

# Installation et évolution de la plate-forme urgonienne du Jura aux chaînes subalpines septentrionales (Bornes, Bauges, Chartreuse, Suisse, France)

Autor(en): **Charollais, Jean / Clavel, Bernard / Schroeder, Rolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société**

Band (Jahr): **54 (2001)**

Heft 3

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740522>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Archs Sci. Genève	Vol. 54	Fasc. 3	pp. 139-169	Décembre 2001
-------------------	---------	---------	-------------	---------------

**INSTALLATION ET EVOLUTION DE LA PLATE-FORME  
 URGONIENNE DU JURA  
 AUX CHAÎNES SUBALPINES SEPTENTRIONALES  
 (BORNES, BAUGES, CHARTREUSE)  
 SUISSE, FRANCE**

PAR

**Jean CHAROLLAIS<sup>1</sup>, Bernard CLAVEL<sup>2</sup>, Rolf SCHROEDER<sup>3</sup>,  
 Robert BUSNARDO<sup>2</sup>, Antonietta CHERCHI<sup>4</sup>, Massimo MASSERA<sup>2</sup>,  
 Alexandre MULLER<sup>5</sup>, Véronique ORSAT<sup>6</sup>, Louisette ZANINETTI<sup>1</sup>**

*(Ms reçu le 19.10.2001, accepté le 28.12.2001)*

ABSTRACT

**Installation and evolution of the Urgonian platform from the Jura Mountains to the Northern Subalpine chains (Bornes, Bauges, Chartreuse). Switzerland, France.** - During the past three decades, the history and process of installation of the Urgonian carbonate platform in the Jura Mountains (Western Switzerland and SE France), as well as in the Northern Subalpine Chains (SE France) have been widely discussed and variously interpreted. However, during the same period, Orbitolinids have been extensively studied in a general effort to improve the biostratigraphic value of the group, today one of the most accurate among benthic Foraminifers for the subdivision of the Lower Cretaceous. Simultaneously, the taxonomy of the Orbitolinids made remarkable progresses: more than ten new genera and species have been described, and the stratigraphic range of most of the index species has been correlated with the ammonite standard biozonation. Concurrently the identification of three major phylogenetic lineages of Orbitolinids allowed to emphasize the evolutionary radiation of the group during the interval from the Upper Hauterivian to the Lower Aptian. In order to complete the biostratigraphic data, high-resolution sequence stratigraphy analysis has been successfully applied to some recently investigated geological sections, located in the area between Geneva and Chambéry, as well in the Jura Mountains, as in the Northern Subalpine Chains.

The main results of this long term research are:

- the installation of the Urgonian carbonate platform along a Geneva-Arve Valley axis, following a NW-SE direction from the Jura to the Northern Subalpine Chains, started at the base of the Upper Hauterivian and lasted until the Lower Barremian;
- inside the Jurassic Domain, the Urgonian platform progradation has an orientation NNE-SSW, starting from the Swiss Jura Domain down to the Jura of Chambéry;

<sup>1</sup> Département de géologie et de paléontologie, Sciences de la Terre, 13, r. Maraîchers, CH-1211 Genève 4.

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre, 43, bd. 11 Novembre, F-69622 Villeurbanne Cedex.

<sup>3</sup> Geologisch- Paläontologisches Institut, Senckenberg-Anlage 32-34, D-60054 Frankfurt am Main.

<sup>4</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, 51, v. Trentino, I-09100 Cagliari.

<sup>5</sup> Lundin Oil Services SA, 6, r. de Rive, CH-1204 Genève.

<sup>6</sup> 1148, rte du Salève, F-74160 Jussy.

- discontinuities linked to periods of emersion of the inner platform during the periods of lowstand or during full sequences have been emphasized;
- a new paleogeographic model has been elaborated, showing the morphological relationships between the Jurassian and Delphino-helvetic Domains, during the Upper Hauterivian to the Barremian.

**Key-words:** Urgonian, Hauterivian, Barremian, Aptian, Northern Subalpine Chains, Jura Mountains, Orbitolinids.

## INTRODUCTION

En complément d'un travail (M. Massera, à paraître) portant sur la sédimentologie des Calcaires urgoniens des domaines jurassien, pré-subalpin et subalpin du SE de la France (Ain, Haute-Savoie et Savoie), cette note présente les corrélations d'une dizaine de coupes de Calcaires urgoniens, choisies sur 3 transversales entre Genève et Grenoble, ainsi qu'une nouvelle interprétation de cette formation dans la région de la Chambotte (Fig. 1). L'argumentation sur laquelle s'appuient les corrélations proposées dans cette publication, résulte de l'action concertée d'une équipe multidisciplinaire, dont les thèmes de recherche portent principalement sur la paléontologie (essentiellement micropaléontologie), la biostratigraphie et la stratigraphie séquentielle. Plusieurs études de ce groupe de recherche ont déjà été publiées ou sont en cours de publication. Nous ne citerons que les plus significatives: SCHROEDER *et al.* (1989), CLAVEL *et al.* (1994), CLAVEL *et al.* (1995), TRABOLD (1996), CHAROLLAIS *et al.* (1998), SCHROEDER *et al.* (1990, 1999). Les résultats obtenus et présentés dans ces travaux consacrés aux Calcaires urgoniens des domaines jurassien, pré-subalpin<sup>7</sup>, subalpin, ardéchois et provençal, peuvent s'étendre à d'autres régions de la Téthys, comme par exemple, aux Pyrénées espagnoles (SCHROEDER *et al.*, 2000).

Les corrélations des coupes choisies sur les trois transversales considérées (Fig. 1) sont essentiellement basées sur l'analyse séquentielle et la biozotation des orbitolinidés (Fig. 2). Une fois établies, ces corrélations ne peuvent être interprétées sur le plan paléogéographique qu'après le remplacement des coupes étudiées dans leur position originelle. Pour ce faire, il faut estimer les raccourcissements que les différents domaines paléogéographiques ont subi lors des phases de compression dues à l'orogénèse alpine. L'évaluation des taux de raccourcissement varie suivant les auteurs. Comme l'ont déjà remarqué CHAROLLAIS *et al.* (1996, fig. 11, p. 40), cette information d'ordre tectonique est primordiale si l'on veut déterminer correctement la vitesse de migration de la bordure occidentale de la plate-forme européenne, au moment des dépôts des Calcaires urgoniens.

## TRANSVERSALE A: GENÈVE - VALLÉE DE L'ARVE

Sur la transversale A (Fig. 1), 5 portions de coupes permettent d'observer l'évolution de la mise en place de la partie inférieure des Calcaires urgoniens depuis les chaînons jurassiens les plus internes (Vuache, Salève) jusqu'aux chaînes subalpines septentrionales

<sup>7</sup> Bien que le domaine pré-subalpin n'ait été défini par STEINHAUSER (1970) que pour la période berriaso-valanginienne, nous garderons provisoirement cette appellation pour les époques hauterivienne et barrémienne.

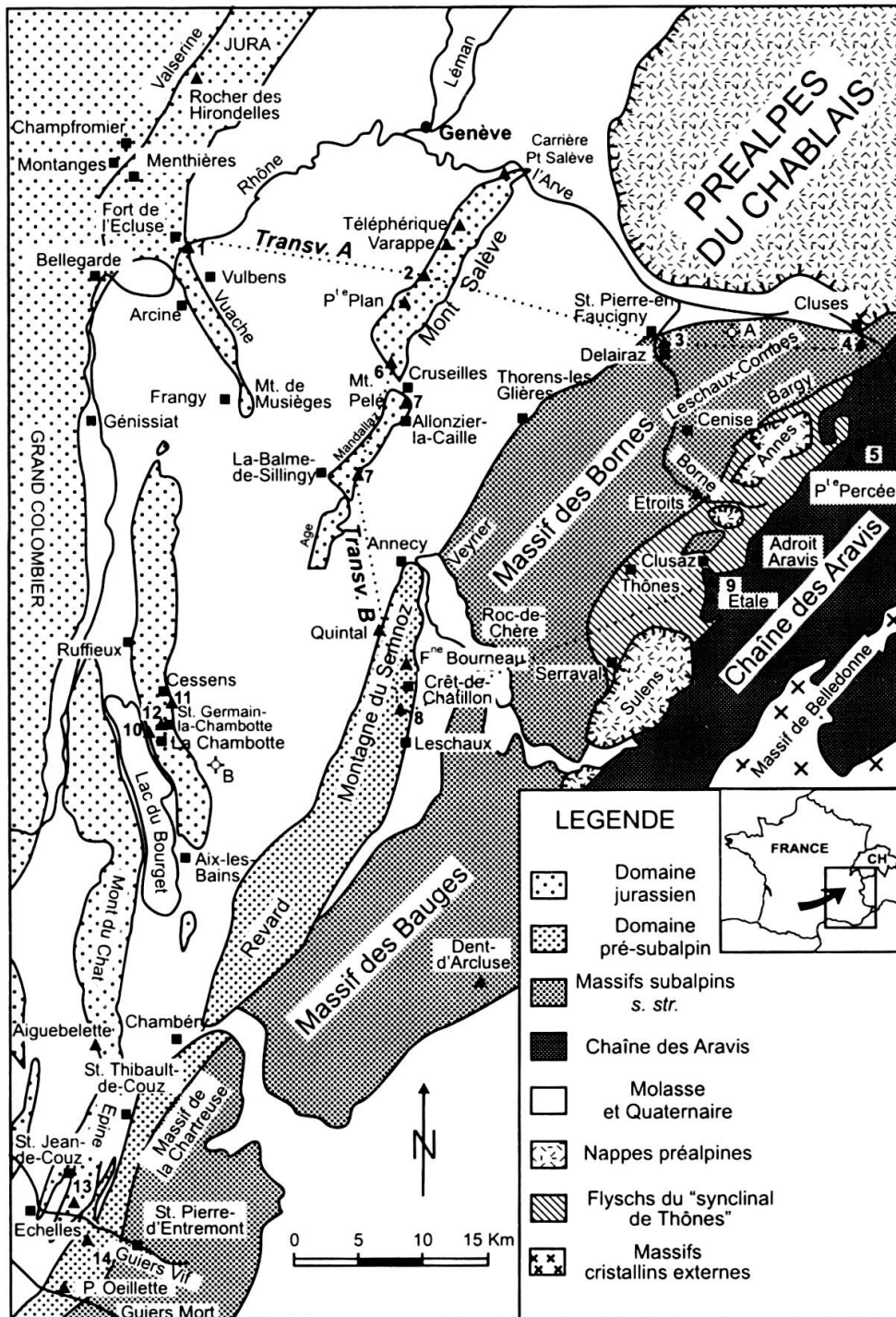


FIG. 1.- PLAN DE SITUATION.

*Transversale A: Genève - vallée de l'Arve:* 1. Vuache; 2. Grand Piton; 3. Flanc nord du plateau d'Andey; 4. Flanc nord du Rocher de Cluses; 5. Combe de Bella Cha.

*Transversale B: Salève - Annecy - Thônes:* 6. Ravin de St. Martin; 7. Chez Fumex; 8. Leschaux; 9. La Blonnière.

*Région de la Chambotte:* 10. La Chambotte; 11. Cessens; 12. Carrière de Lassy.

*Transversale C: Les Echelles - St.-Pierre-d'Entremont* (Cette transversale ne comprenant que 2 coupes, elle n'a pas été figurée sur le plan de situation). 13. Berland; 14. Pas du Frou.

Lieux d'implantation des forages: A. Brizon 1, B. La Tailla 1.

*sensu lato*: massif des Bornes (subalpin externe [Plateau d'Andey] et interne [Rocher de Cluses]) et chaîne des Aravis (Bella Cha).

**1. Au Vuache**, les Calcaires urgoniens ont fait l'objet de nombreuses études depuis celle de SCHARDT (1891). Nous ne mentionnerons que le travail de CONRAD (1969) qui a décrit, pour la première fois et en détail, la coupe du Mont de Musièges et une portion de coupe sous le Fort de l'Ecluse, avant de citer la description lithostratigraphique banc par banc des Calcaires urgoniens du Vuache donnée par BLONDEL (1984, 1990) et BLONDEL & SCHROEDER (1986) à partir d'une coupe relevée au bord de la Départementale 908A, reliant Vulbens à Arcine. En 1992, à l'occasion d'une excursion du Groupe français du Crétacé en Haute-Savoie (mai 1992), BLONDEL *et al.* ont présenté la lithologie accompagnée de la répartition des orbitolinidés et des échinides, ainsi que son découpage séquentiel calé sur la biozonation à ammonites de BUSNARDO (1984). Selon ces auteurs, au-dessus de la Pierre jaune de Neuchâtel, apparaissent successivement de bas en haut : l'Urgonien jaune (environ 25 m), l'Urgonien blanc (35 m), couronné par les Calcaires marneux de la Rivière (environ 10 m).

Au Mont de Musièges, BUSNARDO & THIEULY (1989, pp. 137-139) avaient décrit dans le niveau 38 de CHAROLLAIS *et al.* (1983, p. 238 et fig. 9), correspondant au cortège transgressif (TST: Transgressive Systems Tract) de la séquence Ha3, *Lyticoceras claveli*, considéré comme caractéristique du "tout sommet de la zone à *Nodosoplicatum*".

A une vingtaine de kilomètres au NE, dans la région de Montanges - Champfromier sur rive gauche de la Valserine, la partie inférieure de l'Urgonien jaune du Jura genevois avait fourni à MOUTY (1966, p. 82), un fragment d'ammonite. Décrit sous le nom de *Leopoldia?* sp. par MOUTY (1966), ce fragment a été révisé et sa suture cloisonnaire figurée par BUSNARDO & THIEULY (1989, p. 137): ces auteurs l'attribuaient alors à *Lyticoceras* sp. inc. En réalité, ce fragment d'ammonite appartient au groupe *Lyticoceras/Cruasiceras*. Replacé dans son contexte séquentiel, ce fragment d'ammonite correspond à une forme de la séquence Ha3 (extrême base de l'Hauterivien supérieur selon la nomenclature actuelle).

Au Vuache, BLONDEL *et al.* (1992) signalent au sommet de la séquence Ha4 *Praedictyorbitolina claveli*; cette forme est accompagnée par *Praedictyorbitolina carthusiana* dans la deuxième séquence (Ha6) de l'Urgonien blanc. *Valserina primitiva* se rencontre vers le milieu de celui-ci. Au-dessus de la discontinuité marquant la surface de transgression (TST) de la séquence Ha7 (zone à *Angulicostata*, Hauterivien sommital), *Valserina primitiva* et *V. broennimanni* coexistent sur une épaisseur de 8 m.

A la localité-type du Rocher des Hirondelles, dans les «calcaires marneux de La Rivière» sus-jacents, l'association de *V. broennimanni* et de *V. charollaisi* caractérise la période de haut niveau relatif de la séquence Ba1 (zone à *Nicklesi* du Barrémien inférieur).

**2. Dans le chaînon du Salève**, CONRAD (1969) décrit 8 portions de coupes dans les Calcaires urgoniens, dont celle du Grand Piton (1379 m), où est érigée la Tour Bastian. Au pied de ce monument, nos propres relevés nous ont permis de confirmer les résultats

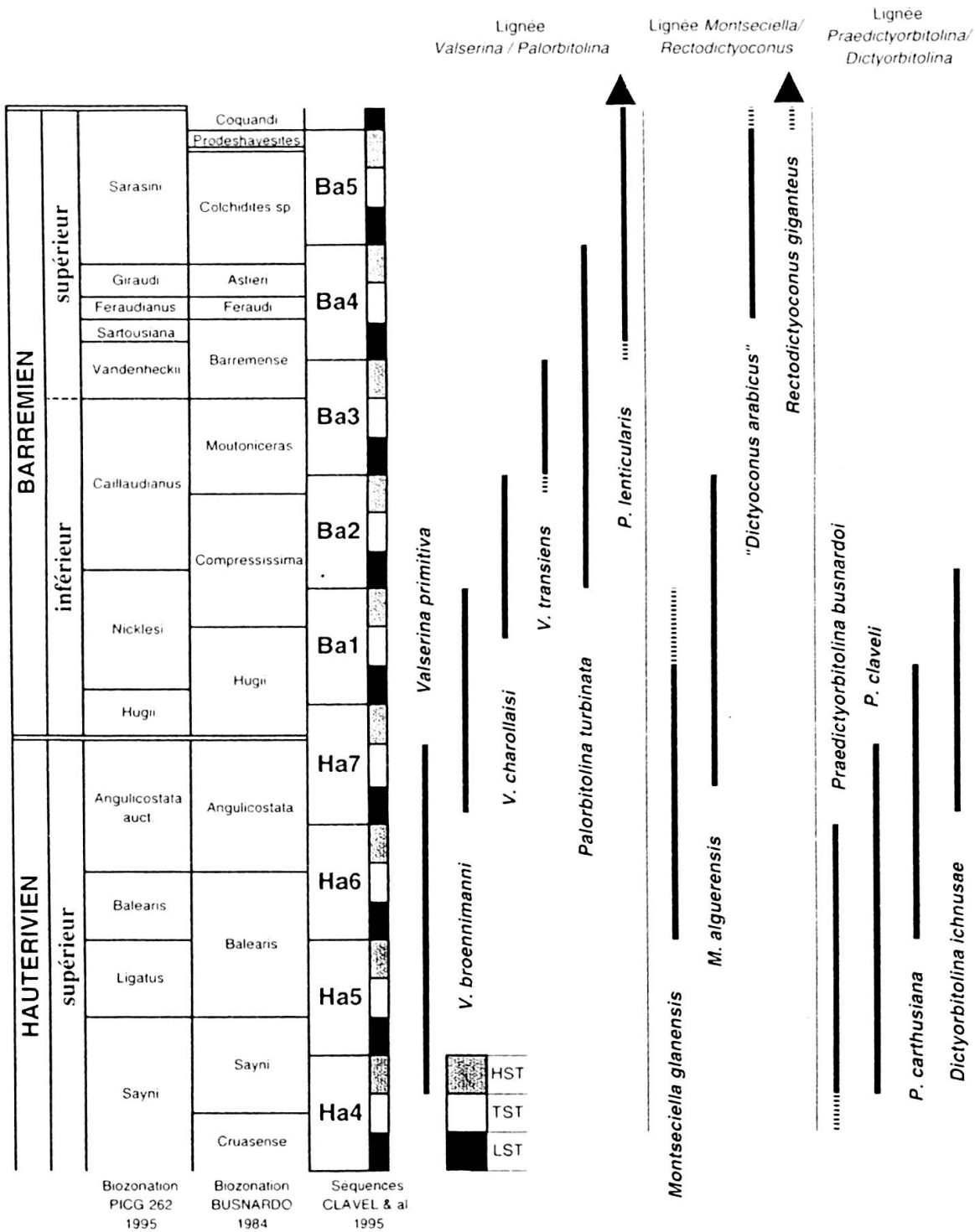


FIG. 2.

Echelle biostratigraphique des lignées phylogénétiques d'orbitolinidés de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien, d'après SCHROEDER *et al.* (2000).

De gauche à droite: âges; biozones d'ammonites (PICG 262, 1993); biozones d'ammonites, BUSNARDO (1984); découpage séquentiel de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien. HST (Highstand Systems Tract): cortège de haut niveau marin. TST (Transgressive Systems Tract): cortège transgressif. LST (Lowstand System Tract): cortège de bas niveau marin. Lignées phylogénétiques: *Valserina/Palorbitolina*, *Montseciella/Rectodictyoconus*, *Praedictyorbitolina/Dictyorbitolina*.

de cet auteur et de les compléter par des diagnoses micropaléontologiques nouvelles. Sur une trentaine de mètres, apparaissent de bas en haut:

- le sommet de la Pierre jaune de Neuchâtel: biosparite quartzo-glaucconieuse à débris d'échinides constituant le cortège de haut niveau (HST: Highstand System Tract) de la séquence Ha2 (10 m); dans plusieurs coupes voisines (régions de la Pointe du Plan, de la gare du téléphérique, Grande Varappe, ancienne carrière d'exploitation pour l'autoroute au Petit Salève), les niveaux supérieurs marneux du "Complexe des Marnes d'Hauterive et de la Pierre jaune de Neuchâtel" (CHAROLLAIS *et al.*, 1998), sont observables: ils représentent le cortège transgressif (TST) de la séquence Ha2 et ont fourni *Lyticoceras nodosoplicatum* et/ou *Saynella clypeiformis*, ammonites caractéristiques de la zone à *Nodosoplicatum* du sommet de l'Hauterivien inférieur. Ces fossiles proviennent en partie des collections de PICTET & de LORIOU (Muséum d'Histoire naturelle de Genève).
- l'Urgonien jaune sur une vingtaine de mètres: calcaires pseudoolithiques, par endroits silicifiés et dolomités. La partie supérieure, représentant la séquence Ha4, est caractérisée par *Praedictyorbitolina claveli*, identifiée pour la première fois au Salève. Elle est associée à *Boueina hochstetteri*, *Carpathoporella fontis*, *Pseudoactinoporella fragilis* et *Dissocladella hauteriviana*; cette association suggère l'Hauterivien supérieur (MASSE, 1993).

**3. Au front du massif des Bornes (partie externe), les Calcaires urgoniens du flanc nord du plateau d'Andey** sont entaillés par la vallée du Borne; une coupe de leur partie inférieure, d'environ 90 m d'épaisseur, affleure le long d'une route communale reliant St. Pierre-en-Faucigny à Delairaz. Elle a été relevée banc par banc en 1981 lors de son élargissement, par CHAROLLAIS *et al.* (1981, p. 99-112). En 1986, à l'occasion de l'excursion du Congrès Benthos'86 dans le Jura méridional et les chaînes subalpines (BLONDEL *et al.*, 1986), la micropaléontologie (foraminifères dont les orbitolinidés<sup>8</sup>, ostracodes, dinokystes, charophytes<sup>9</sup>) de cette coupe a été révisée. Les orbitolinidés identifiés par ARNAUD-VANNEAU en 1981 (*in* CHAROLLAIS *et al.*, 1981) ont été revus par SCHROEDER en 1986, ce qui a permis de proposer de nouvelles datations aux différentes séquences reconnues dans cette coupe. Plus récemment encore VERMEILLE (1996), après avoir rappelé toutes les recherches précédentes effectuées dans cette région (dont celle de CHAROLLAIS *et al.*, 1965), a repris une étude minutieuse de la lithologie, de la sédimentologie et de la biostratigraphie, en plus d'une analyse minéralogique portant notamment

<sup>8</sup> En 1981, les orbitolinidés de cette coupe avaient été déterminés par ARNAUD-VANNEAU (*in* CHAROLLAIS *et al.*, 1981, p. 99 et 112). Se basant sur sa biozonation établie dans le Vercors, cet auteur attribuait les niveaux à silex au Barrémien inférieur (Bi), les biocalcarénites au Barrémien supérieur (Bs1 et Bs2) et les faciès à rudistes (= Calcaires urgoniens *stricto sensu*) au Barrémien supérieur (Bs3). L'attribution des faciès à rudistes au Barrémien supérieur élevé a d'ailleurs encore été confirmée en 1990 à P.-O. MOJON par A. ARNAUD-VANNEAU (voir MOJON & MEDUS, 1990, p. 432).

<sup>9</sup> Dans le travail de BLONDEL & SCHROEDER (1986), MOJON (p. 83-85) avait décrit en lames minces plusieurs genres et espèces de charophytes. La possibilité d'identifier des charophytes à partir de lames minces a été mise en doute par la suite par d'autres spécialistes.

sur les argiles. S'appuyant sur la biozonation des orbitolinidés de l'école grenobloise (ARNAUD-VANNEAU, 1980; ARNAUD & ARNAUD-VANNEAU, 1990), ses attributions chronostratigraphiques sont en contradiction avec celles de SCHROEDER (1986).

La coupe relevée en 1981, dépourvue alors de toute couverture végétale (ce qui n'est plus le cas aujourd'hui), montrait une succession lithologique, représentative du domaine subalpin externe, qui peut se résumer ainsi, de bas en haut:

- calcaires biodétritiques, plus ou moins glauconieux, brunâtres, sur une quarantaine de mètres; vers le haut leur détritisme diminue fortement, la patine devient plus claire et des silex se développent sur environ 8 m. Ce sont les niveaux à *Toxaster retusus* et *Aetostreon couloni* des anciens auteurs;
- calcaires très dolomitiques: 1,30 m;
- biocalcarénites blanchâtres, parfois très grossières et à structures obliques, développées sur une vingtaine de mètres;
- biomicrocrites brunâtres, sombres, très riches en matière organique et en charophytes, sur 0,20 m d'épaisseur;
- calcaires biodétritiques blancs à rudistes: 25 m.

Reposant sur des faciès hémipélagiques, les biocalcarénites, les niveaux à charophytes et les calcaires à rudistes représentent un cortège de bordure de plate-forme (SMST: Shelf Margin Systems Tract) en termes de stratigraphie séquentielle. La présence conjointe de *Valserina primitiva* et *Praedictyorbitolina carthusiana* (= *Dictyorbitolina* aff. *ichnusae*; SCHROEDER *et al.*, 1990, p. 202) tout au long de la série bioclastique (CHAROLLAIS *et al.*, 1986, p. 64), et l'absence de *Valserina broennimanni*, déterminent la période de bas niveau relatif de la séquence Ha 6, dans la zone à Balearis de l'Hauterivien supérieur.

**4. A la hauteur de Cluses**, la vallée de l'Arve entaille l'anticlinal le plus interne du massif des Bornes *stricto sensu* et découvre les Calcaires urgoniens, qui affleurent dans leur intégralité. En effet, **le flanc nord du Rocher de Cluses** permet l'observation de cette formation, représentative du domaine subalpin interne, et qui ici est encadrée, à la base, par les calcaires hémipélagiques à *Toxaster amplius* et *Exogyra couloni* (= Calcaires gréseux à miches; CHAROLLAIS *et al.*, 1988) et, au sommet, par les Grès verts helvétiques (nomenclature DELAMETTE *et al.*, 1997). La coupe dite du Rocher de Cluses a fait l'objet de nombreuses publications, car non seulement elle est d'accès facile (bordure de route), mais elle est dépourvue d'accidents tectoniques majeurs, ce qui la rend unique dans tout le massif des Bornes; elle a d'ailleurs été utilisée pour établir un des premiers essais de biozonation, basé sur des caractères morphologiques internes des orbitolinidés par SCHROEDER *et al.*, en 1968 déjà! TRABOLD (1996) a présenté une étude très minutieuse de cette coupe de 250 m d'épaisseur dans le cadre de sa thèse: la synthèse des résultats micropaléontologiques et sédimentologiques ainsi que l'analyse séquentielle ont été présentées par TRABOLD *et al.* en 1995. En 1996, VERMEILLE reprend l'étude de la coupe du Rocher de Cluses en la complétant par une analyse minéralogique approfondie. L'interprétation de ses résultats biostratigraphiques (ARNAUD *et al.*, 1998) diverge très



sensiblement de celle de TRABOLD *et al.* (1995) et de TRABOLD (1996) puisque que basée sur l'échelle de biozonation des orbitolinidés de l'école grenobloise (ARNAUD-VANNEAU, 1980; ARNAUD & ARNAUD-VANNEAU, 1990).

On ne peut actuellement que confirmer le découpage séquentiel et biostratigraphique de TRABOLD (1996). Les premiers faciès bioclastiques, au-dessus des calcaires hémipélagiques à *Toxaster retusus*, fournissent *Valserina primitiva* et *Praedictyorbitolina carthusiana* de la séquence Ha6. Les niveaux à coraux, niveau charbonneux et rudistes sus-jacents constituent le cortège de bordure de plate-forme (SMST) de la séquence Ha7, (zone à *Angulicostata* de l'Hauterivien terminal) avec l'apparition de *Valserina broennimanni*, qui coexiste à la base avec *V. primitiva*. Après un dernier épisode de biocalcarénites fines représentant la période de haut niveau relatif de la séquence Ha7, le reste de la coupe est formé de calcaires à rudistes entrecoupés de discontinuités, émerives ou non, qui délimitent les périodes de haut niveau relatif ( TST et HST) des séquences suivantes :

- Ba1 : *V. broennimanni*, *V. gr. broennimanni/charollaisi*, *Orbitolinopsis debelmasi*;
- Ba2 : *Urgonina cf. alpillensis*, *Paracoskinolina? hispanica*, *Paracoskinolina reicheli*, *Paracoskinolina? querolensis*, *Cribellopsis neoelongata*;
- Ba4 : *Orbitolinopsis kiliani*, *Cribellopsis neoelongata*;
- Bd1 et Bd2: *Palorbitolina lenticularis*, *Orbitolinopsis gr. kiliani/cuvillieri*, *Paracoskinolina arcuata*;

**5. La chaîne des Aravis**, sur le plan paléogéographique correspond à une partie du domaine subalpin encore plus interne que celle du Rocher de Cluses. Les Calcaires urgoniens s'y dressent souvent en parois défavorables au lever de coupes et sont généralement affectés par une fracturation importante; pourtant ils sont accessibles en plusieurs points (CHAROLLAIS *et al.*, 1967). L'un d'entre eux, **la combe de Bella Cha** a été particulièrement bien étudiée par MULLER (1985), puis par TRABOLD (1996). Dans sa thèse, cet auteur décrit une coupe de 185 m d'épaisseur, qui comprend de bas en haut:

- des calcaires biodétritiques brunâtres, siliceux et glauconieux relevés sur quelques mètres ("Calcaires siliceux", selon PAIRIS *et al.*, 1992);
- des calcaires plus ou moins argileux, biodétritiques, quartzeux, sombres à échinides, huîtres et ammonites. Ce sont des faciès hémipélagiques, dans lesquels s'intercalent deux niveaux de mégablocs lenticulaires à faciès urgonien d'ordre métrique à décamétrique. Cette unité d'une centaine de mètres de puissance<sup>10</sup>, qui se suit depuis la Pointe Percée jusqu'au Rocher de l'Etale, a fait l'objet de plusieurs travaux sédimentologiques axés essentiellement sur leur genèse (DETRAZ *et al.*, 1986; GIDON & PAIRIS, 1993; TRABOLD, 1994). Dans la combe de Bella Cha, MULLER (1985) a décrit ces deux niveaux de mégablocs (Fig. 3): le mégabloc inférieur, d'une épaisseur

<sup>10</sup> Sur la feuille géologique à 1/50.000 (1992), cette unité avait été individualisée (n3c-4a[1]) par PAIRIS *et al.* et dénommée "niveaux de mégablocs de calcaires bioclastiques hauterivo-barrémiens, à faciès urgonien".

maximale de 7 m, est séparé du mégabloc supérieur, qui atteint 20 m de puissance, par des faciès de type hémipélagique développés sur une quarantaine de mètres d'épaisseur.

- des calcaires bioclastiques blanchâtres, développés sur 65 m et comprenant des passées dolomitiques, représentent la base de la "falaise urgonienne" (= calcaires à rudistes).

Dans la combe de Bella Cha, le mégabloc inférieur contient *Valserina primitiva* tandis que le supérieur abrite l'association *V. primitiva/V. broennimanni*. Les faciès hémipélagiques, qui représentent les séquences Ha6 et Ha7, ont fourni des ammonites. Sous le mégabloc supérieur, ont été récoltés *Pseudothurmannia* gr. *grandis*, *Pseudothurmannia* gr. *pseudo-malbosii*, tandis qu'au-dessus ont été recueillis *Paraspiticerias* gr. *percevali*, *Emericiceras* gr. *emerici*, *Torcapella capillosa*, *Torcapella suessi*, *Raspailiceras* gr. *cassida*. Provenant de quelques mètres au-dessus de cette association, mais encore dans des faciès de type hémipélagique et sous la "falaise urgonienne", un exemplaire d'un *Emericiceras* sp. de grande taille a été ramassé dans l'éboulis. FROIDEVAUX (1976) cite également, mais en place, un exemplaire d'*Emericiceras* (dét. R. Busnardo) dans la chaîne des Aravis, au SW de la combe de Bella Cha (coord.: 921,1/106,3). Au-dessus des dernières ammonites, les calcaires bioclastiques constituent le cortège de bordure de plate-forme (SMST) de la séquence Ba1, qui marque l'installation des faciès urgoniens à rudistes.

A une douzaine de kilomètres au SW de la combe de Bella Cha, CHAROLLAIS & al. (1969) avaient déjà signalé, quelques mètres sous un mégabloc de la région dite de l'Adroit des Aravis, *Subsavnella suessi*, *Crioceratites (Emericiceras)* cf. *ottohaasi*, *Nautilus* sp., ce qui démontre l'hétérochronie de ces mégablocs.

**6. Position originelle des aires de dépôt des 5 coupes de la transversale A.** Les coupes des Calcaires urgoniens relevés à l'extrémité septentrionale du **Vuache** et au sommet du **chaînon du Salève (Grand Piton)** sont actuellement séparées d'une vingtaine de kilomètres. Si l'on admet avec SIGNER & GORIN (1995) que le chevauchement du chaînon du Salève atteint une amplitude d'environ 5 km vers le NW (à la hauteur du Grand Salève), il faut considérer que les aires de dépôt étaient à l'origine distantes d'environ 25 km, pour autant que le bassin genevois lui-même ne soit pas affecté de failles inverses provoquant des raccourcissements significatifs, ce qui ne semble pas être le cas.

**La coupe du Grand Piton** (chaînon du Salève, domaine jurassien) se trouve actuellement à une vingtaine de kilomètres de celle du **flanc nord du plateau d'Andey** (massif des Bornes, domaine subalpin externe); or l'interprétation de leur position originelle au Crétacé inférieur diffère suivant les auteurs. Les études de surface (CHAROLLAIS & LIERMIER, 1967; CHAROLLAIS *et al.*, 1988), et de subsurface (forage Brizon 1 et ligne sismique de la vallée du Borne [83 BV 14]; CHAROLLAIS & JAMET, 1990) "permettent d'interpréter les chaînes subalpines dans leur ensemble comme une couverture glissée dont le front serait écaillé ou "redoublé", mais non pas comme des nappes équivalentes aux nappes helvétiques" (CHAROLLAIS & JAMET, 1990, p. 201). Dans cette optique, il

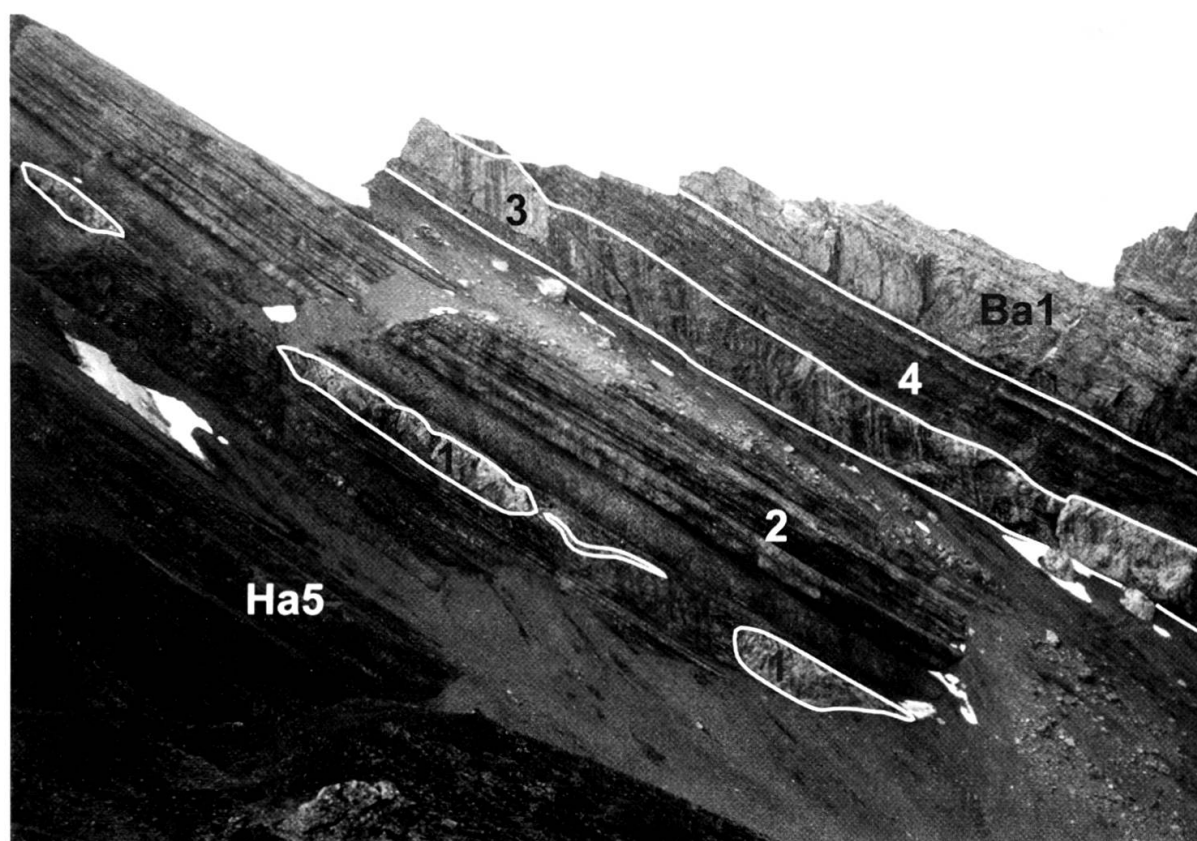


FIG. 3.

Combe de Bella Cha (chaîne des Aravis): vue sur le sommet des faciès hémipélagiques [Ha5] (bord gauche de la photo), mégablocs inférieur et supérieur séparés par des faciès hémipélagiques, et base de la "falaise urgonnaise" [Ba1] (bord droit de la photo). Photo: Alexandre Muller.

1. Mégabloc inférieur (LST) à *Valserina primitiva*; 2. Faciès hémipélagique de la séquence Ha6 (HST) à *Pseudothurmannia gr.grandis*, *Ps. gr. pseudomalbosi*; 3. Mégabloc supérieur (LST) avec la coexistence *Valserina primitiva* / *V. broennimanni*; 4. Faciès hémipélagique de la séquence Ha7 (HST) à *Paraspiticerus gr. percevali*, *Emericiceras sp. de grande taille*, *Emericiceras gr. emerici*, *Torcapella capillosa*, *T. suessi*, *Raspailiceras gr. cassida*.21/01/02.

serait logique d'admettre, au niveau structural des Calcaires urgoniens, des chevauchements d'environ une dizaine de kilomètres, ce qui est de l'ordre de grandeur du chevauchement de la Montagne de Veyrier sur le Roc de Chère, visible à l'affleurement sur rive droite du lac d'Annecy (CHAROLLAIS *et al.*, 1988, p. 101). Dans cette hypothèse, les coupes du Grand Piton et du flanc nord du plateau d'Andey auraient été éloignées l'une de l'autre d'une trentaine de kilomètres au Crétacé inférieur.

D'autres auteurs, privilégiant les données fournies par les lignes sismiques, estiment que le massif des Bornes correspond à une vraie nappe de charriage. Sans vouloir faire un inventaire exhaustif de toutes les hypothèses, nous ne citerons que la synthèse de MARCHANT (1993), qui interprète un profil (Fig. 7-6) à partir de la ligne sismique Ecors Alp-2, qui passe par le chaînon du Salève (Cruseilles) et le massif des Bornes (Thorensles-Glières, La Clusaz). A propos de ce profil, l'auteur écrit (p. 76): "this interpretation differs from previous ones (GUELLEC *et al.*, 1989, 1990a, 1990b; MUGNIER *et al.*, 1989, 1990) mainly by a more pronounced allochthony of the Bornes and Aravis nappes. EPARD

(1990) has shown that these nappes are equivalent of the Morcles nappes and that they find their homeland on the Internal Belledonne massif and not on the External Belledonne massif". D'après le profil tectonique de MARCHANT (1993), interprété à partir de la ligne sismique Ecors Alp-2, le massif des Bornes aurait subi un déplacement vers le NW de l'ordre de 25 km; dans ce cas, les aires de dépôt des Calcaires urgoniens du Grand Piton et du flanc nord du plateau d'Andey auraient été distants d'environ 45 km.

Au sein du massif des Bornes, **les coupes des flancs nord du plateau d'Andey et du Rocher de Cluses** ne sont séparées à l'heure actuelle que d'environ 8 km. Il faut probablement doubler cette valeur dans une reconstitution palinspastique, car ce massif est non seulement affecté de plis et de failles-plis, mais également de chevauchements, comme celui des Rochers de Leschaux - les Combes, dont l'amplitude avoisine le kilomètre, ou celui de l'anticlinal du Bargy, dont le chevauchement sur le synclinal de Cenise, bien que masqué, est très probablement aussi d'ordre kilométrique. Il semble donc raisonnable d'admettre que les aires originelles de dépôt des faciès urgoniens du flanc nord du plateau d'Andey et du flanc occidental du Rocher de Cluses étaient séparés d'une quinzaine de kilomètres. WILDI & HUGGENBERGER (1993, p. 57) envisagent, dans le massif des Bornes, un raccourcissement total de l'ordre de 14 km, ce qui est légèrement supérieur aux valeurs proposées plus haut. Des profils géologiques établis à partir d'analyses d'images sismiques, tels que ceux de BECK *et al.* (1998, fig. 4), laissent supposer de nombreux écaillages et des chevauchements de plus grande amplitude au sein du massif des Bornes, ce qui engendrerait des raccourcissements beaucoup plus importants que ceux proposés ici; mais ni les observations de surface, ni les résultats obtenus à partir de l'analyse des cuttings et des diagraphies (surtout pendagemétrie) du forage Brizon 1 (BZN 1) ne correspondent à ces profils qui, rappelons-le, sont essentiellement basés sur les lignes sismiques.

Bien que distante actuellement de 7 km à 8 km, **la coupe du flanc nord du Rocher de Cluses et celle de la combe de Bella Cha** étaient évidemment beaucoup plus éloignées l'une de l'autre, lors des dépôts "urgoniens". Cependant comme le remarque EPARD (1990), "Bornes et Aravis font partie d'un même ensemble tectonique". Il est vrai que le synclinal de Thônes (MORET, 1934; CHAROLLAIS *et al.*, 1988; PAIRIS *et al.*, 1992), dont l'appellation varie suivant les auteurs («synclinal du Reposoir», ROSSET [1957]; «synclinal de nappes de Thônes», DOUDOUX *et al.* [1982], TARDY & DOUDOUX [1984]; «synclinal de Serraval-Arclusaz», GIDON [1996]; «synclinal de Serraval», PIGUET [2000]), tapissé de flyschs tertiaires, sépare ces deux entités et masque donc le raccord entre l'ossature urgonienne des Bornes et des Aravis: toute évaluation d'amplitude de chevauchement reste donc hypothétique. Le chevauchement de la chaîne des Aravis sur le massif des Bornes serait d'ordre kilométrique selon VILLARS (1986) et pourrait atteindre jusqu'à 5 km suivant la transversale considérée (TARDY & DOUDOUX, 1984; CHAPLET, 1992). Suivant l'interprétation de MARCHANT (1993), mentionnée plus haut, il faudrait encore augmenter ces estimations de quelques kilomètres.

**En conclusion**, l'analyse de 5 coupes comprises entre le Vuache et la combe de Bella Cha, points extrêmes de la transversale A, permet de suivre l'évolution de la plate-

forme urgonienne, de l'Hauterivien supérieur au Barrémien supérieur, sur une distance de l'ordre d'une centaine de kilomètres, voire encore un peu plus si l'on admet une allochtonie maximale du massif des Bornes et de la chaîne des Aravis.

### TRANSVERSALE B: SALÈVE - ANNECY - THÔNES

La transversale B (Fig. 1) débute dans le domaine jurassien, au Salève (coupes du ravin de St. Martin, près de Cruseilles, et de chez Fumex, au pied de la Montagne de Mandallaz), passe sur rive gauche du lac d'Annecy dans le domaine pré-subalpin (coupe de Leschaux, flanc oriental du Semnoz) et se termine au NE de Thônes, dans la chaîne des Aravis (coupe de la Blonnière). Le but essentiel de l'étude des Calcaires urgoniens sur cette transversale est de comparer leur partie supérieure. De plus, la coupe de la Blonnière permet d'avoir une idée générale de l'évolution de l'ensemble des faciès urgoniens de la partie la plus interne des chaînes subalpines septentrionales, puisqu'elle débute dans les faciès hémipélagiques de l'Hauterivien et se termine à la base des Grès verts helvétiques (RIVANO GARCIA, 1978).

**1. Dans le chaînon du Salève**, la partie supérieure des Calcaires urgoniens dans le **ravin de St. Martin** (au NW de Cruseilles) et près de **chez Fumex** (flanc oriental de la Montagne de Mandallaz), déjà étudiée par CONRAD (1969) et par CONRAD & DUCLOZ (1977), a été révisée et interprétée à la lumière des nouveaux résultats micropaléontologiques concernant essentiellement les orbitolinidés.

#### - Coupe du ravin de St. Martin

En rive droite du ravin de St. Martin, CONRAD & DUCLOZ (1977) ont décrit, sur 8,7 m d'épaisseur, "des calcaires marno-gréseux, grisâtres" dont, selon ces auteurs, "leurs faciès et leur contenu micropaléontologique sont typiques des Marnes à orbitolines". Ces niveaux offrent d'autant plus d'intérêt qu'ils sont très proches de la base de la "Lumachelle du Gault". Leur faune, identique à celle de la coupe précédente, indique également la zone à Tuarkyricus.

Au-dessous "des calcaires marno-gréseux, grisâtres" de CONRAD & DUCLOZ (1977), les calcaires dépourvus de quartz renferment une association micropaléontologique peu significative avec *Paleodictyoconus actinostoma* et *Cribellopsis neoelongata*.

#### - Coupe de chez Fumex

Cette coupe, célèbre dans la littérature géologique (MAILLARD, 1889; JOUKOWSKY & FAVRE, 1913; CONRAD, 1969), montre la partie supérieure des Calcaires urgoniens. La présence, en compagnie de *Palorbitolina lenticularis*, *Orbitolinopsis* gr. *kiliani/cuvillieri* et *Paracoskinolina sunnilandensis*, de très nombreux *Heteraster oblongus*, échinides caractéristiques de la partie bédoulienne des «couches inférieures à orbitolines», date ces niveaux de la zone à Tuarkyricus (Aptien inférieur basal). Signalons encore la présence, à plusieurs niveaux, de *Pseudoactinoporella fragilis*.

**2. Le flanc oriental de la Montagne du Semnoz** est entaillé par la route départementale D110, reliant le village de Leschaux au Crêt de Châtillon, offrant ainsi une coupe artificielle dans les Calcaires urgoniens du domaine pré-subalpin. CONRAD (1969) en avait déjà présenté une description détaillée, à partir de l'étude de trois points d'observations:

- au Crêt de Châtillon, où un affleurement découvre, sur 90 m, la partie inférieure des Calcaires urgoniens et leur contact avec le sommet des "calcaires biodétritiques sili- ceux et glauconieux" attribués classiquement à l'Hauterivien;
- dans les lacets de la route D110 au-dessus de Leschaux, où apparaissent sur environ 45 m, les "Marnes à orbitolines" encadrées par des faciès urgoniens;
- à la Fontaine de Bourneau, où sur environ 8 m, le sommet des Calcaires urgoniens est observable.

Plus tard, VIEBAN (1983) reprend l'étude des Calcaires urgoniens du flanc oriental de la Montagne du Semnoz, mais ne s'attarde pas à en décrire leurs faciès sommitaux (Bédoulien). C'est pourquoi un nouveau relevé lithologique détaillé a été entrepris au niveau des "Marnes à orbitolines", grandement facilité par un récent rafraîchissement du talus de la route D110. L'étude plus approfondie des orbitolinidés, couplée à l'analyse séquentielle, permet d'apporter de nouvelles précisions stratigraphiques, bien que cette coupe soit affectée par de nombreuses failles, certes à faible rejet, et par de fréquentes variations de pendages, qui empêchent de procéder à un relevé lithologique précis.

Identifiables sur les deux flancs de l'anticlinal (au-dessus de Leschaux et au-dessus de Quintal), sous des faciès identiques et des épaisseurs très voisines, les «couches inférieures à orbitolines» du Semnoz reposent sur les calcaires à rudistes du Barrémien inférieur (*Valserina* sp., *Paracoskinolina ? querolensis*) par l'intermédiaire d'une discontinuité émersionnelle (pédogenèse) et érosive représentant la surface de transgression (TST) de la séquence Ba4 du Barrémien supérieur (zones à Feraudianus/Giraudi/Sarasini *p.p.*), surmontée de 20 m de calcaires à *Orbitolinopsis* gr. *kiliani/cuvillieri*. Cette séquence se termine par les calcaires d'eau douce à charophytes (*Atopochara trivolvris triquetra*) signalés par CONRAD (1969) et revus par MOJON (1988). Au-dessus, *Heteraster oblongus* caractérise la zone à Tuarkyricus de l'Aptien inférieur.

**3. Dans la partie méridionale de la chaîne des Aravis**, RIVANO GARCIA (1978) décrit à la **Blonnière** une coupe-type, représentative des Calcaires urgoniens de cette région. L'auteur en donne un relevé détaillé et y signale une microfaune abondante, parmi laquelle de nombreux orbitolinidés. RIVANO GARCIA (1978, fig. 11) distingue de bas en haut:

- les "couches à Panopées" (15 à 20 m) attribuées au Barrémien inférieur;
- la "masse urgonienne" (110 m) dont la partie inférieure (68 m) est rattachée au Barrémien supérieur et la partie supérieure (42 m) au Barrémien supérieur - Bédoulien;
- les "couches à orbitolines" (environ 20 m) datées du Bédoulien.

Les datations de cet auteur, basées sur les orbitolinidés déterminés par ARNAUD VANNEAU (*in* RIVANO GARCIA, 1978), ne concordent pas avec les données stratigraphiques des régions avoisinantes: cette coupe a donc été échantillonnée une nouvelle fois sur tout son épaisseur.

Tout comme dans la coupe voisine de la combe de Bella Cha, une lentille bioclastique, correspondant à une coulée sableuse (située au même niveau stratigraphique que le mégabloc supérieur précédemment décrit au § 5: transversale A), est insérée dans la partie supérieure des faciès hémipélagiques. Cette disposition rappelle celle qu'ont décrite CHAROLLAIS *et al.* (1986a) dans la vallée du Borne, au Bois des Etroits. A la Blonnière, le remplacement de *Toxaster retusus* par *Toxaster seynensis* et la présence de *Pseudothurmannia* sp. en dessous de cette lentille indiquent le cortège de haut niveau (HST) de la séquence Ha6. Au-dessus, les derniers niveaux hémipélagiques représentent le cortège de haut niveau de la séquence Ha7 (Barrémien basal) dans lequel F. Beaudic a découvert (communication écrite, 29.08.85) une *Torcapella suessiformis* (collection F. Beaudic 85FB202); d'autres exemplaires de *Torcapella* sp. ont d'ailleurs été récoltés en éboulis, à la Blonnière.

L'installation de la plate-forme se traduit par le dépôt de calcarénites, puis de calcaires à coraux: épais de 40 m, ces niveaux constituent le cortège de bordure de plate-forme (SMST) de la séquence Ba1 (sommet de la zone à Hugii - base de la zone Nicklesi du Barrémien basal). Ils sont affectés d'une forte dolomitisation et les faciès bioclastiques, qui les surmontent (TST et HST de Ba1), se terminent par une discontinuité érosive.

La présence d'une forme proche de *Dictyoconus arabicus*, caractéristique du Barrémien supérieur (et du Bédoulien basal selon J.-P. Masse; communication orale, 2001) tout autour de la Méditerranée est extrêmement intéressante, car cette espèce n'avait pour l'instant jamais été citée dans cette partie des chaînes subalpines septentrionales.

Peu de dasycladacées ont été identifiées dans la coupe de la Blonnière: dans le Barrémien (*Salpingoporella muehlbergii*, *Suppilulumella* sp.) et une halimedacée dans le Bédoulien (*Boueina hochstetteri*).

**4. Position originelle des aires de dépôt des 4 groupes de coupes de la transversale B.** Entre le sommet du compartiment le plus méridional du **chaînon du Salève** (Montagne de Mandallaz: **coupe de chez Fumex**) et la crête de la **Montagne du Semnoz**, la distance ne dépasse pas actuellement 8 à 9 km. Tous les auteurs s'accordent à considérer que le front de la Montagne du Semnoz est chevauchant, mais l'évaluation de l'amplitude du chevauchement varie suivant les géologues. Par contre, depuis la thèse de STEINHAUSER (1970), il est unanimement reconnu que cette montagne n'est pas la prolongation de la Montagne de Mandallaz, comme l'avaient proposé certains géologues (SCHROEDER, 1958), mais qu'elle correspond à un chaînon intermédiaire entre les plis du domaine jurassien (chaînon du Salève) et ceux du domaine subalpin (massif des Bauges), d'où son nom de pré-subalpin (STEINHAUSER, 1970).

Dans la notice explicative de la feuille géologique à 1/50.000 (Annecy-Ugine), DOUDOUX *et al.* (1992, p. 42) décrivent "l'anticlinal du Semnoz, à tendance coffrée, déjeté

vers l'Ouest", sans toutefois donner d'amplitude de chevauchement. S'appuyant sur des arguments de terrain, DOUDOUX (communication écrite, 12.02. 2001) nous a donné un profil à travers cet anticlinal, qui laisserait supposer un chevauchement vers l'W de 4 à 5 km, mais souligne lui-même que la flèche visible n'est que de 1 km. Se basant sur des interprétations de données géophysiques, toute une série d'auteurs plaident en faveur d'une allochtonie beaucoup plus importante du front subalpin du massif des Bauges, y compris le pli pré-subalpin de la Montagne du Semnoz. Ainsi, d'après les profils de DEVILLE *et al.* (1994, fig. 5 A-D), il semblerait qu'il faille doubler la distance actuelle séparant les Montagnes d'Age et du Semnoz, pour retrouver la position initiale de ces deux chaînons avant les différentes phases de compression alpines. Tout récemment, une nouvelle interprétation d'anciens profils sismiques pétroliers, tirés autour des années 1960, a conduit DEVILLE & CHAUVIERE (2000) à admettre des amplitudes de chevauchements du front subalpin (et pré-subalpin), d'ordre décakilométrique<sup>11</sup>.

En conclusion, si l'on privilégie des observations de terrain par rapport aux données apportées par l'interprétation des lignes sismiques, on est en droit de supposer que les aires originelles de dépôts des Calcaires urgoniens du chaînon du Salève et de la Montagne du Semnoz, actuellement éloignées de 8 à 9 km, étaient séparées au minimum d'une douzaine de kilomètres, voire d'une vingtaine au maximum.

La distance qui sépare, à vol d'oiseau, **la coupe des Calcaires urgoniens du flanc oriental du Semnoz et celle de la Blonnière dans la chaîne des Aravis**, dépasse largement 20 km. Mais, cette valeur n'est absolument pas significative, car ces 2 coupes sont situées obliquement par rapport à la direction des axes structuraux actuels. De plus la Montagne du Semnoz et la chaîne des Aravis sont situées de part et d'autre de la faille du Vuache (DONZEAU *et al.*, 1998), un des accidents régionaux majeurs qui affecte de façon particulièrement spectaculaire la dépression du lac d'Annecy, entre le Roc de Chère et Annecy. Il serait donc vain, dans l'état actuel de nos connaissances de vouloir replacer avec certitude, dans leur position originelle, les aires de dépôts des faciès urgoniens du Semnoz et de la région de la Blonnière.

## LES CALCAIRES URGONIENS DE LA RÉGION DE LA CHAMBOTTE

Les Calcaires urgoniens forment l'ossature d'un chaînon jurassien, orienté N-S, d'une longueur dépassant une trentaine de kilomètres; il commence au S de Frangy et se termine aux environs d'Aix-les-Bains (Fig. 1). Dans la littérature géologique, il est présenté sous différentes appellations, qui peuvent prêter à confusion et qui n'ont pas pu toutes être

<sup>11</sup> Il est curieux de constater que sur la fig. 2 (p. 729), DEVILLE & CHAUVIERE (2000) considèrent "l'Urgonien" comme un étage (et non comme une formation). Ce type de confusion revient à nier le caractère hétérochrone des faciès urgoniens, lié au phénomène de progradation de la plate-forme, admis aujourd'hui par bon nombre d'auteurs et notamment certains géologues de l'école chambérienne, dont DOUDOUX *et al.* (1999, p. 48) auteurs de la carte géologique et de la notice explicative portant sur les Bauges.



reportées sur la figure 1, soit du N au S: Montagne des Princes, Mont du Gros Foug, Mont Clergeon, Montagne de Cessens, Mont Laval, Mont de Corsuet, Montagne de la Biolle. Entre le Mont Laval et le Mont de Corsuet, situés de part et d'autre du hameau de la Chambotte, VIEBAN (1983) a relevé une coupe dans la partie inférieure des Calcaires urgoniens. Elle y décrit la succession des microfaciès et des faunes, parmi lesquelles les orbitolinidés et les échinidés sont les plus significatifs. Déjà à cette époque, la présentation de certaines discontinuités (notamment la discontinuité E, séparant son "Barrémien inférieur" de son "Barrémien supérieur") et l'attribution chronostratigraphique de certaines faunes (spécialement des "*Toxaster amplus*" et de "*Valserina primitiva*") ne s'accordaient pas avec les éléments stratigraphiques et séquentiels reconnus plus au N.

Dans la région de la Chambotte, une coupe des Calcaires urgoniens a été relevée, banc par banc par ORSAT (1991) et ORSAT *et al.* (1998, pp. 52-68), à partir de 4 affleurements:

1. sous la balme du Mont Laval, affleure le sommet des calcaires biodétritiques hémipélagiques, juste au-dessous du contact avec la base de la "falaise urgonienne" (coupe A de ORSAT *et al.*, 1998, p. 57): 4,15 m;
2. le long de la route D991B en contrebas et juste au-dessus du tunnel routier, apparaît la partie inférieure des Calcaires urgoniens (coupe B1 et B2 de ORSAT *et al.*, 1998, pp. 58-61): 67,30 m;
3. dans les parois (faciles d'accès) qui dominent les maisons du hameau de la Chambotte au N, se poursuit la coupe des Calcaires urgoniens affleurant au bord de la D991B (Coupe C de ORSAT *et al.*, 1998, pp. 62-64): 27,90 m;
4. dans la carrière de Lassy, au-dessus de St.-Germain-la-Chambotte, la partie supérieure des Calcaires urgoniens est observable (coupe D de ORSAT *et al.*, 1998, pp. 65-68): 32,55 m.

Seuls les 3 premiers affleurements avaient été décrits par VIEBAN (1983), puis cités par ARNAUD & ARNAUD-VANNEAU (1990), BLANC-ALETRU (1995), ARNAUD *et al.* (1998) qui ont repris les mêmes interprétations que VIEBAN, tant sur le plan biostratigraphique, qu'au niveau du découpage séquentiel. Ils attribuent au Barrémien supérieur l'ensemble de la falaise urgonienne de la Chambotte, elle-même séparée des niveaux d'âge hauterivien immédiatement sous-jacents, par une discontinuité extrêmement discrète (placée à des niveaux différents suivant les publications) mais qui n'en représente pas moins une importante lacune chronologique. De plus, le raccord entre les coupes du Bourget et de la Chambotte (ARNAUD *et al.*, 1998; fig. 30, p. 53) est en contradiction avec les données de terrain.

La carrière de Lassy, au-dessus de St.-Germain-la-Chambotte, qui n'avait été étudiée ni par VIEBAN (1983), ni par ARNAUD *et al.* (1998) a fait l'objet d'une étude lithologique et paléontologique assez détaillée due à ORSAT *et al.* (1998) et de deux travaux plus spécialement axés sur la sédimentologie (MASSERA & KINDLER, 1998; 1999).

Dans la région de la Chambotte, l'épaisseur totale des Calcaires urgoniens est difficile à évaluer sur le terrain en raison de la fracturation. Dans le forage La Tailla 1,

entrepris en 1975 par ESSO-REP et implanté au SW de St.-Germain-la-Chambotte, les Calcaires urgoniens ont été recoupés sur 185 m. Il serait logique d'admettre que dans ce puits, les plongements des couches soient subhorizontaux, puisque les formations berriaso-valanginiennes, traversées entre les cotes 342 et 456, soit sur 114 m, présentent à quelques mètres près leur épaisseur réelle observée sur le terrain par DARSAC (1983), qui les a décrites le long de la route (N491B) qui monte de Chaudieu à La Chambotte. Il y aurait donc tout lieu de penser que les 185 m de Calcaires urgoniens recoupés par le forage correspondent à leur puissance réelle dans la région de la Chambotte; cependant deux faits viennent à l'encontre de cette proposition. D'une part, la puissance des Calcaires urgoniens "dépasse rarement une cinquantaine de mètres, sauf à la Chambotte, chaînon le plus oriental, où elle atteint 100 mètres" (GIDON, 1963, p. 28) et, d'autre part, les relevés lithologiques faits dans le forage La Tailla 1 ne montrent pas de niveaux argilo-gréseux, pourtant bien développés dans la carrière située au-dessus de St.-Germain-la-Chambotte. Il faut donc admettre que les Calcaires urgoniens, à la hauteur du forage de La Tailla, sont très probablement perturbés par des accidents tectoniques.

De plus dans ce puits, comme dans toute la région d'ailleurs, les Calcaires urgoniens sont directement surmontés par la Molasse; il y a donc de très fortes chances pour que leur sommet ait été érodé à l'époque des dépôts sidérolithiques. La lacune d'observation séparant les niveaux observés au sommet de l'affleurement 3 et à la base de l'affleurement 4 s'étend probablement sur quelques dizaines de mètres; elle est partiellement comblée par un affleurement qui forme le talus de la route D54 (à quelques 2 km plus au N, au-dessus de Cessens).

La série de la Chambotte est très représentative des séries du Jura méridional, installées dès la base de l'Hauterivien supérieur sur des faciès oscillant entre

- le domaine circalittoral supérieur caractérisé par des marnes bleues et calcaires marneux à ammonites: *Teschenites* (Mont de Musièges, Vuache), *Acanthodiscus radiatus* et *Leopoldia leopoldi* (signalés dans tout le Jura méridional), *Saynella clypeiformis* (Vuache, Salève), *Lyticoceras nodosoplicatum* (commun dans tout le Jura méridional), *Lyticoceras claveli* (Mont de Musièges) et à échinides: *Toxaster retusus*, *Holaster intermedius* (CLAVEL, 1989);
- et le domaine infralittoral inférieur représenté par la Pierre jaune de Neuchâtel.

A la Chambotte la "falaise urgonienne" repose sur un niveau marneux fournissant *Toxaster retusus* et *Heteraster couloni*; ces deux espèces se retrouvent à la base de la falaise, au-dessus du niveau considéré par l'école grenobloise (ARNAUD *et al.*, 1998) comme marquant la base du Barrémien supérieur. Quelques kilomètres plus au N, à Ruffieux, ces mêmes couches de passage ont fourni, outre les échinides précités, *Crioceratites cf. nolani* et *Cruasicerias* sp. (CLAVEL & CHAROLLAIS, 1989, p. 297).

Rappelons en effet qu'au Mt Clergeon, REVIL signalait en 1913 (pp. 59-60) un "Hoplites de grande taille" dans les "calcaires grenus jaunâtres à bancs marneux" situés au contact de la barre urgonienne de Ruffieux. A ce propos, CLAVEL & CHAROLLAIS (1989, p. 297) écrivaient, sur le conseil de R. Busnardo (communication orale, 1984) qu'il ne

pouvait "s'agir là que d'un *Cruasicerias*, étant donné qu'il n'existe plus de "Hoplitidés" (Palaeohoplitidés) de grande taille dans l'Hauterivien supérieur et le Barrémien". Cette affirmation se trouve confirmée par la découverte près d'Aiguebelette (Savoie) d'une ammonite, signalée par nos collègues de Chambéry, S. Fudral et B. Doudoux (2001), et rattachée à une forme de transition *Lyticoceras/Cruasicerias*.

La partie supérieure de la "falaise urgonienne", au niveau du village de la Chambotte, recèle de nombreuses *Valserina primitiva* et *Praedictyorbitolina carthusiana*; *Valserina broennimanni* en date la partie sommitale, au-dessus du village, de la séquence Ha7 (zone à *Angulicostata*- base de la zone à *Hugii*).

Le petit affleurement de Cessens contient une association micropaléontologique attribuable à la séquence Ba4 du Barrémien supérieur (*P. lenticularis*, *O. gr. kiliani/buccifer/cuvillieri*) en plus d'*Heteraster* cf. *couloni* et *Falsolikanella danilovae* (dét. M.-A. Conrad, 1999), ces deux dernières formes n'étant pas connues plus haut.

Dans la partie médiane et supérieure de la carrière de Lassy (NW de St.-Germain-la-Chambotte), les mêmes orbitolinidés associés à de nombreux *Heteraster oblongus*, au-dessus d'une discontinuité émersionnelle indiquent que le reste de la série appartient à la zone à *Tuarquyrus* de l'Aptien inférieur. En outre une association de dasycladacées peu significative sur le plan biostratigraphique y a été reconnue; elle comprend: *Falsolikanella nerae*, *Pseudoactinoporella fragilis*, *Salpingoporella melitae* et *S. muehlbergii*. Les ostracodes, mal conservés et peu nombreux, confirment l'âge bédoulien des Calcaires urgoniens de la carrière de Lassy; en effet, J. Sauvagnat (communication écrite 31.03.2001) a pu identifier dans les niveaux marno-gréseux verdâtres: *Asciocythere? bellegardensis*, *A.? posteroaculeata*, *A. cf. albae*, *Doloccytheridea intermedia*, *Schuleridea* cf. *derooi*, *Centrocythere* cf. *bordeti*, *Strigosocythere? reticulata*, *Platycythereis* sp. A, *Protocythere? croutesensis*, *P. cf. sp. 49*, *Cythereis* sp. y, *C. sp. a*.

### TRANSVERSALE C: LES ÉCHELLES - ST.-PIERRE-D'ENTREMONT

Entre Les Echelles et St.-Pierre-d'Entremont (Fig. 1), la route D520C suit les gorges du Guiers Vif, recoupant les structures du massif de la Chartreuse. A son front, les Calcaires urgoniens affleurent particulièrement bien et ont permis des relevés de coupes:

- sur le flanc oriental de la prolongation méridionale du pli jurassien du Mont du Chat - Montagne de l'Épine: coupe dite de Berland;
- sur le flanc oriental du pli le plus externe du domaine subalpin: coupe du Pas du Frou.

**1. Située entre le village de St.-Christophe-sur-Guiers et le hameau de Berland, la coupe dite de Berland** permet d'observer sur une soixantaine de mètres d'épaisseur, la partie supérieure des Calcaires urgoniens, relevée banc par banc par ORSAT (1991) et interprétée par ORSAT & STROHMENGER (1993). Ces auteurs attribuent tout l'affleurement à l'Aptien inférieur, s'appuyant sur la présence d'un seul exemplaire d'échinidé très mal conservé, et attribué par erreur à *Heteraster oblongus*. Or en 1998, ORSAT *et al.* (pp. 73-86), après une nouvelle analyse des faunes et microfaunes, ont pu rattacher avec certitude

la partie inférieure de cette coupe au Barrémien, en se basant sur des associations d'orbitolinidés plus complètes et sur l'identification d'*Heteraster couloni* (et non d'*H. oblongus*). Lors de travaux de réfection récents, un échantillonnage complémentaire a permis de réviser la stratigraphie de cette coupe, la seule qui, en domaine jurassien, présente le long du même cheminement, des niveaux datés du Barrémien supérieur et du Bédoulien.

Les premiers niveaux, qui reposent sur la discontinuité émergitive couronnant les calcaires du Barrémien inférieur, débutent par des calcarénites rouges à stratifications obliques, riches en phosphate et glauconie; ils se terminent par un paléosol à traces de racines. L'association de plusieurs *Heteraster couloni* bien conservés et d'*Orbitolinopsis* gr. *kiliani/cuvillieri* caractérise la séquence Ba4, représentée ici par sa période de haut niveau relatif (zones à Feraudianus, Giraudi, Sarasini [base]).

Des marnes extrêmement riches en utricules de charophytes (*Atopochara trivolvis triquetra*, *Globator maillardi trochiliscoides*, *Pseudoglobator paucibracteatus*) amorcent le dépôt des calcaires à rudistes de la séquence sus-jacente, qui se poursuit par les marnes et calcaires argileux à *Heteraster oblongus*, *Palorbitolina lenticularis*, *O. gr. kiliani/cuvillieri*, qui constituent la partie supérieure des «couches inférieures à Orbitolines». L'ensemble de ces niveaux, jusqu'à la surface érosive terminale, sous la Molasse miocène, appartient à la zone à Tuarkyricus, de l'Aptien inférieur basal.

**2. Au front du massif subalpin de la Chartreuse, le Guiers Vif traverse en cluse, au lieu-dit Pas du Frou,** les faciès hémipélagiques de l'Hauterivien et les Calcaires urgoniens dans leur totalité. En 1980, ARNAUD-VANNEAU a relevé le long de la route D520C, la coupe des Calcaires urgoniens, dont elle attribue la majeure partie au Barrémien supérieur; la même année SANTOS NARVAEZ (1980, pp. 104-105) en avait donné une description très succincte. En 1988, MOJON (p. 412) signale *Atopochara trivolvis triquetra*, *Globator maillardi trochiliscoides* et *Pseudoglobator paucibracteatus* dans un niveau émergitif situé entre le Pas du Frou et la Ruchère, sous la base du membre Ai1. Plus tard, SCHROEDER *et al.* (1990) décrivent et étudient la partie inférieure des Calcaires urgoniens sur un peu plus de 100 m et, s'appuyant sur les associations d'orbitolinidés, démontrent l'âge barrémien inférieur de ce qui était considéré comme Barrémien supérieur par ARNAUD-VANNEAU (1980), datation reprise en 1998 par ARNAUD *et al.* La même année, ORSAT *et al.* (1998, pp. 90-99) relèvent banc par banc, sur 76,15 m, la partie supérieure des Calcaires urgoniens, jusqu'à leur contact avec les terrains de l'Albien (masqués par la couverture végétale), eux-mêmes surmontés par les "craies marneuses" du Crétacé supérieur affleurantes (BARFETY & GIDON, 1969). Après un nouvel échantillonnage et l'analyse des microfaciès, cette coupe des Calcaires urgoniens peut être interprétée comme suit:

- les premiers faciès bioclastiques de plate-forme reposent en continuité sur des faciès à petits bioclastes circalittoraux ayant fourni, dans la coupe voisine du Pic de l'Oeillette (vallée du Guiers Mort), *Plesiospitidiscus* gr. *ligatus*, *Toxaster retusus* et *Praedictyorbitolina claveli*, de la séquence Ha5, zone à *Ligatus* de l'Hauterivien

supérieur (les mêmes niveaux de la coupe du Pas du Frou fournissent des échinides et des orbitolinidés identiques). Ils recèlent *Valserina primitiva*, *Praedictyorbitolina claveli*, espèces qui disparaissent au sommet de l'Hauterivien, et *Praedictyorbitolina carthusiana*.

- La limite Hauterivien-Barrémien, séquentiellement située dans le cortège de haut niveau (HST) de la séquence Ha7, est marquée quelques mètres avant l'entrée ouest du tunnel par une dernière récurrence de faciès à petits bioclastes à *Praedictyorbitolina carthusiana* (localité - type) et *Valserina broennimanni*.
- Au-dessus, une centaine de mètres de calcarénites grossières et de calcaires à rudistes remaniés représente la phase de comblement (SMST de la séquence Ba1) qui installe définitivement la plate-forme dans un domaine jusqu'alors hémipélagique. Cet ensemble contient *Valserina broennimanni*, *Montseciella glanensis*, *Montseciella cf. alguerensis*, *Orbitolinopsis debelmasi*, *Cribellopsis «elongata»* (= *Orbitolinopsis subkiliani* s. str.), *Paracoskinolina hispanica*. Constitué par des marnes infiltrées de dépôts sidérolithiques, le cortège transgressif (TST) a fourni notamment *Valserina charollaisi*.
- Les dépôts de la séquence Ba2 (partie inférieure de la zone à Caillaudianus du Barrémien inférieur) sont inscrits entre deux surfaces émerives: la surface inférieure coiffe les calcaires à rudistes terminant la séquence Ba1, la surface supérieure se termine par un paléosol et des niveaux laguno-lacustres à charophytes. On y rencontre *Palorbitolina turbinata*, *Orbitolinopsis debelmasi*, *Paracoskinolina ? reicheli*.
- Les niveaux immédiatement sus-jacents, qui apparaissent à quatre reprises entre la route du Pas du Frou et le village de La Ruchère, présentent le faciès argileux classique des «couches inférieures à orbitolines»: épais d'une trentaine de mètres, ces niveaux contiennent en leur partie médiane un épisode émerif à charophytes séparant deux unités bien distinctes. L'unité inférieure a fourni *Orbitolinopsis* gr. *kiliani/cuvillieri*, *Palorbitolina turbinata*, *P. lenticularis* (on n'y a pas pour l'instant collecté *Heteraster couloni*): l'association des deux dernières espèces caractérise la séquence Ba4, ici représentée par sa période de haut niveau relatif (TST et HST). L'unité supérieure contient dès sa base de nombreux *Heteraster oblongus*, *Orbitolinopsis* gr. *kiliani/cuvillieri*, *P. lenticularis*, *Paracoskinolina arcuata*: elle appartient à la zone à Tuarkyricus de l'Aptien inférieur basal, tout comme les calcaires à rudistes qui terminent la coupe.

### 3. Position originelle des aires de dépôt des 2 coupes de la transversale C.

Actuellement les coupes dites de Berland (domaine jurassien interne) et du Pas du Frou (domaine subalpin externe) ne sont séparées que d'un peu plus de 2 km. Dans cette région, si tous les auteurs s'accordent à reconnaître de nombreux chevauchements, les avis divergent quant à l'évaluation de leur amplitude. Les schémas invoqués par les géologues structuralistes pour expliquer les relations géométriques et génétiques entre les chevauchements et leurs plis frontaux, observables sur le terrain, sont bien résumés par GIDON

(1988) et GIDON & MUGNIER (1988): "celui du pli-faille, très généralement adopté par les auteurs anciens, mais qui pose des problèmes de compatibilité entre les raccourcissements en surface et en profondeur; celui du pli de rampe ("fault-bend fold"), actuellement très en vogue; enfin celui du flanc court de pli sectionné par un chevauchement ("forelimb thrust"), dont une variante peut être qualifiée de pli d'amortissement ("fault-propagation fold").

Sans vouloir entrer dans le débat des géologues structuralistes, il faut constater que les adeptes du type "pli de rampe" proposent des valeurs de raccourcissement d'ordre décakilométrique (BECK *et al.*, 1998); déjà ARPIN (1988, pp. 94-95), dans son étude des déformations et déplacements des massifs subalpins de Vercors et Chartreuse, proposait un raccourcissement lié au chevauchement majeur du massif de la Chartreuse, supérieur à 20 km. Par contre pour des auteurs comme GIDON (1996), qui privilégient le type "pli d'amortissement", les taux de raccourcissement semblent beaucoup plus faibles. Et, à ce propos, GIDON qui a relevé minutieusement les cartes géologiques de tous ces secteurs (GIDON & BARFETY, 1969), écrit (communication personnelle: 25.01.2001): «la flèche du chevauchement du front de la Chartreuse est très faible à ce niveau (il s'agit du niveau des Calcaires urgoniens) car il s'amortit en rive nord du Guiers Vif, en passant à un simple pli en genou non rompu à la latitude de Saint-Jean-de-Couz». Déjà en 1980, SANTOS NARVAEZ avait montré (fig. 35, p. 167) qu'il n'y avait pas continuité entre le Jura méridional et le front du massif de la Chartreuse au niveau du «synclinorium» de Couz (ce que confirme B. Doudoux dans une communication écrite du 18. 12. 2001).

## CONCLUSIONS

### 1. Migration de la plate-forme urgonienne du domaine jurassien au domaine subalpin interne.

L'étude des orbitolinidés dans les coupes sus décrites confirme la migration de la plate-forme urgonienne suivant un vecteur orienté NW - SE. Cette migration démontrée par l'hétérochronie de la base des Calcaires urgoniens, déjà mise en évidence depuis une quinzaine d'années par CHAROLLAIS *et al.* (1986b) et par CLAVEL *et al.* (1986), apparaît clairement sur les 3 transversales étudiées (Fig. 1).

En effet, sur la portion occidentale de la transversale A (Genève - vallée de l'Arve), représentée par le Jura méridional (régions de la Valserine, du Vuache et du Salève), la partie inférieure de l'Urgonien jaune, dépourvue d'orbitolinidés mais renfermant *Cruasicerias*, appartient à la base de l'Hauterivien supérieur (base de la zone à Sayni de la biozonation actuelle); au-dessus, l'Urgonien blanc se développe avec l'apparition de *Praedictyorbitolina claveli* (partie inférieure de la zone à Balearis; = ancienne zone à Ligatus). Par contre, à l'autre extrémité (orientale) de la transversale A, dans la chaîne des Aravis (combe de Bella Cha), la base des faciès urgoniens apparaît au-dessus (et séparé de cette dernière par des faciès hémipélagiques) du mégabloc supérieur (voir "Transversale A, § 5) à *Valserina primitiva* et à *V. broennimanni*: en ce point la partie

inférieure des Calcaires urgoniens appartient donc au Barrémien basal (sommet de la zone à Hugii - base de la zone à Nicklesi), cette datation étant encore confirmée par la présence d'ammonites significatives.

Entre les deux points extrêmes de cette transversale A, dans la coupe du flanc nord du plateau d'Andey (partie externe du massif des Bornes *s. str.*), la présence conjointe de *Valserina primitiva* et de *Praedictyorbitolina carthusiana* (et l'absence de *Valserina broennimanni*) à la base des Calcaires urgoniens lui confère un âge hauterivien supérieur (zone à Balearis). Au Rocher de Cluses (partie interne du massif des Bornes *s. str.*), les premiers faciès bioclastiques appartiennent à la séquence Ha6; ils sont surmontés par des niveaux à coraux, à charbon et à rudistes datés de la séquence Ha7, avec l'apparition de *Valserina broennimanni*, qui coexiste à la base avec *V. primitiva*.

En conclusion, sur la transversale A, la plate-forme urgonienne *lato sensu* s'est mise en place dès le début de l'Hauterivien supérieur. Sa progradation, orientée du NW vers le SE, s'est développée irrégulièrement dans l'espace et dans le temps, à partir du début de l'Hauterivien supérieur, soit pendant un peu moins d'un demi-étage, pour atteindre la partie la plus interne des chaînes subalpines septentrionales *sensu lato*: il s'agirait donc d'un déplacement de l'ordre d'une centaine de kilomètres en plus ou moins 3 millions d'années, soit une vitesse moyenne de progradation voisine de 3 cm par an.

La démonstration de la migration de la plate-forme urgonienne, orientée du NW vers le SE, est identique sur la transversale B, et dans une moindre mesure sur la transversale C, puisque cette dernière est limitée à deux coupes. Ces conclusions confirment les propos de CLAVEL & CHAROLLAIS (1989b, p. 305): "Un fait doit être tenu pour acquis: l'apparition à l'Hauterivien inférieur des faciès de plate-forme carbonatée (Urgonien) dans l'ensemble du Jura. La progradation de ces faciès, dans le sens NW-SE (...), se fait durant l'intervalle *Nodosoplicatum* - *Sayni*".

## **2. Migration de la plate-forme urgonienne du NE vers le SW, au sein du domaine jurassien.**

L'étude biostratigraphique et l'analyse séquentielle des Calcaires urgoniens entre Genève et Grenoble conduit à constater que sur la portion la plus occidentale de la transversale A (région de la Valserine) la plate-forme urgonienne qui s'est installée dès le début de l'Hauterivien supérieur, ne perdure que dans la partie basale du Barrémien inférieur (Ba1). Puis, après une phase émergitive, la plate-forme est de nouveau inondée à la fin du Bédoulien inférieur (Bd2). Ce type d'évolution a déjà été décrit dans le Jura vaudois et neuchâtelois, notamment par CHAROLLAIS *et al.* (1994), sur les bords du lac de Neuchâtel, près de la Lance. Par contre dans la partie la plus méridionale du Jura français (transversale C, région de Berland), la plate-forme urgonienne, qui naît au début de l'Hauterivien supérieur (comme dans le Jura suisse), se poursuit pendant quelques épisodes de haut-niveau marin au cours du Barrémien inférieur et du Barrémien supérieur. Il y a donc progradation de la plate-forme urgonienne au sein du domaine jurassien, selon un vecteur orienté du NE vers le SW.

### 3. La plate-forme urgonienne, zone privilégiée d'enregistrement des variations eustatiques.

L'analyse des Calcaires urgoniens sur les trois transversales A, B, C et dans la région de la Chambotte permet de mettre en évidence le caractère discontinu de l'enregistrement sédimentaire. En effet, une fois la plate-forme urgonienne installée (à des époques différentes suivant les régions), ce n'est que pendant les périodes de haut-niveau marin relatif (TST et HST) que sa partie interne est inondée et que des sédiments essentiellement carbonatés s'y accumulent. C'est ainsi qu'ont été reconnus dans la partie septentrionale du Jura (Jura vaudois, neuchâtelois, de la région de la Valserine), les dépôts de haut niveau marin correspondant aux séquences Ha6, Ha7, Ba1 et Bd1 et dans le Jura méridional et les chaînes subalpines, ceux des séquences Ba1, Ba2, Ba4, Bd1 et Bd2. Par contre, en aucun point de la région étudiée, entre Genève et Grenoble, des dépôts des séquences Ba3 et Ba5 n'ont été jusqu'ici détectés. Bien au contraire, dans la région considérée, les lacunes des séquences Ba3 et Ba5 sont soulignées par des figures sédimentaires ou par d'autres critères caractéristiques d'une exondation: paléosols (traces de racines), karstification, remaniement de faciès continentaux (quartz détritique, charophytes).

### 4. La plate-forme urgonienne, une barrière séparant les domaines jurassien et subalpins, à l'Hauterivien supérieur.

Dans les chaînes subalpines septentrionales *s. l.*, Bornes *s. str.* et Aravis, Bauges et Chartreuse, il a été démontré depuis 1986 (CLAVEL *et al.*, figs. 1-6) que pendant une plus ou moins grande partie de l'Hauterivien supérieur, s'y déposaient des faciès hémipélagiques caractérisés par un détritisme fin mais très abondant: quartz détritique et argiles ("Calcaires gréseux à miches", CHAROLLAIS *et al.*, 1988; "Marnes et marno-calcaires à miches, calcaires siliceux à spicules", DOUDOUX *et al.*, 1992; "Marnes et marno-calcaires à miches, céphalopodes, spatangues, huîtres, calcaires siliceux à spicules", DOUDOUX *et al.*, 1999). Pendant tout ce demi-étage, se développait dans le domaine sud-jurassien, une plate-forme, tantôt immergée (périodes de haut-niveau marin), tantôt émergée (périodes de bas-niveau marin). Durant les périodes d'inondation, s'accumulaient sur cette plate-forme des faciès urgoniens dépourvus de tout détritisme. Dans le domaine nord-jurassien (Jura suisse), la plate-forme a été exondée dès le milieu (?) du Barrémien inférieur jusqu'au Bédoulien. Ainsi, les faciès continentaux du bassin de Paris ("weald") se trouvaient-ils séparés du bassin par une plate-forme qui jouait le rôle de barrière. Cette organisation paléogéographique était particulièrement évidente sur la transversale A (Genève - vallée de l'Arve); par contre elle doit être nuancée dans la région de la Chambotte où le fin détritisme observé dans la séquence Ba4 pourrait être en relation avec une communication sporadique et limitée avec le continent (MASSERA & KINDLER, 1998, 1999).

Il faut donc admettre que le détritisme, si caractéristique à l'Hauterivien supérieur dans les chaînes subalpines septentrionales entre Genève et Grenoble, proviendrait d'une source nourricière probablement située au NE (haut-fond situé à l'emplacement des massifs cristallins externes?); le comblement de ce bassin durant l'Hauterivien supérieur



serait alors dû à des courants longitudinaux. Tout porte à penser qu'à l'Hauterivien supérieur l'organisation du bassin (tout au moins pour le massif des Bornes, y compris la chaîne des Aravis), était identique à celle que DETRAZ *et al.* (1987) avait évoquée pour le début du Crétacé inférieur. En effet, après avoir mesuré de nombreux paléopendages, ces auteurs concluaient (1987, p. 83): "ces faits tendent à prouver (...) que les épandages bioclastiques se font suivant une direction constante NE-SW". Par contre, à l'Hauterivien supérieur il semblerait qu'il y ait eu communication entre la plate-forme et le bassin dans la portion sud-occidentale de la zone étudiée (région de la Chambotte), ce qui n'était pas le cas au Berriaso-Valanginien (DETRAZ *et al.*, 1987: 87).

### 5. La plate-forme urgonienne, une morphologie simple avec quelques "accidents".

La plate-forme urgonienne était caractérisée par une morphologie relativement simple, peut-être comparable sous certains aspects à celle des Bahamas. Toutefois, entre Genève et Grenoble, plusieurs observations démontrent que certains faciès à spatialité limitée restent encore à expliquer.

- Dans la région de la Chambotte, la puissance des faciès marno-gréseux verdâtres de la séquence Ba4 restent encore difficiles à comprendre, vu notamment le manque de figures sédimentaires significatives. Des analyses pétrographiques (argiles, quartz) doivent être encore effectuées pour compléter les interprétations de MASSERA & KINDLER (1998, 1999).
- Dans la partie septentrionale de la chaîne des Aravis, la progradation de la plate-forme urgonienne, généralement caractérisée par un passage progressif des faciès hémipélagiques aux faciès de plate-forme, et son installation se marquent ici par l'apparition de mégablocs hétérochrones constitués de calcaires bioclastiques à orbitolinidés, interstratifiés dans la partie supérieure des faciès hémipélagiques (Fig. 2). L'explication de la genèse de mise en place de ces mégablocs, observés sur quelques dizaines de km<sup>2</sup>, diffère encore suivant les auteurs.
- Dans la coupe de Berland (Jura méridional), les faciès marneux riches en matière organique du Barrémien supérieur (Ba4) impliquent la présence de milieux particuliers. Partout ailleurs, à notre connaissance, les eaux de la plate-forme urgonienne, à cette époque, sont oxygénées. Il faut donc imaginer au sein de celle-ci, des domaines marins, qui permettraient l'accumulation de carbonates et d'argiles fines, isolés momentanément et régionalement du reste de la plate-forme.

En conclusion, malgré quelques incertitudes liées à l'interprétation de certains faciès particuliers, l'analyse séquentielle et l'étude biostratigraphique, basée essentiellement sur la nouvelle biozonation des orbitolinidés, permettent de confirmer la genèse de mise en place de la plate-forme urgonienne, initiée dès le début de l'Hauterivien supérieur. Celle-ci prend naissance dans la partie septentrionale du Jura neuchâtelais et nord-vaudois et prograde suivant deux vecteurs,

- l'un orienté NW-SE, en direction des chaînes subalpines septentrionales, et perpendiculaire aux directions d'axes tectoniques actuels, tout au moins sur la transversale de Genève;

- l'autre orienté NE-SW, subparallèle aux directions des axes tectoniques actuelles, et limité au sein du domaine jurassien.

### RÉSUMÉ

Le mode d'installation de la plate-forme urgonienne dans le Jura et les chaînes subalpines septentrionales a donné lieu à de nombreux travaux, souvent contradictoires, durant les trois dernières décennies. Or, pendant ces années de recherches, la connaissance des orbitolinidés a énormément progressé: leur extension a pu être calée sur la biozonation à ammonites, une dizaine de nouveaux genres et espèces a été identifiée et la mise en évidence de trois lignées phylétiques a permis la subdivision de l'intervalle Hauterivien supérieur - Aptien inférieur. D'autre part, l'analyse et le découpage séquentiels, basés sur de nouveaux levés de coupes banc par banc, et couplée avec les nouvelles données biostratigraphiques, permettent de mettre en évidence dans le Jura et les chaînes subalpines septentrionales, entre Genève et Grenoble,

- la migration de la plate-forme urgonienne de la base de l'Hauterivien supérieur à l'Aptien inférieur sur la transversale Genève - vallée de l'Arve, selon un vecteur orienté NW-SE, c'est-à-dire du domaine jurassien aux chaînes subalpines septentrionales;
- la progradation de la plate-forme urgonienne, au sein du domaine jurassien, selon une direction NNE-SSW, c'est-à-dire du Jura suisse vers le Jura chambérien;
- des discontinuités liées aux périodes d'exondation de la partie interne de la plate-forme: bas niveaux marins ou absence de séquences entières;
- la relation entre les domaines jurassien et delphino-helvétique, à l'Hauterivien supérieur et au Barrémien.

**Mots-clefs:** Urgonien, Hauterivien, Barrémien, Aptien, chaînes subalpines septentrionales, Jura, orbitolinidés.

### REMERCIEMENTS

Jean-Pierre Masse a déterminé toutes les dasycladacées citées dans cette note; de plus il a relu le manuscrit et nous a fait part de nombreuses réflexions et suggestions qui ont contribué à améliorer ce texte: nous lui en sommes très reconnaissants. Nous tenons également à remercier chaleureusement Bernard Doudoux pour nous avoir fait profiter de ses larges connaissances et de son expérience de terrain sur la géologie des chaînes subalpines, particulièrement du Jura méridional et du massif des Bauges. Que Maurice Gidon, également grand connaisseur des chaînes subalpines, trouve ici l'expression de notre gratitude pour nous avoir fait bénéficier de ses nombreux conseils.

Georges Gorin nous a mis à disposition des documents sur la géologie du bassin genevois; qu'il en soit remercié. Il faut également en savoir gré à Jacques Metzger, qui a réalisé une partie de l'iconographie. Notre reconnaissance s'adresse également aux techniciens du Département de géologie et de paléontologie de l'Université de Genève, Pierre Desjacques et François Gischig, pour leur dévouement et leurs compétences.

Enfin, nous remercions vivement les deux experts, qui ont accepté de relire le manuscrit, Dr Danielle Decrouez et Dr Henri Oertli; leurs remarques et suggestions pertinentes et constructives nous ont été fort utiles.

## REFERENCES

- ARNAUD, H. & A. ARNAUD-VANNEAU. 1991. Les Calcaires urgoniens des Massifs subalpins septentrionaux et du Jura (France): âge et discussion des données stratigraphiques. *Géol. Alpine* 67: 63-71.
- ARNAUD, H., A. ARNAUD-VANNEAU, M.-C. BLANC-ALETRU, T. ADATTE, M. ARGOT, G. DELANOY, J.-P. THIEULOUY, J. VERMEULEN, A. VIRGONE, B. VIRLOUVET & S. VERMEILLE. 1998. Répartition stratigraphique des orbitolinidés de la plate-forme urgonienne subalpine et jurassienne (SE de la France). *Géol. Alpine* 74: 3-89.
- ARNAUD-VANNEAU A. 1980. Micropaléontologie, paléocéologie 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). *Thèse Sci. nat. Univ. Grenoble, Géol. Alpine, Mém.* 12: 804 pp.
- ARNAUD-VANNEAU, A. & H. ARNAUD. 1990. Hauterivian to Lower Aptian carbonate shelf sedimentation and sequence stratigraphy in the Jura and Northern subalpine Chains (Southeastern France and Swiss Jura. In Carbonate Platform. *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.* 4: 203-233.
- ARPIN, R. 1988. Déformations et déplacements des massifs subalpins de Vercors et Chartreuse. *Thèse, Sci. Terre, Univ. Grenoble, OGIRIGM*, 143 pp.
- BARFETY J.-C. & M. GIDON. 1969. Notice explicative de la feuille à 1/50 000: Montmélian. *Ed. BRGM, Orléans*, 20 pp.
- BECK, C., E. DEVILLE, E. BLANC, Y. PHILIPPE & M. TARDY. 1998. Horizontal shortening control of Middle Miocene marine siliciclastic accumulation (Upper Marine Molasse) in the southern termination of the Savoy Molasse Basin (northwestern Alps / southern Jura. In MASCLE, A., C. PUIGDEFABREGAS, H.-P. LUTERBACHER & M. FERNANDEZ (eds.). Cenozoic Foreland Basins of Western Europe. *Geol. Soc. Spec. Publ.* 134: 263-278.
- BLANC-ALETRU, M.-C. 1995. Importance des discontinuités dans l'enregistrement sédimentaire de l'Urgonien jurassien. Micropaléontologie, sédimentologie, minéralogie et stratigraphie séquentielle. *Géol. Alpine, Mém. H.S.* 24: 299 pp.
- BLONDEL, T. 1984. Etude géologique et tectonique de la partie septentrionale de la Montagne du Vuache (Haute-Savoie, France). *Dipl. Ing.-Géol. Univ. Genève*, 310 pp.
- BLONDEL, T. 1990. Lithostratigraphie synthétique du Jurassique et du Crétacé inférieur de la partie septentrionale de la Montagne du Vuache (Jura méridional, Haute-Savoie, France). *Archs. Sci. Genève* 43/1: 175-191.
- BLONDEL, T., B. CLAVEL, J. CHAROLLAIS & R. SCHROEDER. 1992. Le Crétacé inférieur de la Montagne du Vuache (p. 11-32). In CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. BUSNARDO & R. SCHROEDER. 1992. Excursion du Groupe français du Crétacé. Haute-Savoie: 25-27 mai 1992. Extraits du Livret-guide. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, sér. Guide géol.* 6: 116 pp.
- BLONDEL, T. & R. SCHROEDER. 1986. Jura méridional. Excursion à la Montagne du Vuache (Haute-Savoie) - Fort-l'Ecluse (Ain, France). In: BLONDEL, T., J. CHAROLLAIS, B. CLAVEL & R. SCHROEDER: Excursion du Congrès Benthos'86. Jura méridional et chaînes subalpines. 27 septembre 1986. Livret-guide, excursion 1. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, sér. Guide géol.* 5: 6-55.
- BUSNARDO, R. 1984. Echelles biostratigraphiques. In: COTILLON, P., Chapitre Crétacé inférieur, Synthèse géologique du Sud-Est de la France. *Mém. BRGM* 125: 291-294.
- BUSNARDO, R. & J.-P. THIEULOUY. 1989. Les ammonites de l'Hauterivien jurassien: révision des faunes de la région du stratotype historique de l'étage Hauterivien. *Mém. Soc. neuch. Sci. nat.* XI: 101-147.
- CHAPLET, M. 1992. Relations stratigraphiques et tectoniques entre nappe des Aravis et Bornes dans le synclinal de nappes de Thônes (Massif subalpin des Bornes - Haute-Savoie, France). *Eclogae geol. Helv.* 85/1: 23-43.
- CHAROLLAIS, J., A. ARNAUD-VANNEAU, R. BUSNARDO, B. CLAVEL, P. DONZE, D. FAUCONNIER, H. MANIVIT, H.-J. OERTLI, M. SEPTFONTAINE, N. STEINHAUSER, & A. STRASSER. 1981. Livret-Guide.

- CLAVEL, B. & J. CHAROLLAIS. 1989b. Corrélations des formations hauteriviennes du Jura méridional au Jura neuchâtelois. *Mém. Soc. neuch. Sci. nat.* XI: 299-305.
- CLAVEL, B., J. CHAROLLAIS, R. SCHROEDER & R. BUSNARDO. 1995. Réflexions sur la biostratigraphie du Crétacé inférieur et sur sa complémentarité avec l'analyse séquentielle: exemple de l'Urgonien jurassien et subalpin. *Bull. Soc. géol. France* 166 (6): 663-680.
- CLAVEL, B., R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS & R. BUSNARDO. 1994. Biozonation de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur en domaine de plate-forme carbonatée. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève* 14: 1-14.
- CONRAD, M. A. 1969. Les calcaires urgoniens dans la région entourant Genève. *Eclogae geol. Helv.* 62: 1-79.
- CONRAD, M.-A. & C. DUCLOZ. 1977. Nouvelles observations sur l'Urgonien et le Sidérolithique du Salève. *Eclogae geol. Helv.* 70: 127-141.
- DARSAC, C. 1983. La plate-forme berriaso-valanginienne du Jura méridional aux massifs subalpins (Ain, Savoie). Sédimentologie, minéralogie, stratigraphie, paléogéographie, micropaléontologie. *Thèse Univ. Sci. méd. Grenoble, 3<sup>e</sup> cycle*, 319 pp.
- DELAMETTE, M., J. CHAROLLAIS, D. DECROUZ & M. CARON. 1997. Les Grès verts helvétiques (Aptien moyen - Albien supérieur) de Haute-Savoie, Valais et Vaud (Alpes occidentales franco-suissees). Analyse stratigraphique et inventaire paléontologique. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève* 23: 400 pp.
- DETRAZ, H., J. CHAROLLAIS & J. REMANE. 1987. Le Jurassique supérieur - Valanginien des chaînes subalpines septentrionales (massifs des Bornes et de Platé, Haute-Savoie; Alpes occidentales): analyse des résédimentations, architecture du bassin et influences des bordure. *Eclogae geol. Helv.* 80: 69-108.
- DETRAZ, H., A. MULLER, D. MULLER & F. VILLARS. 1986. Etude préliminaire de la stratigraphie et de la sédimentologie de la chaîne des Aravis (Haute-Savoie, France; domaine delphino-helvétique). *Archs. Sci. Genève* 39: 365-376.
- DEVILLE, E., E. BLANC, M. TARDY, C. BECK, M. COUSIN & G. MENARD. 1994. Thrust Propagation and Syntectonic Sedimentation in the Savoy Tertiary Molasse Basin (Alpine Foreland. In MASCLE, A. (ed.). Hydrocarbon and Petroleum geology of France. *EAPG., Spec. Publ.* 4: 269-280.
- DEVILLE, E. & A. CHAUVIERE. 2000. Thrust tectonics at the front of the western Alps: constraints provided by the processing of seismic reflection data along the Chambéry transect. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sci. Terre Planètes* 331: 725-732.
- DONZEAU, M., R. WERNLI & J. CHAROLLAIS. 1998. Interprétation nouvelle de la géométrie de l'accident du Vuache dans le Jura méridional: le relais de failles transpressif sénestre Léaz-Champfromier (Ain). *Géol. France* 2: 25-45.
- DOUDOUX, B., J.-C. BARFETY, J.-C. CARFANTAN, M. TARDY & G. NICOUD. 1992. Notice explicative, Carte géologique de France (1/50 000), feuille Annecy-Ugine (702). *Ed. BRGM, Orléans*, 62 pp.
- DOUDOUX, B., J.-C. BARFETY, G. VIVIER, J.-C. CARFANTAN, G. NICOUD & M. TARDY. 1999. Notice explicative, Carte géologique de France (1/50 000), feuille Albertville (726). *Ed. BRGM, Orléans*, 119 pp.
- DOUDOUX, B., B. MERCIER de LEPINAY & M. TARDY. 1982. Une interprétation nouvelle de la structure des massifs subalpins savoyards (Alpes occidentales): nappes de charriage oligocènes et déformations superposées. *C. R. Acad. Sci. Paris* 295 : 63-68.
- EPARD, J.-L. 1990. La nappe de Morcles au sud-ouest du Mont-Blanc. *Mém. Géol. (Lausanne)* 8: 165 pp.
- ESSO-REP. 1975. La Tailla 1, Log fondamental au 1/500. *Inédit*.
- FROIDEVAUX, R. 1976. Application de méthodes statistiques à l'étude paléosédimentologique de l'Hauterivien (Haute-Savoie, France). Thèse 1739, *Sect. Sci. Terre, Univ. Genève*, 10 pp.
- GIDON, M. 1988. L'anatomie des zones de chevauchements du massif de la Chartreuse (Chaînes subalpines septentrionales, Isère, France). *Géol. Alpine* 64: 27-48.
- GIDON, M. 1996. Vues nouvelles sur la structure des massifs des Bornes et des Bauges orientales. *Géol. Alpine* 72: 35-59.

- GIDON, M. & J.-C. BARFETY. 1969. Carte géologique détaillée de la France. Feuille Montmélian (33) à 1/50.000. Ed. BRGM, Orléans.
- GIDON, M. & J.-L. MUGNIER. 1988. Relations entre chevauchements et plissement: l'exemple du massif de la Chartreuse (chaînes subalpines, Alpes occidentales françaises). *C. R. Acad. Sci. Paris* 307: 185-190.
- GIDON, M. & J.-L. PAIRIS. 1993. Géométrie et origine des dislocations synsédimentaires de la base de l'Urgonien des Aravis (massifs subalpins septentrionaux). *Géol. Alpine* 69: 53-58.
- GIDON, P. 1963. Géologie chambérienne. Guide du géologue et de l'amateur. *Ann. Centre Enseign. sup. Chambéry*, 176 pp.
- GUELLEC, S., D. LAJAT, A. MASCLE, F. ROURE & M. TARDY. 1990a. Deep seismic profiling and petroleum potential in the Western Alps: constraints with Ecors data, balanced cross sections and hydrocarbon modeling. In LETOUZEY, J. (ed.), *Petroleum and tectonics in mobil belts*. Ed. *Technip*, 425-437.
- GUELLEC, S., J.L. MUGNIER, M. TARDY & F. ROURE. 1990b. Neogene evolution of the western Alpine foreland in the light of Ecors-data and balanced cross section. In ROURE, F., F. HEITZMANN & R. POLINO (eds.). *Deep structure of the Alps. Mém. Soc. géol. France* 156; *Mém. Soc. géol suisse* 1; *Soc. Geol. Ital.*, vol. sp. 1: 165-184.
- GUELLEC, S., M. TARDY, F. ROURE & J.-L. MUGNIER. 1989. Une interprétation tectonique nouvelle du massif subalpin des Bornes (Alpes occidentales): apport des données de la géologie et de la géophysique profondes. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sér. II* 309: 913-920.
- HOEDEMAEKER, P.J., M. COMPANY, M.B. AGUIRRE-URRETA, E. AVRAM, T.N. BOGDANOVA, L. BUJTOR, L. BULOT, F. CECCA, G. DELANOY, M. ETTACHFINI, L. MEMMI, H.G. OWEN, P.F. RAWSON, J. SANDOVAL, J.M. TAVERA, J.P. THIEULOUY, S.Z. TOVBINA & Z. VASICEK. 1993. Ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region: basis for the stratigraphic correlations within IGCP-Project 262. *Rev. Esp. Pal.* 8/1: 117-120.
- JOUKOWSKY, E. & J. FAVRE. 1913. Monographie géologique et paléontologique du Salève (Haute-Savoie, France). *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève* 37: 295-523.
- MAILLARD, G. 1889. Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche, Bonneville et de la région comprise entre le Buet et Sallanches (Haute-Savoie). *Bull. Serv. Carte géol. France* 1/6: 64 pp.
- MARCHANT, R. 1993. The Underground of the Western Alps. *Mém. Géol. (Lausanne)* 15: 137 pp.
- MASSE, J. P. 1993. Early Cretaceous Dasycladales biostratigraphy from Provence and adjacent regions (South of France, Switzerland, Spain. A reference for Mesogeane correlations. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, Spec. Vol. 1: 311-324.
- MASSERA, M. 2002. L'Urgonien jurassien, pré-subalpin et subalpin entre Genève et Chambéry (SE de la France). *Terre & Environnement. Sect. Sci. Terre, Univ. Genève* (à paraître).
- MASSERA, M. & P. KINDLER. 1998. Sandstone-filled fluvial channel in inner-platform carbonates (Urgonian limestones, Chambotte quarry, Haute-Savoie, France). Evidence of tectonically induced sea-level change during the early Aptian. *Abstr. 15th. Intern. Sediment. Congr. Alicante*: 543.
- MASSERA, M. & P. KINDLER. 1999. Fluvial sandstones in Urgonian Limestones? Evidence from La Chambotte Quarry (Haute-Savoie, France). *Abstr. 7th. Swiss Sed. Meet.*: 28.
- MOJON, P.-O. 1988. Les dépôts émergifs des faciès urgoniens (Hauterivien supérieur - Aptien inférieur) dans le Jura méridional (Ain, France) et les chaînes subalpines septentrionales (Haute-Savoie, Savoie et Isère, France). *Archs. Sci. Genève* 41: 409-417.
- MOJON, P.-O., & J. MEDUS. 1990. Précisions biostratigraphiques sur l'"Urgonien" des chaînes subalpines septentrionales du Sud-Est de la France et mise en évidence de *Cypridea gigantissima*, un nouvel ostracode lacustre de l'Aptien inférieur. *Archs. Sci. Genève* 43: 429-452.
- MORET, L. 1934. Géologie du massif des Bornes et des klippen préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). *Mém. Soc. Géol. France*, n. s. 22, 162 p.
- MOUTY, M. 1966. Le Néocomien dans le Jura méridional. *Thèse, Univ. Genève* 1369, 256 pp.
- MUGNIER, J.-L., S. GUELLEC, G. MENARD & F. ROURE. 1989. Géométrie et structures du socle des Alpes externes déduites des profils Ecors-Crop Alpes 1 et Ecors Alpes 2. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sér. II* 309: 733-739.

- Réunion en Haute-Savoie 25-27 mai 1981. Groupe français du Crétacé. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, sér. Guide géol.* 1: 169 pp.
- CHAROLLAIS, J., P. BRÖNNIMANN & M. NEUMANN. 1965. Deuxième note sur les Foraminifères du Crétacé inférieur de la région genevoise. Signification stratigraphique et extension géographique de *Sabaudia minuta* (HOFKER). *Archs. Sci. Genève* 18/3: 624-642.
- CHAROLLAIS, J., R. BUSNARDO, M. CARDIN, B. CLAVEL, D. DECROUEZ, M. DELAMETTE, G. GORIN, M. LEPILLER, P.-H. MONDAIN, J. ROSSET & F. VILLARS. 1988. Notice explicative de la feuille Annecy-Bonneville à 1/50 000. *Ed. BRGM, Orléans*, 139 pp.
- CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, E. AMATO, A. ESCHER, R. BUSNARDO, N. STEINHAUSER, O. MACSOTAY & P. DONZE. 1983. Etude préliminaire de la faille du Vuache (Jura méridional). *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 76/3: 217-256.
- CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL & R. SCHROEDER. 1986a. Passage des calcaires hémipélagiques (Hauterivien supérieur) aux calcaires urgoniens (Barrémien inférieur). Bois des Etroits; gorges du Bornes. *In* BLONDEL, T., J. CHAROLLAIS, B. CLAVEL & R. SCHROEDER. 1986. Excursion du Congrès Benthos'86. Jura méridional et chaînes subalpines. 27 sept. 1986. Livret-guide, exc. 1. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, sér. Guide géol.* 5: 93-100.
- CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL & R. SCHROEDER. 1986b. Migration de la plate-forme urgonienne dans les chaînes subalpines de Haute-Savoie. *In* BLONDEL, T., J. CHAROLLAIS, B. CLAVEL & R. SCHROEDER. 1986. Excursion du Congrès Benthos'86. Jura méridional et chaînes subalpines. 27 sept. 1986. Livret-guide, exc. 1. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, sér. Guide géol.* 5: 57-58.
- CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. SCHROEDER, R. BUSNARDO & P. HORISBERGER. 1994. Mise en évidence de l'émersion post-urgonienne et de la lacune du Barrémien-Bédoulien inférieur/moyen dans le Jura neuchâtelois. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève* 14: 57-79.
- CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. SCHROEDER, R. BUSNARDO & J.-P. MASSE. 1998. La plate-forme urgonienne. Un exemple de plate-forme carbonatée: biostratigraphie, stratigraphie séquentielle, sédimentologie, études régionales. Livret-guide et résumés des conférences. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, sér. Guide géol.* 8: 1-181.
- CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. SCHROEDER & A. STRASSER. 1986. Coupe du flanc septentrional de l'anticlinal du plateau d'Andey. Arrêt 2. (p. 62-82). *In* BLONDEL, T., J. CHAROLLAIS, B. CLAVEL, R. SCHROEDER, P.-O. MOJON, E. MONTEIL. 1986. Excursion du Congrès Benthos'86. Jura méridional et chaînes subalpines. 27 sept. 1986. Livret-guide, exc. 1. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, sér. Guide géol.* 5: 107 pp.
- CHAROLLAIS, J., M.-A. CONRAD, R. SCHROEDER & J.-P. THIEULOY. 1969. Sur deux gisements de céphalopodes du Barrémien inférieur, aux Aravis et dans les Bauges. *C. R. S. Soc. Phys. Hist. nat. Genève, N. S.*: 179-182.
- CHAROLLAIS, J., E. DAVAUD & M. JAMET. 1996. Evolution du bord oriental de la plate-forme jurassienne entre le Jurassique supérieur et l'Oligocène: modèle basé sur trois forages. *Géol. France* 1: 25-42.
- CHAROLLAIS, J. & M. JAMET. 1990. Principaux résultats géologiques du forage Brizon 1 (BZN 1). Haute-Savoie, France. *Mém. Soc. géol. France, N. S.* 156: 185-202.
- CHAROLLAIS, J. & M. LIERMIER. 1967. Sur la découverte d'une "fenêtre" dans le massif des Bornes (Haute-Savoie, France). *C. R. S. Soc. Phys. Hist. nat. Genève, N. S.* 2/1: 107.
- CHAROLLAIS, J., R. PLANCHEREL, G. MONJUVENT & J. DEBELMAS. 1998. Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Annemasse (654). *BRGM, Orléans*, 130 pp.
- CHAROLLAIS, J., S. RIETSCHER & J. ROSSET. 1967. Un gisement d'éponges d'âge hauterivien - barrémien, dans la chaîne des Aravis (Haute-Savoie). *Trav. Lab. Géol. Grenoble* 43: 63-69.
- CLAVEL, B. 1989. Echinides du Crétacé inférieur jurassien: stratigraphie, paléoécologie, paléontologie. *Mém. Soc. neuch. Sci. nat.* XI: 149-182.
- CLAVEL, B., R. BUSNARDO & J. CHAROLLAIS. 1986. Chronologie de la mise en place de la plate-forme urgonienne du Jura au Vercors (France). *C. R. Acad. Sc. Paris* 302, II/8: 583-586.
- CLAVEL, B. & J. CHAROLLAIS. 1989a. Biostratigraphie de l'Hauterivien du Jura méridional. *Mém. Soc. neuch. Sci. nat.* XI: 291-298.

- MUGNIER, J.-L., S. GUELLEC, G. MENARD, F. ROURE, M. TARDY & P. VIALON. 1990. Crustal balanced cross-sections through the external Alps deduced from the Ecors profile. *In* ROURE, F., F. HEITZMANN & R. POLINO (eds.). Deep structure of the Alps. *Mém. Soc. géol. France* 156; *Mém. Soc. géol. suisse* 1; *Soc. Geol. Ital.*, vol. sp. 1: 203-216.
- MULLER, A. 1985. Etude géologique de la chaîne des Aravis entre l'Arve et le col des Aravis (Haute-Savoie, France). *Dipl. Ing.-Géol., Univ. Genève*, 3: 137 pp.
- ORSAT, V. 1991. Partie sommitale des Calcaires urgoniens du massif de la Chartreuse (SE France). *Dipl. Sci. Terre, Univ. Genève*, 131 pp.
- ORSAT, V., R. SCHROEDER, J. CHAROLLAIS & B. CLAVEL. 1998. Coupe de la partie supérieure des Calcaires urgoniens. Gorges du Frou (90-99). *In* CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. SCHROEDER, R. BUSNARDO & J.-P. MASSE. 1998. La plate-forme urgonienne. Un exemple de plate-forme carbonatée: biostratigraphie, stratigraphie séquentielle, sédimentologie, études régionales. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, Sér. Guide géol.* 8: 181 pp.
- ORSAT, V., R. SCHROEDER, B. CLAVEL, J. CHAROLLAIS, P. KINDLER & M. MASSERA. 1998. L'Urgonien de la Chambotte (52-68). *In* CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. SCHROEDER & R. BUSNARDO & J.-P. MASSE. 1998. La plate-forme urgonienne. Un exemple de plate-forme carbonatée: biostratigraphie, stratigraphie séquentielle, sédimentologie, études régionales. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, Sér. Guide géol.* 8: 181 pp.
- ORSAT, V., R. SCHROEDER, B. CLAVEL, J. CHAROLLAIS & M. MASSERA. 1998. L'Urgonien sous Berland près de St Christophe-sur-Guiers (73-86). *In* CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. SCHROEDER, R. BUSNARDO & J.-P. MASSE. 1998. La plate-forme urgonienne. Un exemple de plate-forme carbonatée: biostratigraphie, stratigraphie séquentielle, sédimentologie, études régionales. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, Sér. Guide géol.* 8: 181 pp.
- ORSAT, V. & C. STROHMENGER. 1993. Microfacies and sedimentary sequences in the Lower Aptian (Bedoulian) of the Urgonian platform (Chartreuse massif, SE - France). *Eclogae geol. Helv.* 86: 377-396.
- PAIRIS, J.-L., J. BELLIERE & J. ROSSET. 1992. Notice explicative, Carte géologique de France (1/50 000), feuille Cluses (679). *Ed. BRGM, Orléans*, 89 pp.
- PAIRIS, J.-L., B. PAIRIS, J. BELLIERE, J. ROSSET, H. DETRAZ, A. MULLER, D. MULLER, F. VILLARS, G. MENESEIER, J. CHAROLLAIS, P. KINDLER, X. PIERRE & J.-P. USELLE. 1992. Carte géologique de France (1/50 000), feuille Cluses (679). *Ed. BRGM, Orléans*.
- PIGUET, B. 2000. L'Ultraséculaire inférieure et les flyschs helvétiques à la base des Préalpes internes savoyardes (France) et valaisannes (Suisse). *Terre & Environnement, Sect. Sci. Terre, Univ. Genève* 25, 129 pp.
- REUIL, J. 1913. Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie. *Mém. Acad. Savoie* 5, 301 pp.
- 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. *Thèse, Trav. Dép. Géol. struct., Univ. P. & M. Curie, Paris VI*, 195 pp.
- ROSSET, J. 1957. Description géologique de la chaîne des Aravis entre Cluses et le col des Aravis (Haute-Savoie). *Bull. Serv. Carte géol. France* 247: 341-487.
- SANTOS NARVAEZ, J. 1980. Contribution à l'étude géologique des chaînons externes nord-occidentaux du massif de la Chartreuse (Savoie). *Thèse, Univ. P. & M. Curie (Paris VI), 3<sup>e</sup> cycle*, 179 pp.
- SCHARDT, H. 1891. Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura (Chaîne Reculet - Vuache). *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* XXVII: 69-158.
- SCHROEDER, J.-W. 1958. Géologie du pays de Genève. *Globe, Soc. géogr. Genève* XCVII: 51-87.
- SCHROEDER, R. 1986. Inventaire micropaléontologique des stations étudiées sur la coupe du flanc septentrional de l'anticlinal du plateau d'Andey (p. 89-90). *In* BLONDEL, T., J. CHAROLLAIS, B. CLAVEL, R. SCHROEDER, P.-O. MOJON & E. MONTEIL. 1986. Excursion du Congrès Benthos'86. Jura méridional et chaînes subalpines. 27 septembre 1986. Livret-guide. Excursion 1. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, sér. Guide géol.* 5: 107 pp.

- SCHROEDER, R., R. BUSNARDO, B. CLAVEL & J. CHAROLLAIS. 1989. Position des couches à *Valserina brönnimanni* SCHROEDER et CONRAD (Orbitolinidés) dans la biozonation du Barrémien. *C. R. Acad. Sci. Paris* (II) 309: 2093-2100.
- SCHROEDER, R., J. CHAROLLAIS & M.-A. CONRAD. 1968. Essai de biozonation au moyen des orbitolinidae dans les calcaires urgoniens de la Haute-Savoie et de l'Ain, France. *C. R. Acad. Sci. Paris* 267: 390-393.
- SCHROEDER, R., B. CLAVEL & J. CHAROLLAIS. 1990. *Praedictyorbitolina carthusiana* n. gen. n. sp., Orbitolinidé (Foraminiferida) de la limite Hauterivien - Barrémien des Alpes occidentales. *Paläont. Z.* 64: 193-202.
- SCHROEDER, R., B. CLAVEL, A. CHERCHI & J. CHAROLLAIS. 1999. *Praedictyorbitolina busnardo* n. sp. (Foraminiferida) et évolution de la lignée *Praedictyorbitolina* - *Dictyorbitolina* (Hauterivien supérieur - Barrémien basal). *Paläont. Z.* 73 (3/4): 203-215.
- SCHROEDER, R., B. CLAVEL, M. A. CONRAD, L. ZANINETTI, R. BUSNARDO, J. CHAROLLAIS & A. CHERCHI. 2000. Corrélations biostratigraphiques entre la coupe d'Organyà (Pyrénées catalanes, NE de l'Espagne) et le Sud-Est de la France pour l'intervalle Valanginien - Aptien. *Treb. Mus. Geol. Barcelona* 9: 5-41.
- SCHROEDER, R., M.-A. CONRAD & J. CHAROLLAIS. 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). *Archs. Sci. Genève* 20: 199-222.
- SIGNER, C. & G. GORIN. 1995. New geological observations between the Jura and the Alps in the Geneva area, as derived from reflection seismic data. *Eclogae geol. Helv.* 88: 235-265.
- STEINHAUSER, R. 1970. Recherches stratigraphiques dans le Crétacé inférieur de la Savoie occidentale (France). *Thèse 1506, Univ. Genève*, 18 pp.
- TARDY, M. & B. DOUDOUX. 1984. Un trait nouveau de la structure du synclinal de nappes de Thônes (Massif des Bornes, Haute-Savoie): le chevauchement cisailant de la montagne de Cotagne. *Géol. Alpine* 60: 77-84.
- TRABOLD, G. L. 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, 1<sup>er</sup> Congr. Franç. Stratig.* - CFS'94, 1/6: 134-135.
- TRABOLD, G. L. 1996. Development of the Urgonian limestones in the delphino helvetic realm (northern subalpine chains, Haute-Savoie, France). *Sedimentology, Sequence stratigraphy and biostratigraphy. Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève* 20: 1-187.
- TRABOLD, G. L., R. SCHROEDER, B. CLAVEL & J. CHAROLLAIS. 1995. Coupe du Rocher de Cluses. Les Calcaires urgoniens du domaine delphino-helvétique (Chaînes subalpines septentrionales de Haute-Savoie, France) (p. 31). In CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. SCHROEDER, R. BUSNARDO & J.-P. MASSE. 1998. La plate-forme urgonienne. Un exemple de plate-forme carbonatée: biostratigraphie, stratigraphie séquentielle, sédimentologie, études régionales. *Publ. Dép. Géol. Paléont. Univ. Genève, Sér. Guide géol.* 8: 181 pp.
- VERMEILLE, S. 1996. Etude sédimentologique, micropaléontologique et minéralogique des Calcaires urgoniens de la région subalpine (Savoie, France). Coupes du Rocher de Cluses, du Borne et d'Andey. *Dipl. Univ. Neuchâtel*, 130 pp.
- VIEBAN, F. 1983. Installation et évolution de la plate-forme urgonienne (Hauterivien à Bédoulien) du Jura méridional aux chaînes subalpines (Ain, Savoie, Haute-Savoie). Sédimentologie, minéralogie, stratigraphie et paléogéographie. *Thèse, Univ. Sci. Méd. Grenoble*, 222 pp.
- VILLARS, F. 1986. Structure et cinématique des déformations dans la chaîne des Aravis (zone delphino-helvétique, Haute-Savoie, France): implications régionales. *Géol. Alpine, Grenoble* 62: 107-116.
- WILDI, W. & P. HUGGENBERGER. 1993. Reconstitution de la plate-forme européenne anté-orogénique de la Bresse aux Chaînes subalpines; éléments de cinématique alpine (France et Suisse occidentale). *Eclogae geol. Helv.* 86: 47-64.



