portant principalement sur les olistolithes (ou mégablocs) des vallons de

Tardevant et de la Grande Forclaz et des combes de Paccaly et du Grand Crêt, Gidon et Pairis (1993) considèrent qu'ils correspondent à «des structures purement morphotectoniques, liées sans doute à une morphologie locale créant une instabilité de rebord de la plate-forme urgonienne en cours d'installation et induisant des tassements en direction des fonds marins plus profonds situés du côté est». Suivant ces auteurs, ces «olistolites enracinés» résulteraient d'un dispositif d'étirement synsédimentaire par failles listriques, ce qui expliquerait leur départ avorté, «où les panneaux glissés sont encore logés dans leur niche de détachement». Cette interprétation a été reprise en partie par Trabold (1996, fig. 10.4), puisqu'il écrit (1996, p. 99): «Deposited allochtonous deposits traceable in the Aravis mountains range (= *olistolithes à faciès urgonien*) are interpreted to reflect catastrophic slope and platform margin collapses during the late Hauterivian». Nous pouvons accepter l'idée de cette origine morphotectonique des olistolithes (Charollais et al. 2003: fig. 2) sans nous prononcer sur l'hypothèse de Gidon & Pairis (1993), qui relient la formation des olistolithes à des failles listriques. Quoiqu'il en soit, la genèse des olistolithes à faciès urgonien de la partie centrale des Aravis schématisée sur la figure 7 est tout à fait en accord avec les modèles de progradation d'une plate-forme carbonatée. En revanche, la question de leur lieu d'origine mérite une discussion.

Enfin, il convient de citer les travaux de Spence (1996), Spence & Tucker (1997, 1999) qui abordent la genèse des olistolithes. Ces recherches essentiellement basées sur la pétrographie et la sédimentologie complètent nos études principalement axées sur la biostratigraphie et la stratigraphie séquentielle.

1. NE de la chaîne des Aravis

Les olistolithes n'apparaissent dans la partie centrale de la chaîne des Aravis qu'à partir du SW du Mt Charvet, comme le montre la carte de la figure 3. Au-delà en direction du NE, la «Formation des Calcaires siliceux» est directement surmontée par la «Formation des Calcaires urgoniens». Dans le secteur de la Pointe d'Areu et de la Pointe Percée, l'installation de la plate-forme urgonienne débuterait d'après Müller (1985) au Barrémien inférieur.

2. SW de la chaîne des Aravis

Comme le rappellent Pairis et al. (1992, p. 33), dans la chaîne des Aravis, les alternances de calcaires siliceux et de marnes silto-gréseuses attribuées à l'Hauterivien atteignent, 240 m au NE et 650 m au SW, ce qui démontre une paléopente des fonds marins orientée du NE vers le SW. Ce schéma auquel nous souscrivons, correspond à celui déjà évoqué par Détraz et al. (1987) au début du Crétacé inférieur. La partie méridionale de la chaîne des Aravis ne peut donc pas être invoquée comme une source éventuelle des olistolithes observés dans la région du col des Aravis. De plus, Doudoux et al. (1992, p. 21) relèvent que l'épaisseur de la «Formation des Calcaires urgoniens» diminue à partir du Mont Charvin en direction du S. «C'est dans le flanc de la dent de Cons qu'elle atteint son minimum (80 m environ): l'Urgonien y est là morphologiquement très discret, constitué d'une alternance de barres calcaires sombres d'une dizaine de mètres d'épaisseur et de marnes gréseuses d'épaisseur équivalente (...). Seules deux d'entre elles, plus calcaires, peu avant le sommet, présentent franchement le faciès biodétritique de l'Urgonien (...). Il semble bien qu'on atteigne là la limite orientale de la plate-forme urgonienne au voisinage immédiat du domaine ultrahelvétique». Les faciès urgoniens sommitaux nous ont fourni «*Paracoskinolina*» *reicheli*, *Paleodictyoconus cuvillieri*, *Paracoskinolina maynci*, *Paracoskinolina* aff. *sunnilandensis*, association sans signification biostratigraphique particulière.

Les descriptions de Pairis et al. (1992) et de Doudoux et al. (1992) mettent bien en évidence la progradation de la «falaise urgonienne» (= plate-forme urgonienne) du NE en direction du SW dans la chaîne des Aravis – Charvin – Dent de Cons, mais n'apportent pas de réponse précise quant à l'origine des olistolithes urgoniens.

3. Parties septentrionale, centrale et nord-occidentale du synclinal de Thônes – Le Reposoir

A grande échelle, le chaînon le plus important et le plus proche de la chaîne des Aravis, dont l'ossature est constituée par la «Formation des Calcaires urgoniens», correspond à la structure anticlinale du Rocher de Cluses – Bargy – Jallouvre - Mont Lachat (Fig. 1); elle représente le flanc nord-occidental du synclinal de Thônes – le Reposoir. La distance, bien qu'hypothétique, qui séparait les flancs de ce synclinal au Crétacé inférieur, ne devait pas dépasser quelques kilomètres, voire une dizaine de kilomètres (Charollais et al. 2001, p. 149). Il faut relever que la partie centrale du synclinal de Thônes – le Reposoir est affecté par un «haut structural» plissé et faillé, dont la culmination axiale correspond au Mont Durand. Il s'agit d'un pli précoce anté-priabonien, fin crétacé / début tertiaire (ou peut-être même encore plus ancien), dont le niveau d'érosion actuel découvre les formations tertiaires et crétacées (Hauterivien à Campanien).

3.1. Rocher de Cluses

La «Formation des Calcaires urgoniens» du flanc

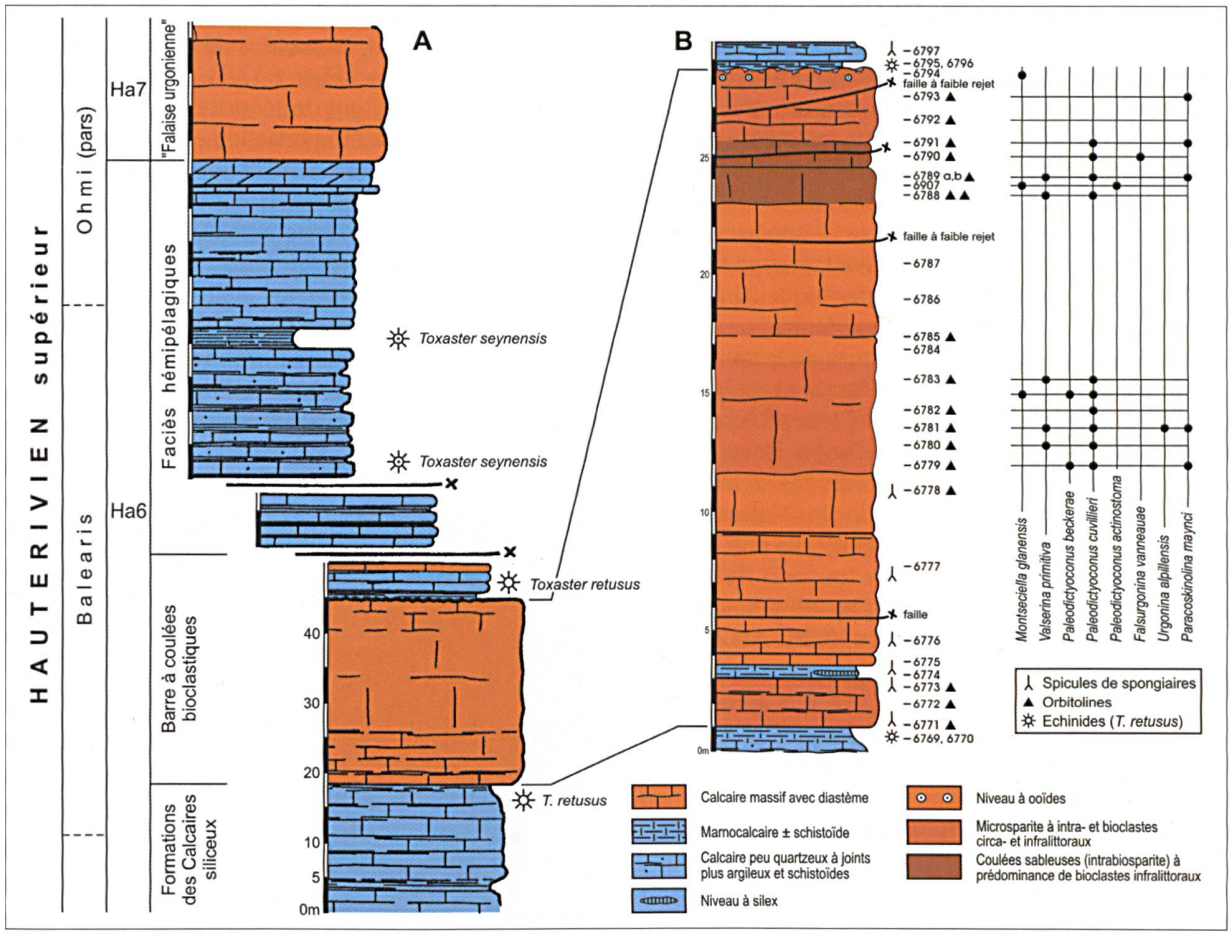

Fig. 8. Coupe du sommet de la «Formation des Calcaires siliceux» et de la base de la «falaise urgonienne» dans la cluse du Bois des Etroits, sur rive droite du Borne, le long de la route D12.

8A. Coupe lithologique générale montrant la barre à coulées bioclastiques interstratifiée dans les faciès hémipélagiques de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux». Le sommet de la coupe correspond à la base de la «falaise urgonienne».

De gauche à droite: étage; séquences (Clavel et al. 1995: Busnardo et al. 2003): lithostratigraphie: colonne lithologique: répartition biostratigraphique des échinides (T. retusus, T. seynensis).

8B. Coupe lithologique détaillée de la principale coulée bioclastique.

De gauche à droite: colonne lithologique avec microfaciès; répartition des échinides (T. retusus), des orbitolinidés et des spicules de spongiaires: numéros d'échantillons: répartition des espèces d'orbitolinidés (voir pl. 6, figs. 1-19).

nord du Rocher de Cluses a été particulièrement bien étudiée: les dernières publications sont celles de Trabold (1994, 1996) et Arnaud et al. (1998). Selon Trabold (1996), qui a fait une étude micropaléontologique, sédimentologique et séquentielle exhaustive de cette coupe de 250 m d'épaisseur, il ressort que les premiers faciès carbonatés bioclastiques qui surmontent les faciès hémipélagiques de la «Formation des Calcaires siliceux», appartiennent à l'Hauterivien supérieur (à la limite des zones à Ligatus et à Balearis: bas niveau [LST] de Ha6). Cette datation correspond exactement à celle du niveau inférieur à olistolithes, bien identifié dans la Combe de Bella Cha.

Plus haut, dans la coupe du Rocher de Cluses, Trabold (1996) comme tous ses prédécesseurs, reconnaît que la base de la série est continue et ne comporte pas de hiatus stratigraphique important, hors l'absence des dépôts de bas niveau [LST] des séquences Ba1 et Ba2. L'évolution des associations d'orbitolinidés y correspond à celle reconnue partout ailleurs. Le schéma de Trabold (1996, fig. 10.4), fort bien argumenté, est donc tout à fait crédible, bien qu'il n'ait pas été adopté par Arnaud et al. (1998).

3.2. Mont Durand

Le Nom traverse en cluse l'anticlinal faillé du Mont Durand et découvre ainsi la «Formation des Calcaires siliceux» et la «Formation des Calcaires urgoniens», qui affleurent en bordure de la D909 entre la Clusaz et St. Jean-de-Sixt. De nombreuses fractures affectent ces deux formations, raison pour laquelle elles n'ont jamais fait l'objet d'une étude lithologique et paléontologique détaillée, si ce n'est les quelques lignes

que leur a consacrées Chaplet (1989, p. 32) dans son «étude géologique du massif subalpin des Bornes». Sa description ne porte que sur la «Formation des Calcaires urgoniens» du versant sud-oriental de l'anticlinal, où il distingue «une partie inférieure, parfois dolomitique (base), à bancs calcaires semi-métriques à métriques et quelques fines passées schisteuses», «une partie moyenne» et «une partie supérieure»: se basant sur des critères micropaléontologiques non significatifs sur le plan biostratigraphique, il attribue l'ensemble de la Formation au Barrémien.
Intrigués par les faciès dolomitiques de la partie inférieure de la «Formation des Calcaires urgoniens» du versant sud-oriental, nous avons échantillonné plusieurs mètres au-dessous de ces faciès. Nous y avons récolté de très nombreux orbitolinidés démontrant que la limite entre la «Formation des Calcaires siliceux» et celle des «Calcaires urgoniens» doit être attribuée à l'Hauterivien supérieur (zones à Balearis et à Ohmi pro parte) et non pas au Barrémien inférieur comme l'avait proposé Chaplet (1989). Nous avons en effet reconnu

- *Valserina primitiva* (Pl. 5, figs. 6-7),
- *Paleodictyoconus beckerae* Clavel et al. 2009a (Pl. 5, fig. 8),
- *Montseciella glanensis* (Pl. 5, figs. 1-5, 22),
- *Falsurgonina vanneauae* Clavel et al. 2009b (Pl. 5, fig. 9),
- *Falsurgonina pileola* (Pl. 5, fig. 12),
- *Urgonina alpillensis* (Pl. 5, figs. 10-11),
- *«Paracoskinolina» praereicheli* Clavel et al. 2009c (Pl. 5, fig. 13),
- *«Paracoskinolina» reicheli* (Pl. 5, fig. 14),
- *Paracoskinolina maynci* (Pl. 5, figs. 16-17),
- *Paracoskinolina querolensis* (Pl. 5, fig. 19),
- *Paracoskinolina* aff. *sunnilandensis* (Pl. 5, fig. 18),
- *Paleodictyoconus cuvillieri* (Pl. 5, fig. 15),
- *Paleodictyoconus actinostoma*,
- *Cribellopsis elongata* (Pl. 5, fig. 21),
- *Cribellopsis aff. neoelongata* (Pl. 5, fig. 20),
- *Orbitolinopsis debelmasi.*

De même, un échantillonnage à la base de la «Formation des Calcaires urgoniens» sur le versant nord-occidental de l'anticlinal du Mont Durand nous a livré une association datée de l'Hauterivien supérieur par *Paleodictyoconus beckerae* Clavel et al. 2009a, avec *Montseciella glanensis, «Paracoskinolina» praereicheli* Clavel et al. 2009c, *Paracoskinolina querolensis, Paleodictyoconus cuvillieri, Cribellopsis elongata, Orbitolinopsis debelmasi.*

3.3. Bois des Etroits

Sur le flanc oriental de la chaîne du Bargy – Jallouvre – Mont Lachat, de part et d'autre de la vallée du Borne, la cluse du Bois des Etroits offrait une très belle coupe de la «Formation des Calcaires siliceux» et de son passage à la «Formation des Calcaires urgoniens» (Figs. 8A, B). Depuis quelques années, pour des raisons de sécurité, la coupe en bordure de route D12 a été partiellement recouverte de béton.

Dans le livret-guide d'une excursion du Congrès Benthos'86, Charollais et al. (1986, p. 93-100) décrivent en détail le passage des faciès hémipélagiques du sommet de la «Formation des Calcaires siliceux» à la «Formation des Calcaires urgoniens». Ils mettent en évidence des coulées bioclastiques à orbitolinidés et dasycladacées intercalées dans la partie supé-

Fig. 9. Vue aérienne du versant occidental du Mont Lachat (rive gauche du Borne) montrant la coulée bioclastique interstratifiée dans les faciès hémipélagiques de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux».
4. «Falaise urgonienne»: bas niveau [LST] de la séquence Ha7: Hauterivien terminal (zone à Ohmi).
3. Faciès hémipélagiques de la partie sommitale de la «Formation des Calcaires siliceux»: Hauterivien supérieur (zone à Balearis [sommet] - zone à Ohmi [base]).
2. Coulée bioclastique: Hauterivien supérieur (zone à Balearis).
1. Faciès hémipélagiques de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux»: Hauterivien supérieur.

rieure de ces faciès hémipélagiques, sous la «falaise urgonienne». S'appuyant sur la présence de *Toxaster retusus*, de *Valserina primitiva* et *Paleodictyoconus cuvillieri*, ils les attribuent à la zone à Angulicostata auct. Ces conclusions sont reprises dans la notice explicative de la feuille Annecy-Bonneville à 1/50 000 (Charollais et al. 1988, p. 28). Plus tard, Chaplet (1989, p. 17-28) relève en détail la coupe de la «Formation des Calcaires urgoniens» affleurant au bord de la route D12, sur plus de 200 m. Malgré de nombreuses identifications de foraminifères et de dasycladacées, les datations restent imprécises, l'auteur ne disposant pas à cette époque d'échelles biostratigraphiques aussi bien argumentées que celles d'aujourd'hui (Clavel et al. 2007). Quelques années plus tard, Clavel (inédit) récolte *Toxaster seynensis* dans les faciès hémipélagiques sommitaux encadrés, à la base, par les coulées bioclastiques, et au sommet, par la «falaise urgonienne». Dès lors, on était en droit de l'attribuer à l'Hauterivien terminal (zone à Ohmi pro parte: bas niveau [LST] de Ha7).

En rive gauche du Borne, sur le versant occidental du Mont Lachat, le sommet de la «Formation des Calcaires siliceux» et les coulées bioclastiques qu'ils renferment, sont bien visibles (Fig. 9), mais peu accessibles. En raison de l'intérêt de cette coupe, actuellement masquée par le bétonnage, nous en rappelons sommairement la succession lithologique en y adjoignant de nouvelles données micropaléontologiques; pour les détails le lecteur se référera au livret-guide de Charollais et al. (1986, p. 93-100). La coupe le long de la route D12, visible autrefois sur plus de 100 m d'épaisseur (Fig. 8A) et affectée par quelques failles à rejets peu importants, peut être subdivisée en 4 parties, de haut en bas:

- ***«Falaise urgonienne»***. Traversée en cluse par le Borne, elle domine la route. Elle débute par un niveau biocalcarénitique de 1,5 m d'épaisseur, à orbitolinidés, dasycladacées, etc. à laminations (haute énergie), puis est surmontée sur 4 m par des bancs décimétriques de calcaires très dolomitiques.
- ***Faciès hémipélagiques*** sur une cinquantaine de mètres composés de:
  - 20 m de bancs de 20 à 30 cm de calcaires marneux schistoïdes avec joints plus argileux;
  - 5 m de marnocalcaires schistoïdes à *Toxaster seynensis*, éponges et huîtres (*Exogyra couloni*);
  - environ 20 m d'alternances de bancs décimétriques de calcaires argilo-quartzeux et de niveaux marneux schistoïdes à *Toxaster seynensis* et huîtres (*Exogyra couloni*);
  - 6 à 7 m d'alternances encadrées par des failles à rejets peu importants et formées de calcaires argilo-quartzeux à spicules de spongiaires et de marnes schistoïdes.
- ***Barre à coulées bioclastiques***. D'une épaisseur d'une trentaine de mètres, cette barre (Fig. 8B) se compose d'intrabiomicrosparites dans lesquelles se mélangent des associations micropaléontologiques caractéristiques de milieux infra- et circalittoraux: lenticulines, trocholines, nautiloculines, glomospires, textularidés, orbitolinidés: *Montseciella glanensis*, *Valserina primitiva*, *Paleodictyoconus beckerae* Clavel et al. 2009a, *P. cuvillieri*, *P. actinostoma*, *Falsurgonina vanneauae* Clavel et al. 2009b, *Urgonina alpillensis*, *Paracoskinolina maynci*. Parmi les dasycladacées, ont été reconnues: *Piriferella paucicalcarea*, *Praturlonella danilovae*, *Angioporella fouryae*, *Acicularia* sp.

La partie supérieure de la barre (Fig. 8B) constituée par une intrabiosparite à oolithes, est couronnée par une surface perforée avec terriers remplis par des faciès hémipélagiques, qui se développent au-dessus sur plus de 3 m; ils renferment des spicules de spongiaires et *Toxaster retusus*. Enfin, tout au sommet, la barre à coulées bioclastiques se termine par un banc intrabiomicrosparitique à orbitolines notamment.

Dans la barre à coulées bioclastiques, 4 espèces d'orbitolinidés avaient été reconnues par Schroeder (in Charollais et al. 1986, p. 97: fig. 8), sans être figurées: *Paracoskinolina* sp., *Paleodictyoconus cuvillieri*, *Falsurgonina* sp. 1, *Valserina primitiva*. Dans ce travail, cette association est complétée et, à part *Paracoskinolina maynci*, toutes les espèces sont figurées (Pl. 6):

- *Montseciella glanensis* (Pl. 6, figs. 1-4): moitié supérieure et sommet de la barre (Fig. 8B).
- *Valserina primitiva* (Pl. 6, figs. 8-10, 14-15): moitié supérieure de la barre (Fig. 8B).
- *Paleodictyoconus beckerae* Clavel et al. 2009a (Pl. 6, figs. 5-7, 11): milieu de la barre (Fig. 8B).
- *Paleodictyoconus cuvillieri* (Pl. 6, figs. 12-13): moitié supérieure de la barre (Fig. 8B).
- *Paleodictyoconus actinostoma* (Pl. 6, fig. 17): partie supérieure de la barre (Fig. 8B)
- *Falsurgonina vanneauae* Clavel et al. 2009b (Pl. 6, fig. 18): partie supérieure de la barre (Fig. 8B).
- *Urgonina alpillensis* (Pl. 6, fig. 16): milieu de la barre (Fig. 8B).
- ***«Formation des Calcaires siliceux»*** (>17 m). Il s'agit des faciès hémipélagiques de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» qui dans ce secteur du massif des Bornes atteint plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Les *Toxaster retusus* sont fréquents tandis que les *Exogyra couloni* sont

plus rares; au sommet, *Lytoceras subfimbriatum* (coll. J.C. 6716: FSL 470678).

L'étude des échinides (*Toxaster retusus* et *T. seynensis*), des orbitolinidés et l'analyse séquentielle permettent d'attribuer la coulée bioclastique du Bois des Etroits au bas niveau (LST) de la séquence Ha6 (Hauterivien supérieur: zones à Ligatus [sommet] et à Balearis [base]) et la base de la «falaise urgonienne» au bas niveau (LST) de la séquence Ha7 (Hauterivien sommital: zone à Ohmi pro parte). Comme dans l'Adroit des Aravis et dans la Combe de Bella Cha, il a été démontré que la base de la «falaise urgonienne» doit être attribuée au Barrémien basal (sommet de la zone à Hugii: bas niveau [LST] de la séquence Ba1). *Nous avons là encore une preuve de la progradation de la plate-forme urgonienne selon un vecteur orienté du NW vers le SE.*

4. Présence d'un haut-fond

L'apport essentiel des orbitolinidés aux résultats de cette étude consiste en la mise en évidence dans les olistolithes inférieurs et supérieurs des Aravis, dans les faciès d'installation de plate-forme du Mont Durand et dans les coulées bioclastiques du Bois des Etroits, d'une composition faunique très particulière, jamais observée dans les niveaux datés du même âge, dans des coupes de régions voisines (Bornes: Rocher de Cluses, Plateau d'Andey) ou plus éloignées (Chartreuse: Pas du Frou; Vercors: Gorges du Nant) du domaine subalpin ainsi que du Jura.

Sur le plan spécifique et générique, cette microfaune est caractérisée par l'abondance de *Montseciella glanensis* et de *Valserina primitiva* (beaucoup moins fréquents ailleurs) ainsi que par l'absence totale du genre *Praedictyorbitolina* dont deux espèces, *claveli* et *carthusiana*, constituent des éléments majeurs de toutes les faunes observées dans les niveaux hauteriviens des autres coupes régionales. L'échantillonnage du Mont Durand, qui a fourni plusieurs milliers d'orbitolinidés observés en sections polies, permet d'assurer la réalité de l'absence des *Praedictyorbitolina*.

Sur le plan biostratigraphique, on constate l'absence de *Valserina broennimanni* (dont le niveau d'apparition se situe dans la partie inférieure de la zone à Ohmi [LST de la séquence Ha7]) dans l'olistolithe supérieur à orbitolinidés fréquents, alors que cette espèce a été reconnue dans les faciès hémipélagiques encadrants, à rares orbitolinidés: il semble donc que les olistolithes sont originaires du même niveau (LST de la séquence Ha6).

La similitude entre les faciès des coulées bioclastiques du Bois des Etroits et ceux des olistolithes de la partie centrale de la chaîne des Aravis, tout comme l'identité des associations d'orbitolinidés, traduit leur contemporanéité dans une même niche écologique. Cette constation implique la nécessité d'admettre la présence d'un haut-fond à l'Hauterivien supérieur dans un secteur proche de la région étudiée, mais encore non identifié. Sur ce haut-fond émergé se déposaient dès l'Hauterivien supérieur des faciès carbonatés de type urgonien, alors que de part et d'autre la sédimentation avait encore un caractère hémipélagique typique de la «Formation des Calcaires siliceux» (Fig. 7). En période de bas niveau marin, un démantèlement des pentes de ce haut structural, dont le mécanisme a été évoqué au début du chapitre III, entraînait:

- en position distale, la formation de coulées bioclastiques à partir de sédiments carbonatés encore meubles: affleurements du Bois des Etroits,
- en position proximale, le glissement d'olistolithes à partir de sédiments carbonatés déjà consolidés: affleurements de la partie centrale de la chaîne des Aravis.

Quant à savoir si ce haut-fond formait une île isolée ou était directement relié à la grande plate-forme des massifs des Bornes-Aravis, la question reste ouverte.

IV. Une plate-forme urgonienne aux contours irréguliers

1. Domaine helvétique (ou delphino-helvétique)

Au Crétacé inférieur, le versant occidental du massif des Aiguilles Rouges a constitué un paléorelief, qui a été ennoyé au Crétacé supérieur (Turonien et/ou Sénonien inférieur). En effet, Pairis et al. (1973) ont signalé au S du lac de Pormenaz (coord.: 945,3/116,4) un affleurement composé, à la base, de «Houiller» surmonté par 2 m de quartzites attribuées au Trias et couronnées par une quarantaine de mètres de calcaires à foraminifères planctoniques, qui «sont parfois accompagnés (...) de fantômes d'orbitolinidés, qui seraient manifestement remaniés étant donné leur association à des globotruncanidae du Crétacé supérieur». Ces remaniements d'orbitolinidés témoignent du démantèlement d'une plate-forme urgonienne plus ou moins lointaine, dont les contours restent hypothétiques. L'existence d'une plate-forme carbonatée située très probablement au N ou au NE des chaînes subalpines septentrionales a déjà été pressentie par plusieurs auteurs pour diverses périodes du Crétacé inférieur.

Dans le bassin subalpin des Bornes-Aravis, au Berriasien inférieur/moyen et à la limite Berriasien/Valanginien, l'existence de paléopentes orientées NE-SW a déjà été démontrée par Détraz et al. (1987): pour eux, «le bassin delphino-helvétique savoyard serait limité vers le N, par un haut fond local ou une avancée vers l'E de la plate-forme jurassienne».

Toute une série d'arguments appuie leur démonstration, comme la présence de faciès de type purbeckien (Ayrton, 1980) rattachés à la couverture autochtone du massif du Mont-Blanc. Rappelons que Collet (1936, 1955) avait déjà signalé des brèches à charophytes au Mont Ruan (Haut-Giffre) au sommet des calcaires tithoniques. Détraz et al. (1987) mentionnent les mêmes faciès à la Tête des Ottans (Haut-Giffre), ce qui lui fait supposer une «aire sédimentaire très faiblement immergée, voire émersive (...) centrée sur les massifs cristallins externes des Aiguilles Rouges et du Mont-Blanc». Il faut relever que «l'avancée vers l'E de la plate-forme jurassienne» proposée par Détraz et al. (1987) pour expliquer la présence de coulées bioclastiques à faciès «calcaires roux» interstratifiées dans les faciès hémipélagiques dans les chaînes subalpines septentrionales, ne peut pas être retenue. En effet, les «Formations de Calcaires roux» du Jura représentent le Valanginien inférieur non sommital (Charollais et al. 2008), alors que les faciès «calcaires roux» des chaînes subalpines sont datés du Valanginien terminal – Hauterivien basal (Charollais et al. 1988). En conclusion, seule l'hypothèse de l'existence d'un haut-fond au Berriaso-Valanginien situé au N du bassin delphino-helvétique savoyard, telle que proposée par Détraz et al. (1987), est justifiée et argumentée.

2. Domaine ultrahelvétique

Nous ne traiterons ici que des faciès urgoniens signalés dans le domaine ultrahelvétique de la partie méridionale du synclinal de Thônes – le Reposoir. Pour le secteur situé plus au N (Préalpes ultrahelvétiques internes entre Arve et Giffre), nous renvoyons le lecteur au travail de Kindler (1988, p. 35 et 36). Dans la «nappe inférieure lato sensu» de la klippe de Sulens (synclinal de Thônes – Le Reposoir), qui appartient au domaine ultrahelvétique (Moret 1934, Rosset et al. 1976, Kindler et al. 1995), des olistolithes et des galets à faciès urgoniens ont déjà été signalés, sans que leurs «patries» d'origine aient été clairement précisées.

- **Unité de Nantbellet (sensu Rosset et al. 1976)**. Moret (1934, p. 81) décrivait des «intercalations de véritables calcaires zoogènes du type urgonien» dans les «calcschistes néocomiens» à faciès ultrahelvétique près des fermes des Macheux et de l'Arbarête. Dans cette même région (coord.: 915,7/100,1/1 565 m), Charollais et al. (1981, p. 63 et 64) citent un olistolithe à faciès urgonien d'ordre métrique, emballé dans des alternances de calcaires et de marnes à affinités ultrahelvétiques (= unité de Nantbellet) renfermant des ammonites barrémiennes. Cet olistolithe a fourni des orbitolinidés et des dasycladacées, notamment *Orbitolinopsis* sp., *Paleodictyoconus barremianus* (= *cuvillieri*), *Paracoskinolina maynci*, *Dictyoconus* (= «*Paracoskinolina*») *reicheli* (dét. R. Schroeder, in Charollais et al. 1981), *Salpingoporella melitae*, *S. muehlbergii*, *Pseudoactinoporella fragilis*, *Verticilloporella dalmatica* (= *Actinoporella podolica*), *Cylindroporella* sp., *Likanella* ? (= *Praturlonella*) *dalinovae*.
- **Unité du Bouchet (sensu Rosset et al. 1976)**. Des galets à faciès urgonien à orbitolinidés ont été observés dans un flysch conglomératique tertiaire de l'unité du Bouchet rattachée au domaine ultrahelvétique par Homewood (1974) et Rosset et al. (1976).
- **Unité des Combes (sensu Rosset et al. 1976)**. Cette unité, qui appartiendrait à la partie externe du domaine ultrahelvétique (voire à la partie interne du domaine helvétique), a également livré des galets à faciès urgonien.

Pour expliquer la répartition des faciès des flyschs ultrahelvétiques qui coiffent la nappe de Morcles (Suisse, Vaud), Homewood (1976, fig. 8) supposait l'existence d'un seuil ou haut-fond au S du bassin ultrahelvétique. Cette hypothèse a été reprise et affinée par Kindler et al. (1995, fig. 7). Nous souscrivons à cette proposition en ajoutant que ce seuil existait déjà très probablement dès le Barrémien, ce qui expliquerait la présence de galets à faciès urgonien dans les conglomérats tertiaires de la «nappe inférieure lato sensu». Quant à savoir si ce seuil ou haut-fond était en relation avec celui du domaine delphino-helvétique, ici encore la question reste ouverte.

V. Conclusions

La synthèse des données paléontologiques (ammonites, échinides, orbitolinidés, dasycladacées), une meilleure connaissance de la répartition biostratigraphique des orbitolinidés et un découpage séquentiel basé sur de nombreuses coupes réalisées sur plusieurs transects plate-forme – bassin, complètent et précisent les conclusions déjà obtenues partiellement par nos prédécesseurs, spécialement Müller (1985) et Trabold (1996). De plus, la présence d'olistolithes à faciès urgonien au sommet de la «Formation des Calcaires siliceux» met en évidence de façon indubitable la progradation de la plate-forme urgonienne dans la chaîne des Aravis selon des modèles bien établis en sismique pétrolière.

- Dans la partie centrale de la chaîne des Aravis (Adroit des Aravis, combe de Bella Cha, etc.), la base de la falaise urgonienne correspond au bas niveau (LST) de la séquence Ba1 (Barrémien inférieur: partie inférieure [non basale] de la zone à Hugii).

- Au Bois des Etroits (vallée du Borne), l'installation de la falaise urgonienne a lieu lors du bas niveau (LST) de la séquence Ha7 (Hauterivien sommital: zone à Ohmi pro parte): elle précède donc la mise en place de la plate-forme urgonienne dans la partie centrale de la chaîne des Aravis, ce qui prouve la migration de cette plate-forme du NW vers le SE.
- L'âge de la base de la «falaise urgonienne» de la Pointe Percée (bas niveau [LST] de la séquence Ha7: Hauterivien sommital: zone à Ohmi pro parte) est plus ancien que celui de la base de la «falaise urgonienne» de la partie centrale des Aravis, ce qu'avait déjà proposé Trabold (1996, fig. 13.1., p. 136). Ce diachronisme s'explique parce que
  - la plate-forme urgonienne migre du NE au SW, comme l'avaient déjà démontré Détraz et al. (1987) pour le Berriaso-Valanginien,
  - dans ce secteur des chaînes subalpines, les limites de la plate-forme urgonienne au Crétacé inférieur sont nettement obliques par rapport aux directions structurales actuelles.
- La base de la «falaise urgonienne» au Rocher de Cluses est de même âge (bas niveau [LST] de la séquence Ha6: Hauterivien supérieur: zones à Ligatus [sommet] et à Balearis [base]) que le niveau inférieur d'olistolithes de la partie centrale des Aravis (Trabold, 1996, fig. 13.1., p. 136).

L'extension septentrionale et orientale de la plate-forme urgonienne, ses limites et ses contours, au-delà de la chaîne-Aravis – Charvin restent encore aujourd'hui très mal connus. Cette note démontre l'existence et le démantèlement tout au moins partiel d'une plate-forme urgonienne aujourd'hui inconnue, ce qui suscite de nouveaux champs d'intérêt pour ce secteur des Alpes.

Annexe: notes paléontologiques

Dans la partie centrale des Aravis, la datation des olistolithes est basée sur la découverte d'ammonites, récoltées par une dizaine de géologues de différentes écoles au cours de nombreuses campagnes de terrain étalées sur plus d'une trentaine d'années. Les spécimens les plus significatifs figurent sur la planche 1 et les sections les plus caractéristiques sur la planche 2. Les échinides, *Toxaster retusus* et *T. seynensis*, qui se relayent à la limite Hauterivien/Barrémien et qui ont permis de compléter l'argumentation biostratigraphique, ont également été photographiés (Pl. 3). D'autre part, il a paru indispensable de présenter les orbitolinidés (Pls. 4, 5, 6) mentionnées dans ce travail, en raison des données contradictoires publiées à leur sujet, tant sur le plan de leur systématique que sur celui de leur signification biostratigraphique.

AMMONITES

La détermination des ammonites citées dans ce travail reste délicate. En effet, les échantillons souvent incomplets, fragmentaires, déformés et, dans certains cas, légèrement métamorphisés, sont généralement fortement corrodés. L'ornementation résiduelle, plus ou moins effacée, rend la détermination difficile. C'est pourquoi nous avons presque toujours utilisé le dessin de la section (Pl. 2), car celle-ci demeure un caractère essentiel de détermination, bien qu'il s'agisse très souvent d'une reconstitution quelque peu approximative. Ainsi, on reconnaît aisément une section de *Torcapella*, haute à tendance triangulaire, ou un *Paraspiticeras* à section surbaissée.
Lorsqu'elles sont dispersées dans de grandes épaisseurs de sédiments hémipélagiques, les ammonites sont très rares. Ainsi, leur recherche dans la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» de la chaîne des Aravis et du Charvin, menée par de nombreux géologues au cours de plusieurs décennies n'a permis d'en récolter qu'une vingtaine d'individus. Leur grande taille est un caractère fréquent dans les faciès hémipélagiques des chaînes subalpines septentrionales et en Ardèche. En milieu vocontien, à la limite Hauterivien/Barrémien, les ammonites abondent tant en nombre qu'en diversité. En revanche, dans la chaîne des Aravis, elles ne sont représentées que par quelques genres. Ce sont les *Pseudothurmannia*, qui caractérisent le sommet de l'Hauterivien (zone à Ohmi [= zone Angulicostata auct.]). Ce genre disparaît brutalement et définit ainsi nettement la limite Hauterivien/Barrémien. Dans le Barrémien basal, apparaissent les *Torcapella*, parfois associées aux *Raspailiceras* ou aux *Emericiceras*. Ainsi, dans la chaîne des Aravis et du Charvin, le cadre biostratigraphique est-il défini par les ammonites avec une assez bonne certitude et, dans plusieurs cas, il est confirmé par les échinides et les orbitolinidés.
Les ammonites sont déposées au Laboratoire de géologie de Lyon avec l'indice «FSL».

***Barremites* sp.**
FSL 89731; Adroit des Aravis: intervalle hémipélagique supérieur.
Fragment de 88 mm de long en calcarénite grise. La section est aplatie par compression:
H = 56 mm, E = 31 mm. La costulation est effacée, la surface des flancs reste très irrégulière par mauvaise conservation. Seule la section, assez haute, rappelle celle des *Barremites* ou peut-être celle des *Torcapella*, mais l'absence de la costulation n'autorise pas ce dernier genre. Barrémien.

***Emericiceras* sp.**
FSL 89948; Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur. Pl. 1, fig. 4; Pl. 2, fig. 4.

Cet échantillon provient de l'intervalle hémipélagique supérieur, à environ 15 m au-dessous de la «falaise urgonienne». Le faciès est un calcaire argileux gris sombre, finement recristallisé. Fragment (longueur: 250 mm) de la crosse d'une ammonite déroulée de grande taille pouvant atteindre 500 à 600 mm. Forme acriocératique. Section épaisse E = 120 mm; H = 150 mm; E/H = 0,80, avec une faible tendance anguleuse rappelant la trituberculisation des *Emericiceras*. Au niveau de la crosse ne subsistent que quelques grosses côtes aigües bien espacées, faiblement proverses, que l'on sait exister chez les *Emericiceras* de grande taille du Barrémien inférieur. Ces côtes traversent sans affaiblissement la zone siphonale. Ces ammonites sont connues dans les faciès hémipélagiques de la zone à Hugii (Barrémien inférieur) des Chaînes subalpines septentrionales, de la Montagne de Lure et en Ardèche.

***Emericiceras* sp.**
FSL 89946; Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur. Pl. 2, fig. 9.
Petit fragment de tour en calcaire schisteux noir correspondant à une ammonite d'environ 100 mm de diamètre. E = 28 mm; H = 35 mm; E/H = 0,80. Section subrectangulaire, forme fréquente chez les *Emericiceras*. Enroulement presque évolute. L'ornementation est presque totalement effacée. Mais sur 2 cm^2, une fine costulation apparaît supportant de tout petits tubercules. En raison de ces caractéristiques ainsi que de l'association avec d'autres ammonites de même âge, on peut attribuer ce fragment aux *Emericiceras* du Barrémien basal.

***Emericiceras* sp.**
FSL 470676 (coll. J. Charollais 3093-3); Adroit des Aravis: intervalle hémipélagique supérieur.
Fragment de grande ammonite aplatie: D = environ 330 mm; H = 100 mm; E > 60 mm; longueur: 290 mm. Forte costulation comprenant des côtes principales avec 2 ou 3 côtes intermédiaires plus faibles. Les côtes principales supportent 2 tubercules sur les flancs. Le 3ème tubercule, au sommet des flancs, est à peine discernable. Ce type de costulation peut se rencontrer chez divers genres ou espèces du sommet de l'Hauterivien (genre *Honnoratia*) mais plus fréquemment dans le genre *Emericiceras* du Barrémien basal.

***Paraspiticeras* cf. *percevali* Uhlig**
FSL 89733; Adroit des Aravis: intervalle hémipélagique supérieur. Pl. 2, fig. 6.
Fragment de section corrodée en calcaire gris, très mal conservé, mais non déformé et fortement surbaissé, bien typique du genre. H = 60 mm, E = 100 mm. Hauterivien terminal - Barrémien inférieur. Un deuxième exemplaire (FSL 89952 [coll. B. Clavel 268.4]) a été récolté en éboulis dans le même endroit. Il s'agit d'un fragment de loge (longueur: 110 mm) avec une section surbaissée rappelant celle des *Paraspiticeras*. Traces de côtes principales et de deux côtes intermédiaires plus faibles avec une constriction.

***Pseudothurmannia* cf. *angulicostata* (d'Orbigny)**
FSL 109743 (coll. A. Müller AM 230); Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique inférieur. Pl. 1, fig. 2; Pl. 2, fig. 2.
Dimension: on n'observe qu'environ 1/3 d'ammonite correspondant approximativement à un diamètre de 45 mm. La forme générale rappelle bien la forme du type de l'espèce (D = 50 mm; E = 15 mm; H = 18 mm; E/H = 0,83; voir Busnardo [2006, p. 50]). Ici, les dimensions mesurables sont: E = 12 mm; H = 14 mm; E/H = 0,85; il s'agit d'un fragment non déformé. La section est épaisse, avec des flancs assez plats, ainsi que l'aire siphonale. La costulation montre des côtes nettes, proverses et faiblement sigmoïdes, à rares bifurcations. Il n'y a pas de côtes principales bien exprimées, elles sont presque toutes de taille homogène, bien plus régulières que celles de l'espèce-type. En bordure siphonale, les petits tubercules si caractéristiques du genre *Pseudothurmannia*, sont discernables en lumière rasante. Les tours internes n'étant pas visibles, on ne peut déterminer l'espèce avec certitude. Mais le niveau stratigraphique correspond bien à l'Hauterivien supérieur.

***Pseudothurmannia* cf. *pseudomalbosi* (Sarasin et Schondelmayer)**
FSL 89945 (coll. B. Clavel 268.1); Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique inférieur. Pl. 1, fig.6.
Fragment (longueur: 170 mm) d'une ammonite d'assez grande taille au diamètre de l'ordre de 300 mm. H = 84 mm; E = 40 mm. Individu fortement corrodé et aplati. Section plus haute que large, ombilic très ouvert corespondant à un enroulement évolute. Sur les flancs, la costulation est discernable bien que très érodée. Avec deux côtes principales chacune associée à un sillon et à un reste de tubercule, elles rappellent bien les côtes principales de l'espèce type figurées pl. XVIII, fig. 4 (Busnardo et al. 2003). Sur l'aire siphonale, toutes les côtes deviennent uniformes et la traversent sans atténuation. Cette ammonite appartient à l'Hauterivien supérieur.

***Pseudothurmannia stanislasi* (Torcapel)**
FSL 109744 (coll. A. Müller AM 229); Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique inférieur. Pl. 2, fig. 7.
Dimension: le ¼ d'ammonite récoltée, en calcaire noirâtre finement recristallisé, correspond approximativement à un individu de 250 à 300 mm de diamètre. Longueur du fragment: 125 mm. E = 68 mm; H = 80 mm; E/H = 0,85; en partie déformée par étirement sur un côté. L'enroulement est sub-évolute: forme bien

reconnaissable par l'empreinte du tour intérieur. La section, bien que légèrement déformée, montre une forme «lourde», épaisse à flancs faiblement droits et une zone siphonale avec tendance à l'aplatissement. La costulation, assez mal conservée, comprend des côtes aigües, presque droites et nettement proverses; elles sont presque toutes semblables avec quelques bifurcations difficiles à discerner et traversent l'aire siphonale sans atténuation. Il s'agit là d'un fragment de *Pseudothurmannia stanislasi* de grande taille, forme peu fréquente dans la zone à Ohmi de l'Hauterivien supérieur, surtout dans les milieux hémipélagiques.

***Raspailiceras* sp.**
FSL 89949 (coll. G. Trabold 24.03); Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur. Pl. 1, fig. 5; pl. 2, fig. 5.
Environ un demi-tour d'une ammonite au diamètre de 180 mm, H = 63 mm, E = 40 mm. Sédiment en calcaire gris sombre, faiblement argileux. L'enroulement paraît assez évolute, mais il reste difficile à apprécier en raison de la fracturation et de la déformation de la coquille. La section est plus haute que large, avec des flancs faiblement incurvés et une aire siphonale bien arrondie. Les flancs sont lisses mais entrecoupés de trois sillons nets et d'allure un peu sigmoïde. La section plus haute que large ainsi que les sillons faiblement sigmoïdes rappellent les *Raspailiceras* de la base du Barrémien, mais peut-être aussi les *Plesiospitidiscus canalis* (Busnardo et al. 2003), lesquels peuvent coexister au même niveau, à l'extrême base de la zone à Hugii.

***Torcapella* cf. *fabrei* (Torcapel)**
FSL 89950 (coll. G. Trabold 24.03). Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur. Pl. 1, fig. 1; pl. 2, fig. 1.
Fragment représentant environ ¼ de tour en calcaire schisteux noir. Longueur: 170 mm, pouvant correspondre à une ammonite d'environ 250 mm de diamètre. Elle est déformée par étirement latéral et par un faible aplatissement. Néanmoins, la section, plus haute que large, aux flancs à légère courbure et à zone externe rétrécie, correspond bien à la forme caractéristique des Torcapelles. Les côtes aplaties, serrées, recouvrant tous les flancs, sont bien celles du genre *Torcapella* (Busnardo 1984). Leur simplicité, sans bifurcations, suggère la *T. fabrei*, forme primitive de la base du Barrémien.

***Torcapella* cf. *fabrei* (Torcapel)**
FSL 89947; Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur.
Ammonite de taille moyenne (D = 135 mm), en calcaire gris foncé avec quelques pointes de silicification. Enroulement moyen. Section plus haute que large E = 36 mm; H = 65 mm. Corrosion ayant effacé presque toute l'ornementation. Il ne subsiste, visibles sous éclairage rasant, que quelques côtes larges, non bifurquées, faiblement flexueuses, attribuables aux Torcapelles du Barrémien inférieur.

***Torcapella suessiformis* Busnardo**
FSL 89732; Adroit des Aravis: intervalle hémipélagique supérieur.
Environ 1/3 d'ammonite, montrant une section haute (H = 80 mm; E = 45 mm) avec une aire siphonale bien arrondie. Bien que fortement effacée, l'ornementation des *Torcapelles* est visible avec quelques bifurcations caractéristiques du genre et de l'espèce. Barrémien inférieur.

***Torcapella* gr. *suessiformis* Busnardo**
FSL 470674 (coll. J. Charollais 3093-1); Adroit des Aravis: intervalle hémipélagique supérieur.
Dimensions: D = 195 mm; O = 45 mm; E > 40 mm; H = 85 mm. Assez grande ammonite partiellement conservée, un peu aplatie: section étroite. Costulation nette, flexueuse, assez fine, avec de nombreuses bifurcations. L'ornementation camérale préfigure déjà l'espèce *T. capillosa*, laquelle apparaîtra plus tard dans le Barrémien inférieur.

***Torcapella* sp.**
FSL 89944; Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur. Pl. 1, fig. 3; Pl. 2, fig. 3.
Un tour presque complet d'une ammonite déformée et fortement corrodée. D = 185 mm; E = 45 mm (en partie comprimée); H = 75. Enroulement spiralé avec un recouvrement moyen. La section est nettement plus haute que large, avec une tendance triangulaire sans doute accentuée par la compression. Cette section, quoiqu'un peu déformée, rappelle celle des *Torcapella* par ses flancs à faible courbure et l'étroitesse de la zone externe. La costulation, fortement effacée, montre de larges côtes simples proverses, à courbure amplifiée vers le haut des flancs. Les bifurcations sont indistinctes. Cette forme caractérise le Barrémien inférieur (zone à Hugii).

Torcapella sp.
FSL 470675 (coll. J. Charollais 3093-2); Adroit des Aravis: intervalle hémipélagique supérieur. Pl. 2, fig. 8.
Dimensions: H = 60 mm; E > 32 mm; D = 160 mm. Demi-ammonite aplatie. La costulation est usée mais discernable. La section montre bien l'étroitesse du haut des flancs assez caractéristique du genre *Torcapella*.

ECHINIDES

Le genre *Toxaster* est caractéristique du domaine circalittoral, et ne se rencontre donc pas sur la plateforme urgonienne, où il est remplacé par le genre *Heteraster*: il est par contre abondant dans les faciès

	Toxaster retusus	Toxaster gibbus	Toxaster seynensis
Interambulacre 5			
plastron	mésamphisterne	métamphisterne	métamphisterne
préanales	3	2	2
Structure porifère			
	homogène	différenciée	différenciée
Ambulacre impair (III)			
Pores	allongés, égaux alignés	allongés, égaux en chevrons	courts, égaux en chevrons

hémipélagiques qui précèdent immédiatement son installation ou qui s'insèrent dans sa bordure externe, soulignant ainsi l'apparition d'un cortège transgressif (TST). L'extension stratigraphique de chacune de ses espèces est bien calée sur la biozonation des ammonites.

Les trois espèces récoltées dans le cadre de cette étude sont les suivantes:

- *Toxaster retusus* (Lamarck) [= *T. amplus* Desor, *T. complanatus* De Blainville, *T. michelini* Cotteau, *T. cuneiformis* Gras, *T. obtusus* Lambert, *T. gabrieli* Denizot]. Voir Clavel 1984 et Pl. 3, figs. 10 – 13 (ce travail).
- *Toxaster gibbus* Agassiz. Voir Clavel 1989 et Pl. 3, figs. 6-9 (ce travail).
- *Toxaster seynensis* Lambert [= *T. brunneri* Merian pars]; Pl. 3, figs. 2 – 5.

Elles se distinguent très clairement par leur structures, observables quelles que soient les déformations subies lors de la fossilisation (Pl. 3, fig. 1) *(voir tableau ci-contre).*

Le remplacement de *Toxaster retusus* par *Toxaster seynensis* est un évènement général qui se fait dans un laps de temps très court et n'est normalement pas susceptible d'une erreur d'interprétation: sa mise en évidence constitue donc une indication stratigraphique extrêmement précise et fiable.
Dans les nombreuses coupes du domaine hémipélagique où il a pu être observé et daté par l'ammonitofaune, ce remplacement se situe à la partie inférieure du cortège de haut niveau (HST) de la séquence Ha6, c'est-à-dire au passage de la zone à Balearis à la zone à Ohmi.
Il est légitime de considérer que sa mise en évidence n'est pas susceptible d'une erreur d'interprétation, car les deux espèces, qui se succèdent abruptement, n'appartiennent pas à la même lignée phylétique, à la différence de *T. gibbus* qui évolue vers *T. seynensis*. Leurs structures anatomiques spécifiques, nettement différenciées, ne représentent pas les stades évolutifs successifs d'un même schéma: elles ne sauraient donc dépendre pour leur identification de l'appréciation subjective du déterminateur.

ORBITOLINIDÉS

Les nombreux orbitolinidés collectés confirment l'existence dans l'Hauterivien supérieur d'espèces considérées jusqu'à présent par certains auteurs comme débutant dans le Barrémien inférieur – *Valserina broennimanni*, *Paracoskinolina maynci*, *Cribellopsis elongata* – ou le Barrémien supérieur – *Valserina primitiva*, «*Paracoskinolina*» *reicheli*, *Falsurgonina vanneauae* Clavel et al. 2009b, *Paleodictyoconus actinostoma*, *Falsurgonina pileola* – (Arnaud-Vanneau 1980: Arnaud et al. 1998, 2005). La plupart d'entre-eux avaient déjà été signalés dans l'Hauterivien supérieur (Clavel et al. 2007).

Les trois nouvelles espèces d'orbitolinidés cités dans ce travail (*Paleodictyoconus beckerae* n. sp., *Falsurgonina vanneauae* n. sp., «*Paracoskinolina*» *reicheli* n. sp.) font l'objet de trois notes citées en bibliographie (Clavel et al. 2009 a, b,c) et publiées dans ce volume.

Dépôt du matériel

Les échantillons et les lames minces sont déposés au Département de géologie et de paléontologie du Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève: nous remercions le Directeur de ce Département, Lionel Cavin, de sa bienveillante sollicitude.

Remerciements

Nous remercions Jean-Claude Chermette, Expert à la Direction «Exploration» de TOTAL S.A., pour ses conseils pertinents portant sur la progradation de la plate-forme urgonienne. Le Prof. Pascal Kindler a bien voulu relire avec attention notre texte: bon connaisseur de la problématique régionale évoquée dans cette note, il nous a fait part de nombreuses et très judicieuses remarques, dont nous avons tenu compte dans la rédaction finale.

Nous témoignons notre vive reconnaissance à Jacques Metzger, géologue-graphiste à la Section des Sciences de la Terre de l'Université de Genève, qui a assuré l'iconographie de cet article avec compétence et qui nous a fait part de nombreuses remarques scientifiques pertinentes. Nous tenons également à assurer Pierre Desjacques, technicien au Département de géologie et de paléontologie de l'Université de Genève, de toute notre gratitude pour la minutie avec laquelle il a traité notre matériel nous permettant ainsi de travailler sur des lames minces d'excellente qualité.

Nous remercions également la SPHN pour son soutien pour le financement de cette publication grâce au fonds Rehfous-Collard.

Bibliographie

- **Arnaud H, Arnaud-Vanneau A, Blanc-Aletru M-C, Adatte T, Argot M, Delanoy G, Thieuloy J-P, 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.** 1980. Micropaléontologie, paléoécologie et sédimentologie d'une plate-forme carbonatée de la marge passive de la Téthys: l'Urgonien du Vercors septentrional et de la Chartreuse (Alpes occidentales). Geol. Alpine, Mém. H. s., 11:1-874, Grenoble.
- **Ayrton S.** 1980. Géologie de la zone Martigny-Chamonix (versant suisse) et l'origine de la nappe de Morcles (un exemple de subduction continentale). Eclogae geol. Helv. 73/1:137-172, Bâle.
- **Baudin F.** 1986. Etude sédimentologique et stratigraphique du Barrémien au Maastrichtien de la partie orientale des Bornes (Alpes, Savoie). D.E.A. Univ. Paris. P. & M. Curie, Dép. géol. séd., 41 pp.
- **Busnardo R.** 1984. *Torcapella*, nouveau genre d'ammonites du Barrémien inférieur. Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon, 37:85-131.
- **Busnardo R.** 2006. Révision critique de la Paléontologie française d'Alcyde d'Orbigny, vol. IV, Céphalopodes crétacés, 292 p. In Fischer J-C & Gauthier H, avec la collaboration de Busnardo R, Combémorel R, Delanoy G, Guérin-Franiatte S, Joly B, Kennedy J, Sornay J, Tintant H.: 662 pp., Backhuys publ., Leiden
- **Busnardo R, Charollais J, Weidmann M, Clavel B.** 2003. Le Crétacé inférieur de la Veveyse de Châtel (Ultrahelvétique des Préalpes externes: canton de Fribourg, Suisse). Revue Paléob., Genève, 22/1:1-174.
- **Chaplet M.** 1989. Etude géologique du massif subalpin des Bornes (Haute-Savoie). Relations structurales entre Unité des Aravis et Bornes externes dans le synclinal de nappes de Thônes. Trav. Dép. Sci. Terre 11, Univ. Savoie, Chambéry, 220 pp.
- **Chaplet M.** 1992. Relations stratigraphiques et tectoniques entre nappe des Aravis et Bornes externes dans le synclinal de nappes de Thônes (Massif subalpin des Bornes – Haute-Savoie – France). Eclogae geol. Helv. 85/1: 23-43. Bâle.
- **Charollais J, Arnaud-Vanneau A, Busnardo R, Clavel B, Donze P, Fauconnier D, Manivit H, Oertli HJ, Septfontaine M, Steinhauser N, Strasser A.** 1981. Livret-Guide. Réunion en Haute-Savoie 25-27 mai 1981. Groupe français du Crétacé. Publ. Dép. géol. Pal. Univ. Genève, sér. Guide géol. 1, 169 pp.
- **Charollais J, Busnardo R, Cardin M, Clavel B, Decrouez D, Delamette M, Gorin G, Lepiller M, Mondain PH, Rosset J, Villars F.** 1988. Notice explicative. Carte géol. France (1/50000), feuille Annecy-Bonneville. Orléans. BRGM. 139 pp.
- **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 conflitos e ordem. Homenagem ao Professor Ferreira Soares. MMGUC, Coimbra: 197-207.
- **Charollais J, Clavel B, Schroeder R.** 1986. Migration de la plate-forme urgonienne dans les chaînes subalpines de Haute-Savoie (57-104). In Blondel T. Charollais J., Clavel B., Schroeder R.: Livret-guide Excursion (n. 1) du Congrès Benthos'86. Jura méridional et chaînes subalpines 27 sept. 1986. Publ. Dép. géol. pal. Univ. Genève, sér. Guide géol. 5, Genève, 107 pp.
- **Charollais J, Clavel B, Schroeder R, Busnardo R, Cherchi A, Massera M, Müller A, Orsat V, Zaninetti L.** 2001. Installation et évolution de la plate-forme urgonienne du Jura aux Chaînes subalpines septentrionales (Bornes, Bauges, Chartreuse). Suisse, France. Arch. Sci. Genève 54/3: 139-169.
- **Charollais J, Clavel B, Schroeder R, Busnardo R, Decrouez 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.
- **Charollais J, Conrad M-A, Schroeder R, Thieuloy JP.** 1969. Sur deux gisements de céphalopodes du Barrémien inférieur aux Aravis et dans les Bauges. C. R. Séanc. SPHN Genève, NS, 4/3: 179-182.
- **Charollais J, Rietschel S, Rosset J.** 1967. Sur un gisement d'éponges d'âge Hauterivien-Barrémien, dans la chaîne des Aravis (Haute-Savoie).- Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble, 43: 63-69.
- **Charollais J, Rosset J, Busnardo R, Manivit H, Remane J.** 1981. Stratigraphie du Crétacé en relation avec les formations qui l'encadrent dans l'unité de Nantbellet (= nappe inférieure *sensu lato* de la klippe de Sulens), Haute-Savoie, France. Géologie Alpine, 57: 15-91, Grenoble.
- **Clavel B.** 1984. Echinides (tabl. 6.9, p. 296). *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.** (1989): Echinides du Crétacé inférieur jurassien: stratigraphie, paléoécologie, paléontologie. Mém. Soc. neuchât. Sci. nat., XI: 149-182, Neuchâtel.
- **Clavel B, Busnardo R, Charollais J.** 1986. Chronologie de la mise en place de la plate-forme urgonienne du Jura au Vercors. C. R. Séanc. Acad. Sci., II, 302/8: 583-586, Paris.
- **Clavel B, Charollais J, Busnardo R.** 1987. Données biostratigraphiques nouvelles sur l'apparition des faciès urgoniens du Jura au Vercors. Eclogae geol. Helv. 80/1: 59-68. Bâle.
- **Clavel B, Charollais J, Conrad M, Jan du Chêne R, Busnardo R, Gardin S, Erba E, Schroeder R, Cherchi A, Decrouez 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 sa complémentarité avec l'analyse séquentielle: exemple de l'Urgonien jurassien et subalpin. Bull. Soc. géol. France, 166/6: 663-680. Paris.
- **Clavel B, Decrouez D, Charollais J, Busnardo R.** 2009a: *Palaeodictyoconus beckerae* n. sp., un orbitolinidé (Foraminifère) nouveau de l'Hauterivien supérieur (Crétacé) à faciès urgonien (SE France, Jura franco-suisse, Pyrénées espagnoles). Arch. Sci. Genève, ce volume.
- **Clavel B, Decrouez D, Charollais J, Busnardo R.** 2009b. *Falsurgonina vanneauae* n. sp., un orbitolinidé (Foraminifère) nouveau de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien (Crétacé) à faciès urgonien (SE France, Jura franco-suisse, Pyrénées espagnoles). Arch. Sci. Genève, ce volume.
- **Clavel B, Decrouez D, Charollais J, Busnardo R.** 2009c: *«Paracoskinolina» praereicheli* n. sp., un orbitolinidé (Foraminifère) nouveau de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur (Crétacé) à faciès urgonien (SE France, Jura franco-suisse, Préalpes suisses). Arch. Sci. Genève, ce volume.
- **Collet LW.** 1936: Les brèches du Jurassique supérieur et la limite Jurassique-Crétacé. Eclogae geol. Helv. 29/1: 283-290.
- **Collet LW.** 1955: Notice explicative. Feuille 5 Genève-Lausanne. Carte géol. gén. Suisse 1:200 000. Comm. géol. Suisse, 47 pp., Berne.
- **Conrad M-A.** 1969: Les calcaires urgoniens dans la région entourant Genève. Eclogae geol. Helv., 62/1: 1-79, Bâle.
- **Conrad M-A.** 1970: Barremian and Lower Aptian Dasycladaceae in the area surrounding Geneva (Switzerland). Geologica Romana IX: 63-100.
- **Détraz H, Charollais J, Remane J.** 1987: Le Jurassique supérieur – Valanginien des chaînes subalpines septentrionales (massifs des Bornes et de Platé, Haute-Savoie: Alpes occidentales): analyse des resédimentations, architecture du bassin et influences des bordures. Eclogae geol. Helv. 80/1: 69-108, Bâle.
- **Détraz H, Müller A, Müller D, Villars F.** 1982-1983: Carte géologique de la chaîne des Aravis entre la vallée de l'Arve et le col des Aravis (Haute-Savoie, France) à 1/25 000. Trav. Dipl. Ing.-Géol., Dép. géol. pal., Univ. Genève (inédit).
- **Détraz H, Müller A, Müller D, Villars F.** 1984-1985: Etude géologique de la chaîne des Aravis (Haute-Savoie, France). Trav. Dipl. Ing.-géol., Dép. géol. pal., Univ. Genève, 6 vol. (inédit).
- **Détraz H, Müller A, Müller D, Villars F.** 1986: Etude préliminaire de la stratigraphie et de la sédimentologie de la chaîne des Aravis (Haute-Savoie, France: domaine delphino-helvétique). Arch. Sci. Genève, 39/3: 365-376.
- **Doudoux B, Barféty J-C, Carfantan J-C, Tardy M, Nicoud G.** 1992: Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille Annecy-Ugine (702). Orléans. BRGM. 62 pp.
- **Doudoux B, Rosset J, Barféty J-C, Carfantan J-C, Pairis J-L.** 1992: Carte géol. France (1/50 000), feuille Annecy-Ugine (702). Orléans. BRGM.
- **Froidevaux R.** 1976: Applications statistiques à l'étude paléosédimentologique de l'Hauterivien (Haute-Savoie, France). Thèse 1739, Univ. Genève, 10 p.
- **Gidon M, Pairis J-L.** 1993: Géométrie et origine des dislocations synsédimentaires de la base de l'Urgonien des Aravis (massifs subalpins septentrionaux). Géologie Alpine, 69: 53-58, Grenoble.
- **Homewood P.** 1974: Le flysch du Meilleret (Préalpes romandes) et ses relations avec les unités l'encadrant. Eclogae geol. Helv., 67/2: 349-401, Bâle.
- **Homewood P.** 1976: Sur les faciès des flyschs ultrahelvétiques dans les Préalpes Internes romandes. Eclogae geol. Helv., 69/2: 281-295, Bâle.
- **Kindler P.** 1988: Géologie des wildflyschs entre Arve et Giffre (Haute-Savoie, France). Publ. Dép. géol. pal. Univ. Genève, Sect. Sci. Terre, Genève, 6, 134 pp.
- **Kindler P, Ujetz B, Charollais J, Wernli R.** 1995: Submarine resedimentation of Cretaceous deposits during the Palaeogene: the «Formation gréso-glauconieuse» from the Ultrahelvetic Prealps (Haute-Savoie, France). Bull. Soc. Géol. France, Paris, 166/5: 507-515.
- **Massera M.** 2001: L'Urgonien jurassien, pré-subalpin et subalpin entre Genève et Chambéry (SE de la France). Mém. thèse, Sect. Sci. Terre, Univ. Genève, 172 pp. (inédit).
- **Mennessier G.** 1977: Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille St.-Gervais-les-Bains. Orléans. BRGM. 38 pp.
- **Mennessier G, Rosset J, Bellière J, Antoine P, Carme F.** 1976: Carte géol. France (1/50 000), feuille St.-Gervais-les-Bains. Orléans. BRGM.
- **Moret L.** 1934: Géologie du massif des Bornes et des klippes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). Mém. Soc. géol. France, Paris, n. sér., 22, 161 pp.
- **Müller A.** 1985: Etude géologique de la chaîne des Aravis entre l'Arve et le col des Aravis (Haute-Savoie, France). Dipl. Ing.-géol., Dép. géol. pal. Univ. Genève, 137 pp. (inédit).
- **Pairis B, Pairis J-L, Porthault B.** 1973: Présence de Crétacé supérieur reposant sur le socle dans le massif des Aiguilles Rouges, Alpes de Haute-Savoie. C. R. Acad. Sci. Paris, 276, sér. D.: 1131-1134.

- **Pairis J-L, Bellière J, Rosset J.** 1992: Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille Cluses. Orléans. BRGM. 89 pp.
- **Pairis J-L, Pairis B, Bellière J, Rosset J, Détraz H, Müller A, Müller D, Villars F, Menessier G, Charollais J, Kindler P, Pierre X, Uselle J-P.** 1993: Carte géol. France (1/50000), feuille Cluses. Orléans. BRGM.
- **Reboulet S, Klein J, Barragan R, Company M, Gonzalez-Arreola C, Lukeneder A, Raisossadat SN, Sandoval J, Szives O, Tavera JM, Vasicek 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: 1-7
- **Rivano-Garcia S.** 1978: Contribution à l'étude géologique du SE du massif des Bornes: la partie méridionale de la chaîne des Aravis entre le col des Aravis et la cluse de Faverges-Ugine (Haute-Savoie, France). Thèse 3e cycle, Univ. P. & M. Curie, Paris VI, 195 pp.
- **Rosset J.** 1956: Description géologique de la chaîne des Aravis entre Cluses et le col des Aravis (Haute-Savoie). Bull. Serv. Carte géol. France, 53/247: 341-487, Paris.
- **Rosset J, Charollais J, Toumarkine M, Manivit H, Chateauneuf J-J, Schaub H.** 1976: Présentation des différentes unités du synclinal de Thônes (Haute-Savoie, France). Eclogae geol. Helv., 69/2: 359-402, Bâle.
- **Schroeder R, Conrad M-A, Charollais J.** 1967: Sixième note sur les foraminifères du Crétacé inférieur de la région genevoise. Contribution à l'étude des orbitolinidae: *Valserina brönnimanni* Schroeder & Conrad, n. gen., n. sp.: *Paleodictyoconus barremianus* (Moullade) et *Paleodictyoconus cuvillieri* (Foury). Arch. Sci. Genève, 20/2: 199-222.
- **Spence G.H.** 1991: Megablocks in the Subalpine Chains of the Aravis, southeast France: In situ break-up of a homoclinal carbonate platform or evidence of platform margin collapse, Dolomieu Conf. Carbonate Platform Margins, Ortisei, Abstr. 1: 257–258.
- **Spence G.H.** 1996: The Mid-Cretaceous Urgonian Carbonate Platform of the NE Subalpine Chains of SE France: A Sequence Stratigraphic Approach. Unpublished Ph.D. thesis, Univ. Durham, 650 pp.
- **Spence G.H. & Tucker M.E.** 1992: Megablocks and sea-level falls: An example from the mid-Cretaceous of the French Alps. Proc. Conf. Sequence Stratigraphy of European Basins, Dijon, 18–23 May (1992). Abstr.:330–331.
- **Spence G.H. & Tucker M.E.** 1997: Genesis of limestone megabreccias and their significance in carbonate sequence stratigraphic models: a review. Sedimentary Geology 112: 163-193.
- **Spence G.H. & Tucker M.E.** 1999: Modeling carbonate microfacies in the context of high-frequency dynamic relative sea-level and environmental changes. Journ. Sed. Res. 69/4: 947-961.
- **Trabold GL.** 1994: Gravity mass movements, relative sea-level changes and biostratigraphy in late Hauterivian to early Barremian delphino-helvetic deposits (Chaîne des Aravis, Haute-Savoie, SE-France). Strata, 1er Congr. Franç. Stratigr.-CFS'94, 1/6: 134-135, Toulouse.
- **Trabold GL.** 1996: Development of the Urgonian limestones in the delphino-helvetic realm (northern subalpine chains, Haute-savoie, France). Sedimentology, Sequence Stratigraphy and Biostratigraphy. Thèse 2751, Univ. Genève. Publ. Dép. géol. pal. Univ. Genève, 20: 1-187.
- **Truyol V.** 1985: Contribution à l'étude sédimentologique et stratigraphique du Crétacé (Valanginien – Sénonien) de la chaîne des Aravis (Savoie, France). D.E.A. Stratigraphie, Univ. Paris. P. & M. Curie, 64 pp.

Planche 1 - Ammonites de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» dans la chaîne des Aravis (Combe de Bella Cha)

Fig. 1: Torcapella *cf.* fabrei *(Torcapel) - FSL 89950 (coll. G. Trabold 24.03) - Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur - Barrémien basal.*

Fig. 2: Pseudothurmannia *cf.* angulicostata *(d'Orbigny) - FSL 109743 (coll. A. Müller AM 230) - Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique inférieur - Hauterivien supérieur.*

Fig.3: Torcapella sp. *- FSL 89944 - Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur - Barrémien inférieur.*

Fig. 4: Emericiceras *sp. - FSL 89948 - Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur - Barrémien inférieur.*

Fig. 5: Raspailiceras *sp. - FSL 89949 (coll. G. Trabold 24.03) - Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique supérieur - Barrémien basal.*

Fig. 6: Pseudothurmannia *cf.* pseudomalbosi *(Sarasin et Schoendelmayer) - FSL 89945 (coll. B. Clavel 268.1) - Combe de Bella Cha: intervalle hémipélagique inférieur - Hauterivien supérieur.*

Pour toutes les figures, la barre d'échelle représente 50 mm.

Planche 1

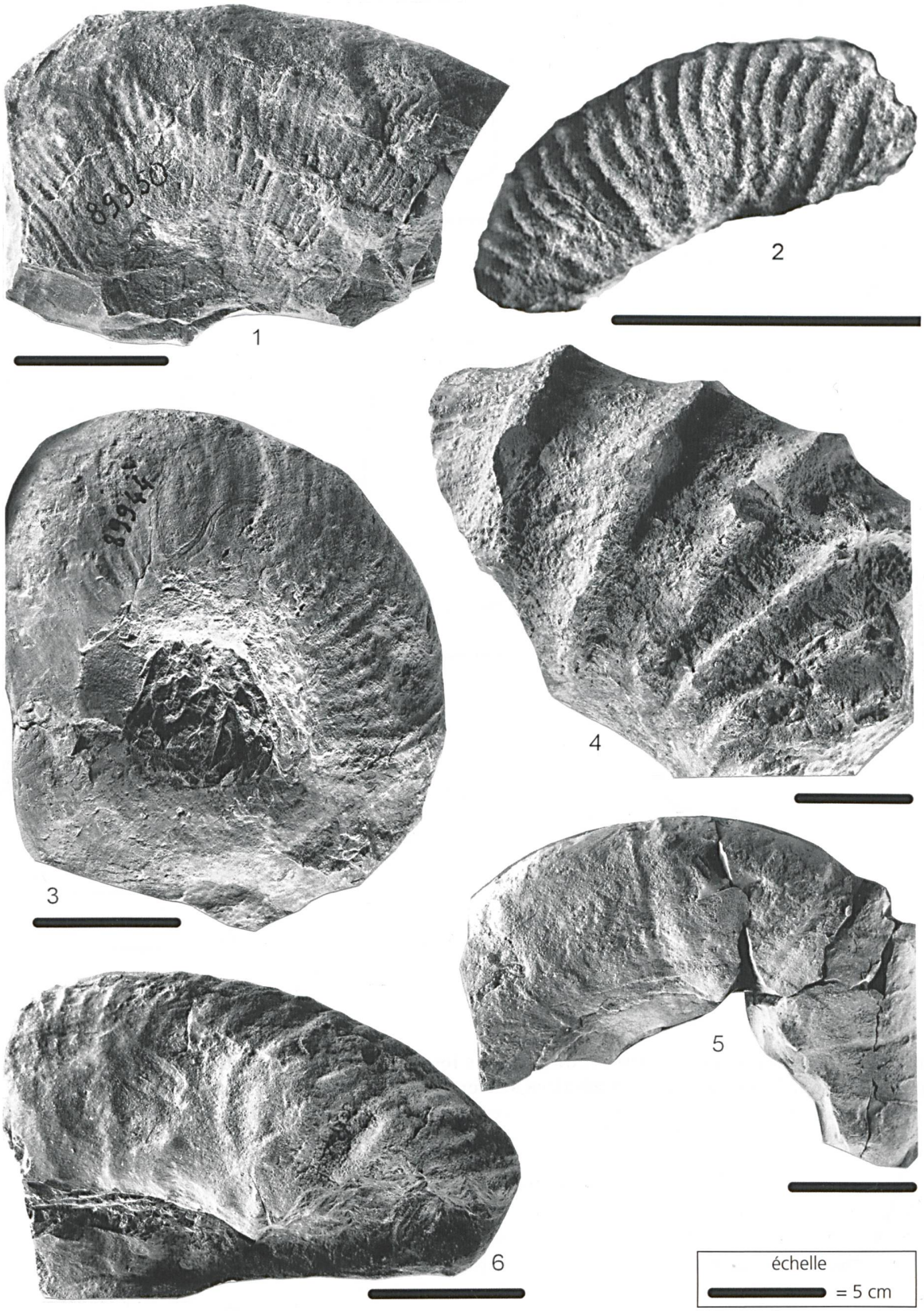

Planche 2 - Sections d'ammonites récoltées dans les faciès hémipélagiques de la parti supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» (Combe de Belle Cha et Adroit des Aravis)

Fig. 1: Torcapella *cf.* fabrei *(Torcapel) - FSL 89950; coll. G. Trabold 24.03. Combe de Bella Cha.*

Fig. 2: Pseudothurmannia *cf.* angulicostata *(d'Orbigny) - FSL 109743; coll. A Müller AM 230. Combe de Bella Cha.*

Fig. 3: Torcapella *sp. - FSL 89944. Combe de Bella Cha.*

Fig. 4: Emericiceras *sp. - FSL 89948. Combe de Bella Cha.*

Fig. 5: Raspailiceras *sp. - FSL 89949; coll. G. Trabold 24.03. Combe de Bella Cha.*

Fig. 6: Paraspiticeras *cf.* percevali *(Uhlig) - FSL 89733. Adroit des Aravis.*

Fig. 7: Pseudothurmannia stanislasi *(Torcapel) - FSL 109744; coll. A. Müller AM 229. Combe de Bella Cha.*

Fig. 8: Torcapella *sp. - FSL 470675; coll. J. Charollais 3093-2. Adroit des Aravis.*

Fig. 9: Emericiceras *sp. - FSL 89946. Combe de Bella Cha.*

Reconstitution de la section; les côtes trituberculées, effacées par la corrosion, ne sont pas reportées

Pour toutes les figures, la barre d'échelle représente 30 mm

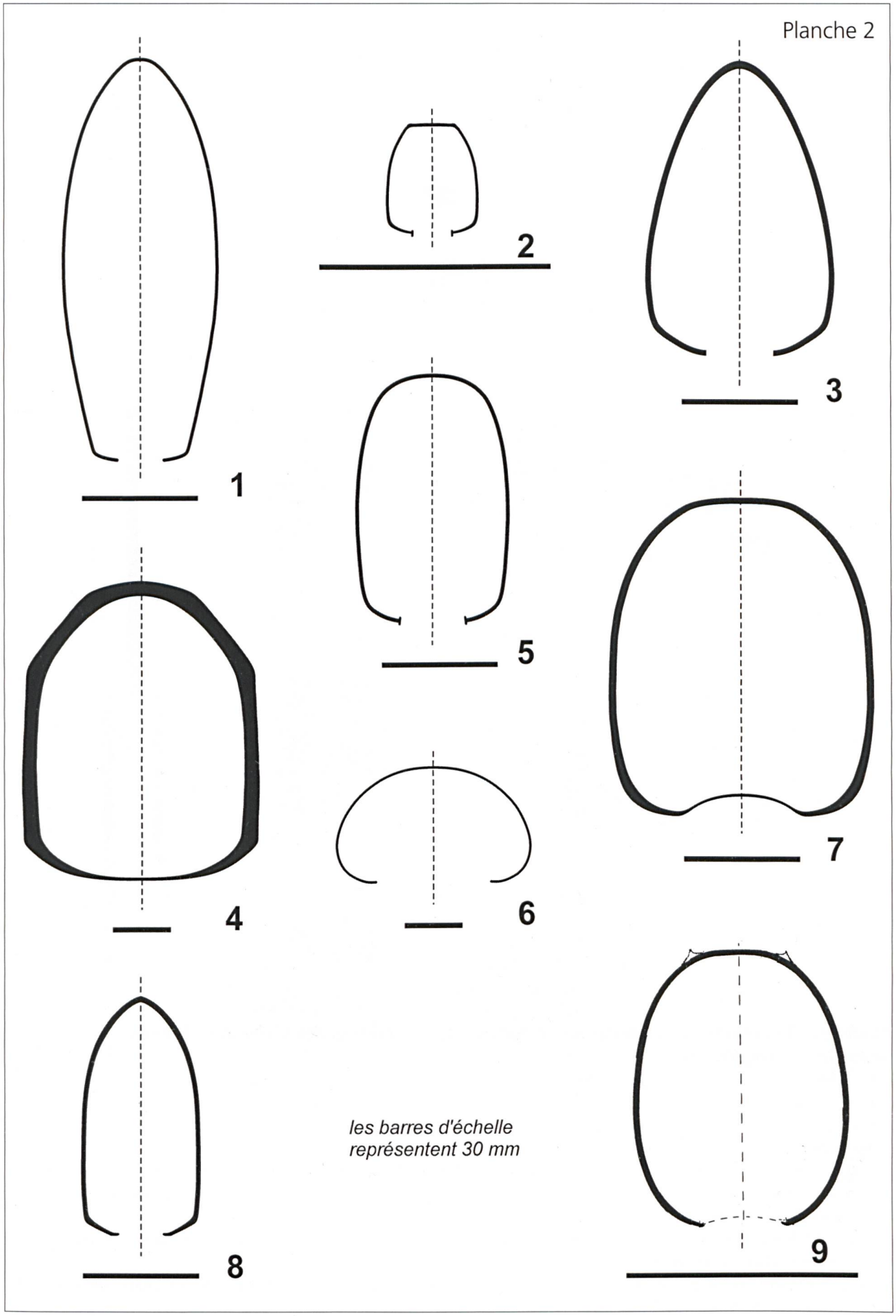
Planche 2
1
2
3
4
5
6
7
8
9
les barres d'échelle
représentent 30 mm

Planche 3: Echinides de la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» de la chaîne des Aravis

Fig. 1: Nomenclature des plaques de l'interambulacre 5 à la face orale chez les échinides irréguliers.

Figs. 2 – 5: Toxaster seynensis *Lambert - Coll. B.C. (éch. AM 246). Combe de Bella Cha - intervalle hémipélagique supérieur.*

2: face supérieure - 3: profil côté gauche - 4: interambulacre 5 entre le péristome et le périprocte - 5: organisation des pores de l'ambulacre impair à la face supérieure.

Figs. 6 – 9: Toxaster gibbus *Agassiz - Coll. B.C. (éch. J.C. 2075). Combe de Barme - intervalle hémipélagique inférieur.*

6: face supérieure - 7: profil côté gauche - 8: interambulacre 5 entre le péristome et le périprocte - 9: organisation des pores de l'ambulacre impair à la face supérieure.

Figs. 10 – 13: Toxaster retusus *(Lamarck) - Coll. B.C. Adroit des Aravis - intervalle hémipélagique inférieur à 20 m sous l'olistolithe supérieur - Hauterivien supérieur.*

10: face supérieure - 11: profil côté gauche - 12: interambulacre 5 entre le péristome et le périprocte - 13: organisation des pores de l'ambulacre impair à la face supérieure.

Planche 3

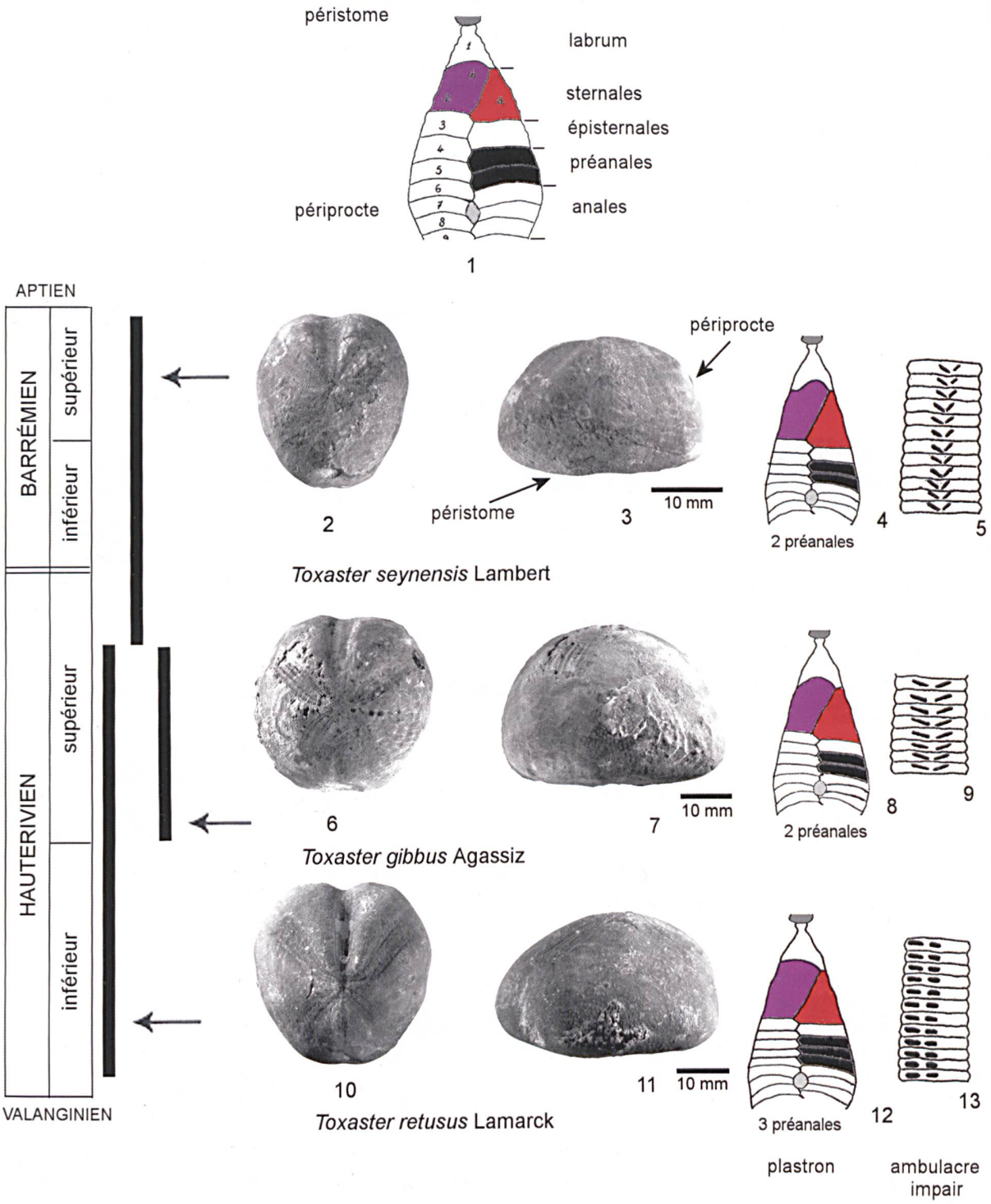
péristome
labrum
sternales
épisternales
préanales
anales
périprocte
1
APTIEN
BARRÉMIEN
supérieur
inférieur
HAUTERIVIEN
supérieur
inférieur
VALANGINIEN
périprocte
péristome
2
3
10 mm
2 préanales
4
5
Toxaster seynensis Lambert
6
7
10 mm
2 préanales
8
9
Toxaster gibbus Agassiz
10
11
10 mm
3 préanales
12
13
Toxaster retusus Lamarck
plastron
ambulacre impair

Planche 4: Orbitolinidés des olistolithes à faciès urgonien de la partie centrale de la chaîne des Aravis (sommet de la «Formation des Calcaires siliceux»)

Figs. 1 – 7: Montseciella glanensis *(Foury).*

1: Combe de Pacaly, lame PA16.17-2a - section subaxiale - olistolithe supérieur.

2: Combe du Grand Crêt, lame GC13.09A- 2a - section subaxiale - olistolithe inférieur.

3: Combe du Grand Crêt, lame GC13.05a - section subaxiale - olistolithe inférieur.

4: Adroit des Aravis, lame CA 1-6a - section tangentielle - olistolithe supérieur.

5: Combe de Balme, lame BA 19a.02-1c - section subaxiale - olistolithe inférieur.

6: Combe de Bella Cha, lame BC8Ca - section subaxiale - olistolithe inférieur.

7: Combe de Balme, lame BA 19a.02-1d - section tangentielle - olistolithe inférieur.

Figs. 8 – 11: Paleodictyoconus beckerae *n. sp. Clavel, Decrouez, Charollais et Busnardo 2009a.*

8: Combe de Bella Cha, lame BC8Aa - section subaxiale - olistolithe inférieur.

9: Combe du Grand Crêt, lame GC13.10-1a - section subaxiale - olistolithe inférieur.

10: Combe du Mont Charvet, lame MO21.12-1a - section subaxiale - olistolithe supérieur.

11: Combe de Pacaly, lame PA16.17-3a - section subaxiale - olistolithe supérieur.

Figs. 12 – 16: Valserina primitiva *Schroeder, Charollais et Conrad.*

12: Combe de Bella Cha, lame BC8Ga - section tangentielle - olistolithe inférieur.

13: Combe de Balme, lame BA 19a.02-1a - section tangentielle - olistolithe inférieur.

14: Adroit des Aravis, lame CA 1-1a - section tangentielle oblique - olistolithe supérieur.

15: Combe du Grand Crêt, lame GC15.08-1a - section tangentielle oblique - olistolithe inférieur.

16: Combe de Pacaly, lame PA16.15a - section tangentielle - olistolithe supérieur.

Fig. 17: Paleodictyoconus cuvillieri *(Foury) - Combe de Balme, lame BA19a.05-1a - section subaxiale - olistolithe inférieur.*

Fig. 18: Falsurgonina vanneauae *n. sp. Clavel, Decrouez, Charollais et Busnardo 2009b - Combe de Balme, lame BA19a.04-2a - section subaxiale - olistolithe inférieur.*

Fig. 19: Urgonina alpillensis *(Foury) - Adroit des Aravis, lame CA 1-4a - section subaxiale - olistolithe supérieur.*

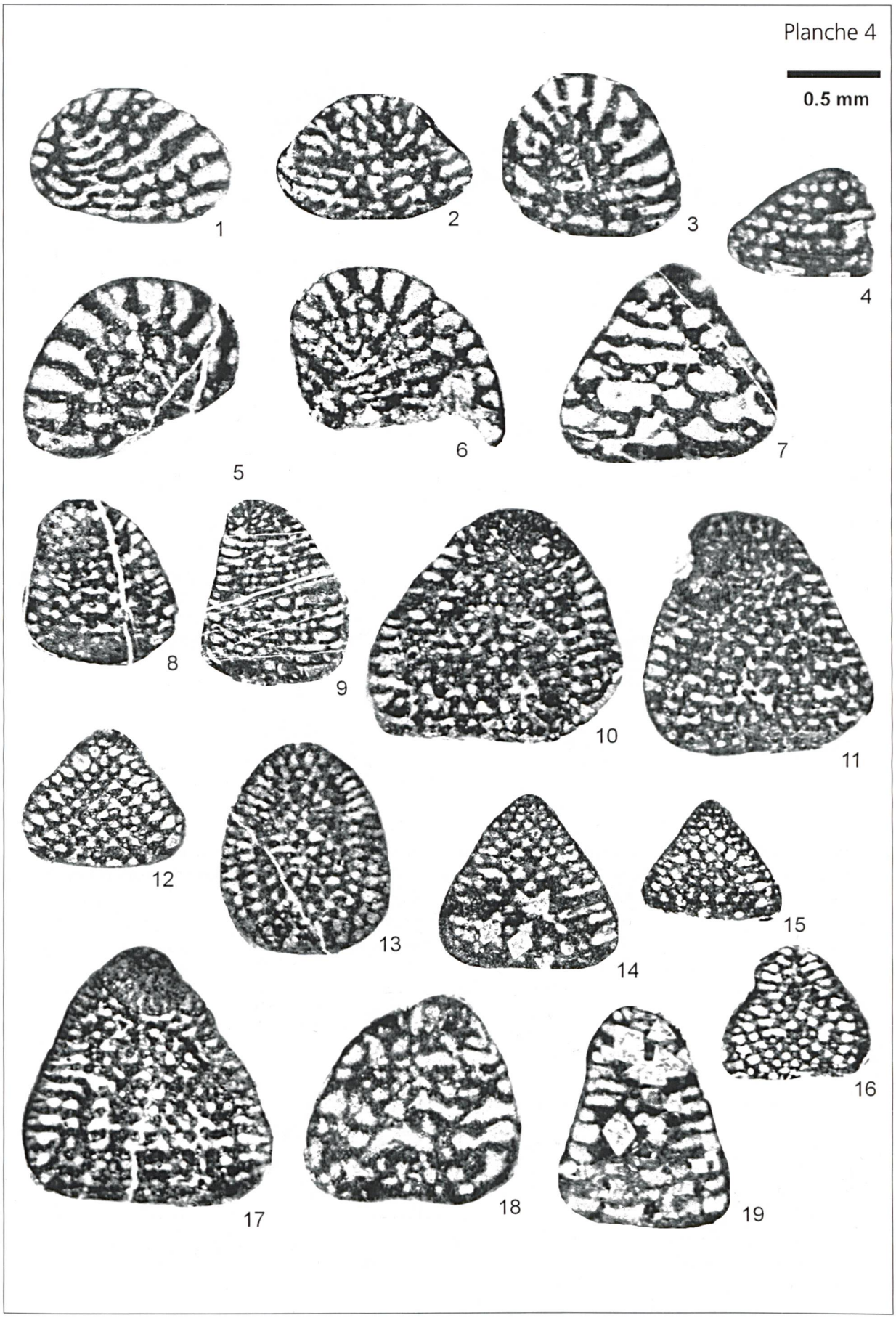
Planche 4
0.5 mm
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Planche 5: Orbitolinidés de la base de la «Formation des Calcaires urgoniens» (versant sud-oriental de l'anticlinal du Mont Durand: affleurements le long de la D 909, sur rive droite du Nom)

Figs. 1 – 5, 22: Montseciella glanensis *(Foury).*

1: lame 602-1a - section subaxiale: 2: section polie subaxiale 602a13: 3: lame 602-3a - section tangentielle: 4: section polie tangentielle 604a36; 5: lame 604-3b - section transverse oblique; 22: section polie transverse 602a5.

Figs. 6 - 7: Valserina primitiva *Schroeder, Charollais et Conrad.*

6: lame 604-2a - section subaxiale: 7: lame 604-3a - section subaxiale.

Fig. 8: Paleodictyoconus beckerae *n. sp. Clavel, Decrouez, Charollais et Busnardo 2009a - lame 604-1b - section subaxiale.*

Fig. 9: Falsurgonina vanneauae *n. sp. Clavel, Decrouez, Charollais et Busnardo 2009b - lame 604-3c - section subaxiale.*

Figs. 10 - 11: Urgonina alpillensis *(Foury).*

10: lame 602-2c - section tangentielle: 11: lame 602-1b - section subaxiale.

Fig. 12: Falsurgonina pileola *Aranud-Vanneau et Argot - lame 602-3b - section subaxiale.*

Fig. 13: «Paracoskinolina» praereicheli *n. sp. Clavel, Decrouez, Charollais et Busnardo 2009c - lame 604-4a - section tangentielle.*

Fig. 14: «Paracoskinolina» reicheli *(Guillaume) - lame 602-2a - section subaxiale.*

Fig. 15: Paleodictyoconus cuvillieri *(Foury) - section polie tangentielle 604a25.*

Figs 16 - 17: Paracoskinolina maynci *(Chevalier). 16: section polie subaxiale 602a27; 17: section polie subaxiale 604a27.*

Fig. 18: Paracoskinolina *aff.* sunnilandensis *(Maync) - section polie subaxiale 604a42.*

Fig. 19: Paracoskinolina querolensis *(Canerot et Peybernes) - section polie subaxiale 604a38.*

Fig. 20: Cribellopsis *aff.* neoelongata *(Cherchi et Schroeder) - section polie subaxiale 604a10.*

Fig. 21: Cribellopsis elongata *(Dieni, Massari et Moullade) - section polie subaxiale 604a22.*

Fig. 22: Montseciella glanensis *(Foury) - section polie transverse oblique 602a5.*

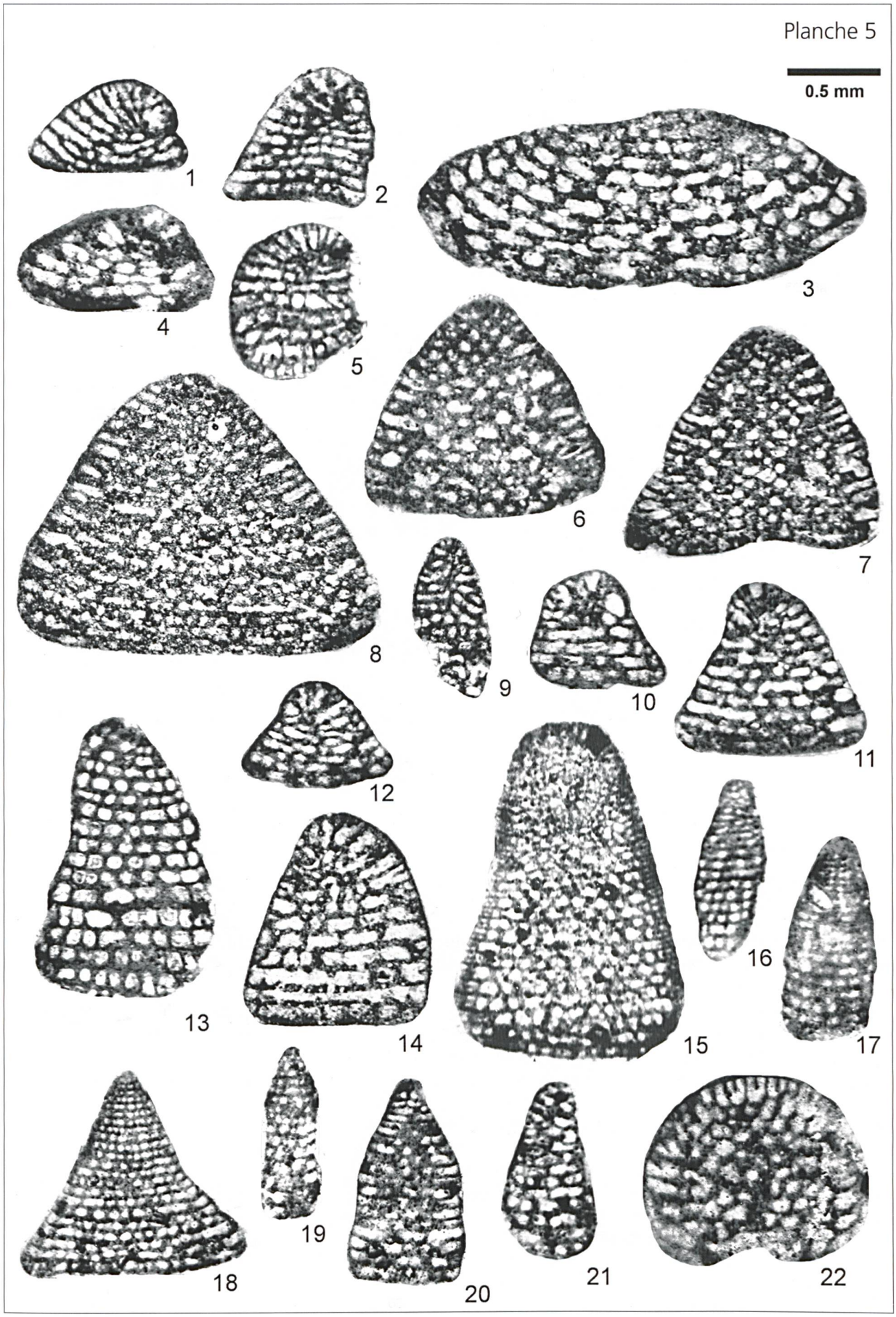
Planche 5
0.5 mm
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

Planche 6: Orbitolinidés de la barre à coulées bioclastiques interstratifiée dans la partie supérieure de la «Formation des Calcaires siliceux» du Bois des Etroits (rive droite du Borne)

Figs. 1 - 4: Montseciella glanensis *(Foury).*

1: lame 6794a1 - section subaxiale; 2: lame 6906-3a - section tangentielle; 3: lame 6906-6a - section subaxiale; 4: lame 6907-6a - section transverse oblique.

Figs. 5 – 7, 11: Paleodictyoconus beckerae *n. sp. Clavel, Decrouez, Charollais et Busnardo 2009a*

5: lame 6779c1 - section subaxiale; 6: lame 6906-9a - section tangentielle; 7: lame 6906-7a - section subaxiale; 11: lame 6906-14c - section tangentielle.

Figs. 8 – 10, 14 -15: Valserina primitiva *Schroeder, Charollais et Conrad.*

8: lame 6788c2 - section subaxiale; 9: lame 6906-13a - section tangentielle; 10: lame 6906-1c - section subaxiale; 14: lame 6906-12a - section tangentielle; 15: lame 6906- 14a - section tangentielle.

Figs. 12 – 13: Paleodictyoconus cuvillieri *(Foury).*

12: lame 6906-4a - section tangentielle; 13: lame 6791c1 - section tangentielle oblique.

Fig. 16: Urgonina alpillensis *(Foury) - Lame 6781c1 - section tangentielle.*

Fig. 17: Paleodictyoconus actinostoma *Arnaud-Vanneau et Schroeder - lame 6907-2a - section subaxiale.*

Fig. 18: Falsurgonina vanneauae *n. sp. Clavel, Decrouez, Charollais et Busnardo 2009b - lame 6790b1 - section tangentielle.*

Fig. 19: Paracoskinolina maynci *Chevalier - lame 6787a - section polie subaxiale.*

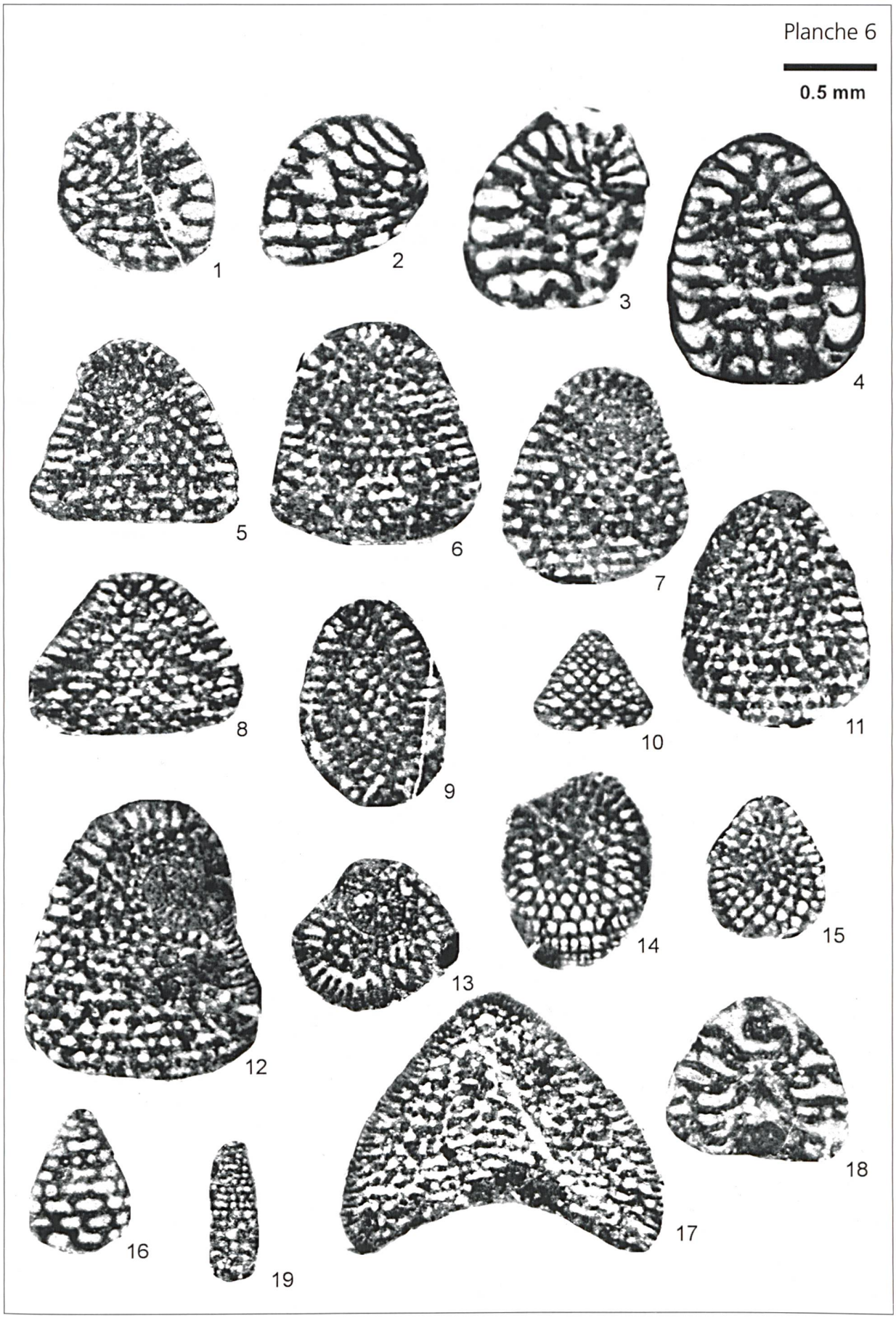
Planche 6
0.5 mm
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19