
Une faune d'ammonites inédite du Kimméridgien inférieur à Molinges (Jura) et la limite Oxfordien-Kimméridgien dans le faisceau externe du Jura méridional*

Raymond ENAY ⁽¹⁾

An unpublished Early Kimmeridgian ammonite fauna near Molinges (Jura Dept.) and the Oxfordian-Kimmeridgian boundary in the western part of the Southern Jura Mountains

Géologie de la France, n° 4, 2000, pp. 3-19, 5 fig., 1 pl. photo.

Mots-clés : Ammonites, Limite Oxfordien-Kimméridgien, Jura méridional.

Key words: Ammonites, Oxfordian-Kimmeridgian boundary, Southern Jura.

Résumé

L'étude d'une collection d'ammonites restées inédites depuis leur découverte près de Molinges (Jura), en 1933, prouve qu'elles constituent un ensemble homogène de la base du Kimméridgien inférieur, zone à Platynota, sous-zone à Desmoides. En préalable, sont présentées la stratigraphie et la paléogéographie de l'Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur dans le Jura méridional, qui soulignent 1) la difficulté à réaliser les corrélations et à tracer la limite Oxfordien-Kimméridgien entre la partie sud-est où les âges sont assez bien contraints par des faunes significatives et la partie nord-ouest dépourvue d'éléments de datation fiables, 2) l'intérêt de la faune de Molinges pour la position de la limite Oxfordien-Kimméridgien dans le Jura externe, qui a fait l'objet d'interprétations différentes. Le gisement exact de cette faune dans la coupe de Molinges reste incertain, mais sa position dans les niveaux les plus élevés de l'Oolithe de Corveissiat est la plus vraisemblable en regard des autres données de terrain. Une interprétation est proposée pour expliquer la présence de cette faune en dehors de la

limite d'extension connue des niveaux à ammonites de même âge, qui admet le transport de coquilles flottées à la faveur des houles de tempête, la région occupant une position paléogéographique favorable aux cyclones tropicaux.

Abstract

Our study of some ammonites discovered near Molinges (Jura) in 1993, but so far never published, shows that they are apparently faunistically homogeneous and date from the lowermost Early Kimmeridgian, Platynota Zone, Desmoides subzone. A description of the Upper Oxfordian - Lower Kimmeridgian stratigraphy and palaeogeography reveals 1) the difficulty in realizing correlations and in defining the Oxfordian-Kimmeridgian boundary between the southeastern part of the Southern Jura, where the ages are well constrained by faunas, and the northwestern part where valuable data are lacking, and 2) the value of the Molinges fauna for resolving the Oxfordian-Kimmeridgian boundary problem, for which quite different interpretations have been put forward, as well as for explaining how this fauna came to be here. The exact locality from which

the ammonites were collected is unknown, but the probable position in view of the other field data is in the uppermost beds of the Oolithe de Corveissiat (Corveissiat Oolite) Formation. We put forward an interpretation that explains how the Molinges ammonites came to be far beyond the known western boundary of ammonite-bearing beds of the same age; they were probably empty shells transported by storm-waves, the area being in a palaeogeographic location prone to the development of tropical storms.

Abridged English version

The major facies changes between the northwestern (or inner platform) and southeastern (or outer platform) parts of the Southern Jura Mountains has led to diverse correlations being proposed for the Lower Kimmeridgian. The studied ammonite fauna from near Molinges can help to determine the Oxfordian-Kimmeridgian boundary in the inner platform facies.

The accepted Oxfordian-Kimmeridgian boundary is that defined for the Tethyan Realm by the 1st Jurassic Colloquium in

* Manuscrit déposé le 6 décembre 2000, accepté le 2 février 2001.

(1) Université Claude Bernard-Lyon 1, U.F.R. des Sciences de la Terre, 27-43 bd du 11 novembre 1918. F-69622 Villeurbanne

Luxembourg (1962). However, new correlations with the Boreal Realm show that this boundary was placed too high and needs to be changed. To date, the working group of the International Subcommission on Jurassic Stratigraphy has not presented proposals and the Subcommission is not in a position to decide on this issue.

Upper Oxfordian and Lower Kimmeridgian stratigraphy and palaeogeography

The terms used for the lithological and sedimentological descriptions are the same as in the reference works on the studied area: Gaillard (1983), Bernier (1984) and Chevallier (1986, 1987, 1989).

Upper Oxfordian: two sedimentary areas with a transitional zone

In the southeast, the *Calcaires pseudolithographiques* (Pseudolithographic Limestone) Formation is a thick (70-80 m), well-bedded and monotonous limestone succession, the upper limit of which is defined by the first oncolitic beds of the *Calcaires d'Aranc* (Aranc Limestone) Formation. Bioclastic or lumachellic and oolitic intercalations are seen from southeast to northwest, beginning in the upper part, and becoming progressively lower in the succession.

In the zone that is transitional to the *Oolithe de Corveissiat* (Corveissiat Oolite) Formation, oolitic facies gradually replace the whole *Calcaires pseudolithographiques*. At first, Riche (1900, 1904) assumed the replacement was only a vertical change, and this is also the opinion of Bernier (1984) and Cochet (1995). Later, Riche (1911, 1912) acknowledged the presence of lateral facies change and an age equivalence for the two facies, an opinion that is accepted by Enay (1966), Chevallier (1986, 1987, 1989) and Enay et al. (1988).

In the northwest, beyond the Ain river and north of Cize-Bolozon, the *Oolithe de Corveissiat* is the only formation present. It overlies the oncolitic facies of the *Calcaires lités* (Bedded Limestone) Formation which, in the southeast, also underlies the *Calcaires pseudolithographiques* (see Fig. 3). Another northern counterpart is the *Couches du Morillon* (Morillon Beds) Formation (Fig. 4), a bioclastic facies with predominant echinoderms and rare

ooliths. Bernier (1984) and Cochet (1995), however, placed the *Couches du Morillon* below the *Oolithe de Corveissiat*, which is attributed to the Kimmeridgian. Farther to the northwest, the *Oolithe de Corveissiat* is replaced by low-energy deposits, the so-called "*Calcaires fins séquanais*", now known as the *Calcaires de Besançon* (Besançon Limestone) Formation, which ends with a hardground. Above it comes the *Calcaires à ptérocères* (Pteroceres Limestone) Formation, which has yielded an ammonite fauna from high in the Lower Kimmeridgian.

The relationships and geographical extent of the Upper Oxfordian facies are discussed in Enay et al. (1988).

Lower Kimmeridgian: different successions and palaeogeography

In the southeast, the Lower Kimmeridgian is represented by the *Calcaires d'Aranc* and the *Couches à céphalopodes* (Cephalopod-bearing beds). The *Calcaires d'Aranc* extends from the southeast to the northwest and includes thick-bedded, bioclastic and oncolitic limestone; it ends with a hardground and is overlain by the *Couches à céphalopodes*, the age of which youngs from southeast to northwest (Fig. 4B).

The *Couches à céphalopodes* overlies either the *Calcaires pseudolithographiques* in the southeast or the *Calcaires d'Aranc* in the northwest. It consists of alternations of well-bedded limestone (0.20-0.80 m) and marl that in places reveal a clear lithoclinical sequence. The greatest northwestward extension was reached during the late Early Kimmeridgian (Divisum Zone) showing that the base of the formation is heterochronous as well as the top [e.g. *Calcaires de Tabalcon* (Tabalcon Limestone Formation) (Fig. 4A) and the *Couches à céphalopodes* are seen to be wedge-shaped from southeast to northwest within the carbonate platform deposits.

In the northwest we find the *Couches* (or *Marnes* and *Calcaires*) *à ptérocères*. The oncolite-bearing beds between the *Oolithe de Corveissiat* and the *Couches à ptérocères*, were interpreted quite differently, especially in the Molinges district. The *Couches à ptérocères*, not widespread in the studied area, is well developed in the Central and Northern Jura

where the ammonite fauna proves a late Early Kimmeridgian age (*Hypsolocyclum* Zone). Brachiopods and a few nautilids give the same age for the southern extension (Chevallier et al., 1987).

The *Couches à ptérocères* documents a deepening of the water that is of about the same age as the greatest extension of the *Couches à céphalopodes*. This is probably related to a sea-level rise. But the drowning of the carbonate platform was not complete. Carbonate platform deposits continued on what we have termed the *Pont d'Ain-Oyonnax-Morez* "calcareous axis" (Enay and Contini in Enay et al., 1984) dividing the inner (*Couches à ptérocères*) and outer (*Couches à céphalopodes*) platform facies (Figs. 2, 3).

The Pont d'Ain-Oyonnax-Morez "calcareous axis"

In the west and northwest of the area over which the *Couches à céphalopodes* was deposited, the *Calcaires d'Aranc* reaches its maximum thickness of 40-50 m (Fig. 4A). It is overlain by a thick carbonate succession with repetitive facies, the *Calcaires d'Oyonnax* (Oyonnax Limestone) Formation (Chevallier, 1986, 1989), which represents the "calcareous axis" (Fig. 3).

The Oxfordian-Kimmeridgian boundary in the Southern Jura

In the southeast, the Oxfordian-Kimmeridgian boundary is traced just below the *Calcaires d'Aranc* whose eastern extension is well dated as Early Kimmeridgian (Platynota Zone). Towards the northwest, however, oolitic and bioclastic facies become increasingly widespread and the thickness of the *Calcaires d'Aranc* increases. We have no data for assuming that the *Calcaires d'Aranc* is isochronous and more than likely it is not so. Moreover, the northwestern extension and correlation are still open to debate (Bernier, 1984; Chevallier, 1986, 1987, 1989; Enay et al., 1988; Cochet, 1995).

The unpublished ammonites from near Molinges (Jura)

The unpublished ammonite fauna from near Molinges consists of only eight specimens, some complete and some not, and two fossil impressions. The collector is unknown and it has not been established whether the handwritten labels were pre-

pared by the collector or by the people who received the collection in the university. The probably oldest labels indicate only the date, "21 May 1933" and refer to the stratigraphic unit used at the time. The others add data on the formation, "Oolithe crayeuse" ("Chalky oolite") (e.g. Oolithe de Corveissiat), and the locality, but the indication "bifurcation of the road from Molinges to Viry" is not clear and the exact locality remains uncertain.

The matrix of all the specimens is the same: a white chalky limestone with small ooliths and pseudooliths that is also found inside the body chamber when this is preserved (*O. enayi*) (Plate 1). Septate inner whorls are preserved in crystalline calcite which does not fill in the chamber completely, leaving a large empty space.

The Molinges ammonite fauna includes:

Taramelliceras (Metahaploceras) *rigidum* (Wegele), 1 ex. (FSL 101 461), Pl. 1, Fig. 3a, b.

Orthosphinctes (*Ardescia*) *desmoides* *debelmasi* *Atrops*, 1 ex. (FSL 101 462), Pl. 1, Fig. 2a, b.

Orthosphinctes (*Ardescia*) *enayi* *Atrops*, 3 ex. (FSL 101 463 à 465), Pl. 1, Fig. 1a, b.

Orthosphinctes (*Lithacosphinctes*) *cf. stromeri* (Wegele), 1 ex. (FSL 101 466), Pl. 1, Fig. 4a, b.

Orthosphinctes *sp.*, 2 ex. (FSL 101 467, 468).

Discussion and interpretation

The age of the fauna, well defined with reference to the range of the species in the Southeast Basin (*Atrops*, 1982), is Early Kimmeridgian, *Platynota* Zone, probably *Desmoides* Subzone.

The Molinges section, which has been described twice by Bernier (1973, 1984), is instructive for the correlation and the ages that Bernier assumed. New and different interpretations were later proposed by Chevallier (1986, 1989) and Cochet (1995). Within this regional context, two further questions arise concerning 1) the exact position of the fauna in the Molinges section, and 2) the relationship

with the few other *Platynota* Zone ammonite localities in the Southern Jura.

Three different interpretations of the Oxfordian-Kimmeridgian boundary

In the northwest area, the beds between the Oolithe de Corveissiat below and the Calcaires à ptérocères above, contain locally abundant oncolites and have been used for quite different correlations.

Bernier (1984, and in Enay et al., 1984, fig. 5.20) attributed these beds to the Calcaires de la Semine (Semine Limestone), a new name for the Calcaire à momies intermédiaire (Enay, 1965) which, in the type-area, divided the Couches de Prapont of Late Kimmeridgian age into two members. As a result, 1) the "Couches à ptérocères du Bois de Trequin" are assumed to be different from the northern Calcaires à ptérocères, also dated Late Kimmeridgian, and 2) the Oolithe de Corveissiat is correlated with the lower member of the Couches de Prapont.

Chevallier (1986, 1987, 1989) adopted the same view as Enay and Contini (in Enay et al., 1984, fig. 5.19) and considered the so-called Calcaires de la Semine as being a westward extension of the Calcaires d'Aranc. The microfauna is different from that of the Calcaires d'Aranc in the type area, being closer to the microfauna of the Calcaires de la Semine, which was an argument for Bernier's correlation. Chevallier explains that the difference is related to the situation within the oncolitic bank, more distal for the typical Calcaires d'Aranc than for the so-called Calcaires de la Semine at Molinges (Fig. 3).

Cochet (Cochet et al., 1993, 1994; Cochet, 1995) adopted a scheme close to that of Bernier: He also places the Oolithe de Corveissiat stratigraphically above the Couches du Morillon, but shifts it geographically down and south of a hypothetical "swell" that occurs only at one locality, i.e. Mt. Rivel, near Champagnole (Jura). The Oxfordian-Kimmeridgian boundary is placed below the Calcaires d'Aranc in the southeast area; it is below the Oolithe de Corveissiat where this formation occurs and at the top of the Couches du Morillon on the Mt. Rivel swell (Fig. 4B, C). Curiously, Cochet attributed the oncolite-bearing beds that everywhere overlie the Calcaires lités to the Couches

du Morillon B (?). This is overlain by the Calcaires pseudolithographiques, the Oolithe de Corveissiat and the Couches du Morillon (Riche, 1902, 1912; Enay, 1966; Enay et al., 1988).

The position of the Molinges ammonites in the Molinges section

The Molinges fauna should be relocated in the section described by Bernier (1973, 1984). The ammonites are in the Oolithe de Corveissiat facies that crops out from the bifurcation of roads D.100 and D.63 for about 400 m along D.100. According to the labels, the ammonites would be from the base, or from near the base, of the formation that would be Kimmeridgian. This, however, disagrees with the comparative examination of the outcrops, and it is probable that the location indicated on the labels is only approximative. Bernier examined thin sections of the matrix of the ammonites and assumed it to be the microfacies of his beds 6 to 8 with inframillimetre-size ooliths. Nevertheless, beds with the same microfacies are also present higher up; for instance beds 11 to 20 and 22 of the Bernier section, the last lying just below the so-called Calcaires de la Semine.

Although the section was visited several times, the exact location of the ammonites remains unknown. They were probably found at a single localized spot, and there is very little chance for the discovery to be repeated. The site of the fauna could be unit "l" of Cochet (probably bed 22 of Bernier) that has a sedimentary structure indicative of a tidal environment (Cochet, 1995), or unit "k" (bed 21 of Bernier) that contains numerous nerineids, accumulated without any order, with an internal calcitic fill.

Relationship with the other known localities of the *Platynota* Zone

The nearest outcrops of the *Platynota* Zone are in Monts Jura and Vuache. These units moved northwestward along the Vuache sinistral wrench fault and are situated beyond the eastward extension of the Calcaires d'Aranc (Enay, 1959, 1966, 1969). The greatest northwestern extension of the Couches à Céphalopode, at the end of the Early Kimmeridgian (*Divisum* Zone) did not reach the "calcareous axis". So, whatever the exact site

of the Molinges ammonites, it is not easy to explain why a fauna of the Platynota Zone is present on the inner side of the "calcareous axis".

Besides the Monts Jura and Vuache, the Platynota Zone has been characterized by a few perisphinctids from biodepositional limestone associated with the oncolitic facies (Calcaires d'Aranc) and interpreted as channel deposits within the oncolitic bank in the Ile de Crémieu (Enay, 1955, 1958, 1966). Northward, in the folded Jura, the Calcaires d'Aranc show great variation in oncolite size and abundance, and several types have been described by Dahanayake (1974). Non deposition or/and erosional surfaces occur through the formation, and Dahanayake (1974) subdivided the formation into sequences defined by the cement or by the types of oncolite.

Both the data from Dahanayake and observations by the author at the eastern boundary of the Calcaires d'Aranc suggest a regime of elevated areas with oncolites and channels changing with time. The Molinges ammonites reached their present position as shells that drifted along such channels from the eastern areas where ammonites were living.

The Molinges fauna is probably the result of a single exceptional event. Recently, a new interpretation of the Upper Jurassic brecciated limestone of the Southeast Basin was proposed by Raja Gabaglia (1995) and Séguret et al. (in press), who attach a prominent role to storm-waves generated by tropical hurricanes. For instance, a thick disturbed unit called "the great slide", covers a large surface area in the Platynota Zone and the lower half (Hippolytense sub-zone) of the Hypselocyclus Zone.

The Jura area on the northwestern margin of the Southeast (or Dauphinois-Helvetian) Basin was in the same palaeolatitudinal situation, prone to the development of tropical hurricanes, but at the distal part of the Late Jurassic carbonate ramp, far beyond the attenuation zone of storm waves. A combination of sea-level rise and storm waves could have caused empty shells to drift far away and be rapidly buried. This would well explain some aspects of the Molinges fauna (a single find that is faunistically homogeneous) and the ammonite preservation.

Conclusion

The Molinges ammonites are dated as Early Kimmeridgian Platynota Zone, probably Desmoides Subzone, but their exact location in the Molinges section remains unknown. The proposal that the fauna came from the highest beds in the Oolithe de Corveissiat agrees with 1) the field data on the lateral facies change and the same age of the Calcaires pseudolithographiques and Oolithe de Corveissiat (Riche, 1911, 1912; Enay, 1966; Gaillard, 1983; Chevallier, 1986, 1987, 1989; Enay et al., 1988), and 2) the late Early Kimmeridgian age of the Couches à ptérocères (Chevallier et al., 1987). The actual location of the Molinges ammonites so far away from the present outcrops of the Platynota Zone is explained by a drift of empty shells due to storm-waves, the area being in a palaeogeographic location prone to the development of tropical hurricanes.

Introduction

A la fin de l'Oxfordien et au cours du Kimméridgien, les changements de faciès dans le Jura méridional sont importants, toujours avec la même orientation SW-NE des lignes et des zones isopiques, opposant ainsi les faciès de la partie nord-ouest à ceux de la partie sud-est. Le schéma de Bourgeat (1888) de « l'avancée des récifs » (recte des faciès de plate-forme carbonatée) du nord-ouest vers le sud-est reste valable dans ses grandes lignes, sauf que la régularité de la progradation est perturbée par des périodes d'enneigement. Ainsi, la plate-forme de l'Oxfordien moyen (ou plate-forme « rauracienne »), développée sur le Jura central et septentrional, disparaît presque complètement à l'Oxfordien supérieur et sera recouverte par l'épaisse série des Marnes d'Effingen, au sud-est, et des Marnes de Besançon (=Marnes à astartes Auct.), au nord-ouest, ces dernières longtemps attribuées au Kimméridgien (Enay et al., 1988).

Au cours de l'Oxfordien supérieur s'installe une nouvelle plate-forme (la plate-forme « séquanienne »), progradant vers le sud-est et plus étendue dans cette direction que la plate-forme rauracienne. Elle sera ennoyée à son tour au Kimméridgien inférieur, mais ne sera pas totalement recouverte. Au sud-est, sur la marge du bassin du Sud-Est, les Couches à céphalopodes s'avancent vers l'WNW sur la plate-forme, mais sans jamais rejoindre

la vasière des Couches à ptérocères qui, à partir du Bassin de Paris, s'étend sur une grande partie du Jura septentrional et central. Entre ces deux domaines, subsiste un domaine à sédimentation de plate-forme carbonatée, toujours orienté SW-NE, qui traverse obliquement le Jura méridional, depuis sa bordure externe (Pont-d'Ain) jusque au plateau molassique suisse (Morez et au-delà en territoire suisse) (Enay et Contini, in Enay et al., 1984).

Les âges, assez bien contraints par des faunes significatives dans la partie sud-orientale, deviennent de plus en plus incertains vers le nord-ouest. Les travaux récents et les interprétations proposées successivement (Bernier 1984; Chevallier, 1986, 1987, 1989; Cochet, 1995; Cochet et al., 1993, 1994) ne sont pas totalement satisfaisants et les observations anciennes de A. Riche, pour la deuxième édition de la feuille Nantua, à 1/80 000 (Riche et al., 1936) sont encore valables.

L'objet de l'article est 1) de décrire une petite faune d'ammonites inédite, conservée dans les collections de l'U.F.R. des Sciences de la Terre, découverte quelques kilomètres au sud de Molinges, à une dizaine de kilomètres au sud-ouest de Saint-Claude (Jura), sur le bord nord-ouest interne de l'axe calcaire (fig. 1); 2) d'examiner les conséquences de l'existence de cette faune, datée du Kimméridgien inférieur, sur la position de la limite Oxfordien-Kimméridgien dans le Jura méridional externe.

La limite Oxfordien-Kimméridgien est celle adoptée pour le domaine téthysien par le premier Colloque international du Jurassique de Luxembourg, en 1962. Les nouvelles corrélations avec le domaine boréal montrent qu'elle a été placée trop haut. Elle sera certainement déplacée dans le futur, à la base de la zone à Planula ou dans la partie supérieure de la zone à Bimammatum. Le groupe de travail de la Sous-Commission Internationale de Stratigraphie du Jurassique n'a pas encore présenté ses propositions et la Sous-Commission n'a pas eu à prendre position.

Stratigraphie de l'Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur (fig. 2 et 3)

Le schéma stratigraphique et paléogéographique présenté est celui

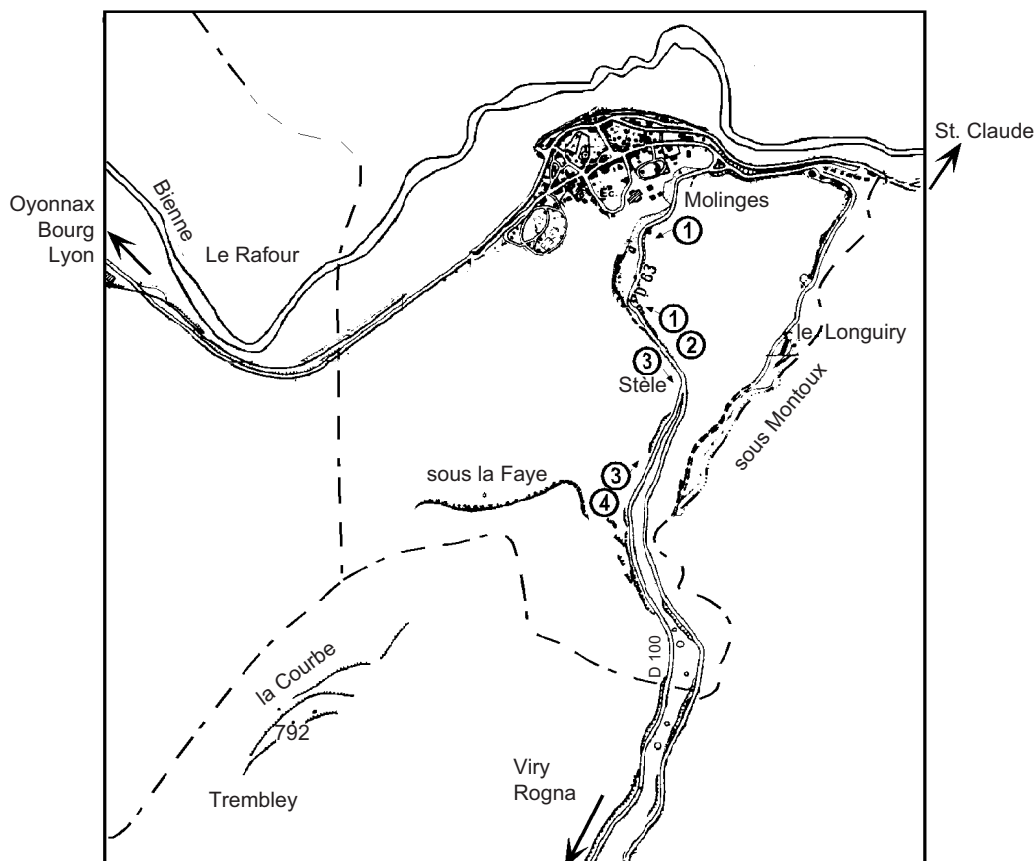


Fig. 1.- Carte de situation de la coupe de Molinges (Jura), feuille I.G.N. Saint-Claude à 1/25 000. 1. Faciès à oncoïdes (3^{ème} niveau à concrétions) des Calcaires lités ; 2. Zone dolomitisée ; 3. Oolithe de Corveissiat ; 4. Calcaires dits "de la Semine".

Fig. 1.- Location map of the Molinges section, IGN Saint-Claude topographic map, 1:25,000 scale. 1: Oncoid facies (3rd concretion bed) of the Calcaires lités (Bedded Limestone) Formation; 2. Dolomitized zone; 3. Oolithe de Corveissiat (Corveissiat Oolite); 4. So-called "de la Semine" limestone.

exposé dans Enay *et al.* (1988). Les conceptions ou interprétations différentes d'autres auteurs seront également indiquées chaque fois qu'il sera nécessaire. Les termes utilisés pour les descriptions lithologiques et sédimentologiques sont conformes à ceux des travaux de référence sur la région : Bernier (1984), Gaillard (1983) Chevallier (1986, 1987, 1989).

A l'Oxfordien supérieur : deux domaines sédimentaires avec une zone de transition

Au sud-est, les Calcaires pseudolithographiques

Dans une grande partie sud-est du Jura méridional, l'Oxfordien supérieur est représenté par la formation des Calcaires pseudolithographiques (Riche, 1898), série épaisse (70-80 m) et monotone de calcaires fins, presque lithographiques [= Calcaires lithographiques

(premier niveau) Jacquemin, 1891] de teinte claire, blanc jaunâtre à crème ou café au lait, bien stratifiés, en bancs d'épaisseur variable au sein de l'ensemble, rarement très épais (0,10 à 0,40 m), à rares interbancs marneux ou délités. Dans l'île Crémieu, la plus grande partie du Haut et du Bas-Bugey, le faciès pseudolithographique reste dominant et la limite supérieure de la formation est tracée partout sous les premiers niveaux à oncolithes (= bancs à momies) des Calcaires d'Aranc. La formation est datée de la zone à *Planula* Enay (1966).

Des bancs plus épais (1 m ou parfois plus), à nombreux débris ou lumachelles, à brachiopodes (surtout des rhynchonelles), bivalves, polypiers et encrines, s'intercalent à plusieurs niveaux de la formation. Du sud-est vers le nord-ouest, ils se développent d'abord dans la partie supérieure, puis de plus en plus bas en se rapprochant des faciès du Jura externe. Au nord-ouest d'une ligne SW-NE, Ambérieu-

en-Bugey-les Neyrolles-Belleydoux-Lajoux-Vallée de Joux, des bancs à oolites dispersées ou totalement oolithiques, blancs et crayeux, apparaissent souvent au sommet de la formation, parfois accompagnés de dolomie.

La zone de transition entre Calcaires pseudolithographiques et Oolithe de Corveissiat

L'envahissement et le remplacement progressif des Calcaires pseudolithographiques par le faciès oolithique peuvent être suivis dans l'angle nord-ouest de la feuille de Saint-Rambert-en-Bugey et la moitié nord-ouest de celles de Nantua et Saint-Claude. Le faciès oolithique, apparu timidement au sud-est vers le sommet des Calcaires pseudolithographiques, devient rapidement dominant au nord-ouest d'une ligne Poncin-Ceignes-vallée de l'Ange-Oyonnax-Saint-Claude. Le faisceau du Berthiard et la vallée de l'Ain correspondent à une zone de transition dans laquelle

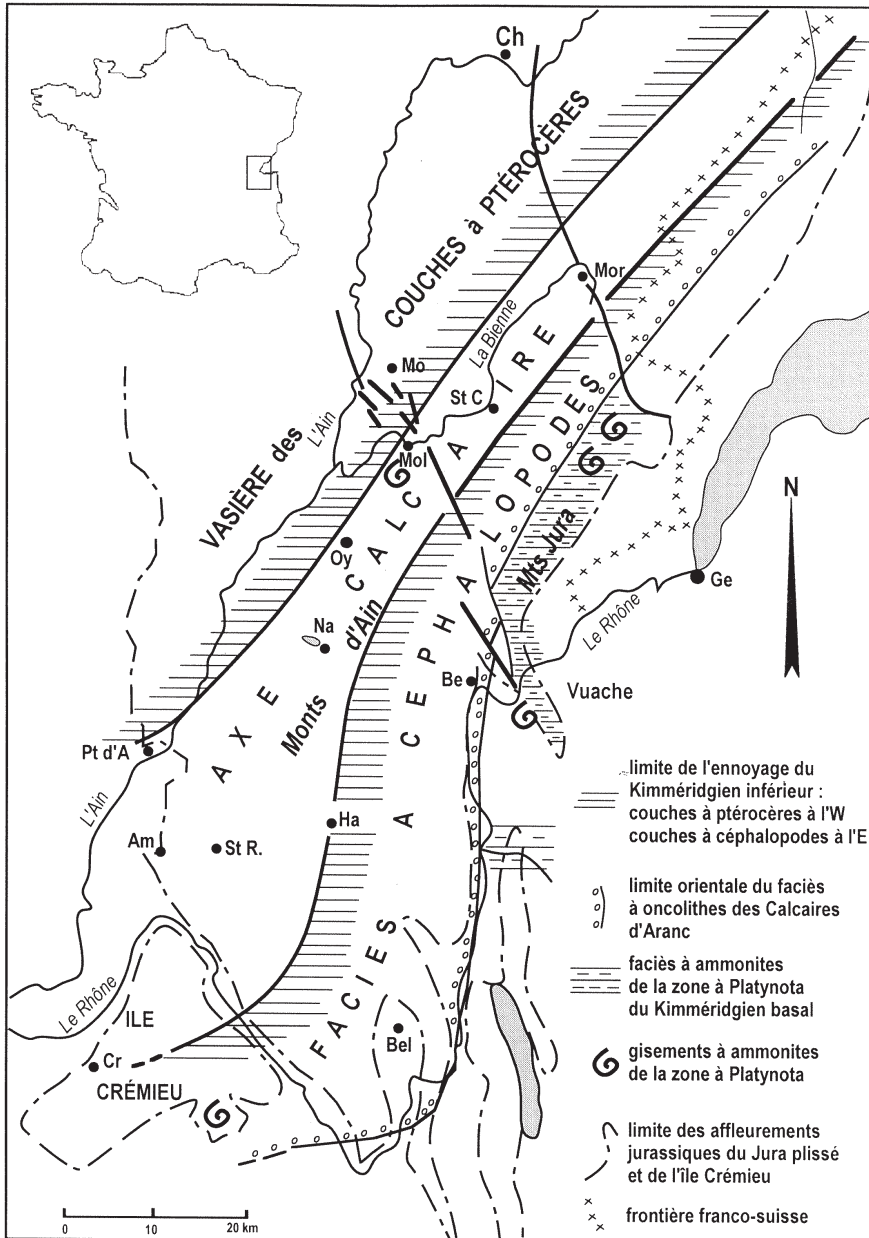


Fig. 2.- Zones de faciès de la limite Oxfordien-Kimmeridgien dans le Jura méridional et situation des principales localités ou unités géographiques citées dans le texte. En encart, situation de la région étudiée. La faible largeur de la partie nord orientale de l'Axe calcaire, au-delà de Nantua, quand il est sensiblement parallèle aux structures, résulte du raccourcissement tectonique SE-NW de la chaîne. Am., Ambérieu-en-Bugey; Be., Bellegarde; Bel., Belley; Ch., Champagnole; Cr., Crémieu; Ge., Genève; Ha., Hauteville; Mo., Moirans-en-Montagne; Mol., Molinges; Mor., Morez; Na., Nantua; O., Oyonnax; Pt d'A., Pont-d'Ain; St C., Saint-Claude; St R., Saint-Rambert-en-Bugey.

Fig. 2.- Facies map of the Oxfordian-Kimmeridgian boundary in the Southern Jura and position of the main localities and geographical units mentioned in the text. Inset, location of the studied area. The narrowness of the northeastern part of the "calcareous axis" beyond Nantua, where it is nearly parallel to the structures, arises from NW-SE tectonic shortening. Am., Ambérieu-en-Bugey; Be., Bellegarde; Bel., Belley; Ch., Champagnole; Cr., Crémieu; Ge., Geneva; Ha., Hauteville; Mo., Moirans-en-Montagne; Mol., Molinges; Mor., Morez; Na., Nantua; Pt d'A., Pont-d'Ain; O., Oyonnax; St C., Saint-Claude; St R., Saint-Rambert-en-Bugey.

le faciès oolithique envahit progressivement et de plus en plus précocement le faciès pseudolithographique.

Riche (1900, 1904) avait d'abord admis un remplacement vertical des

Calcaires pseudolithographiques par « l'Oolithe blanche ». Dans une certaine mesure, c'est le parti adopté par Bernier (1984 et fig. 4A) qui place les Calcaires oolithiques de Corveissiat, nom nouveau

pour l'Oolithe de Ramasse, dans le Kimméridgien inférieur et supérieur (en partie); Cochet (1995 et fig. 4B) fera de même. Cependant, le passage latéral et l'équivalence stratigraphique, plus ou moins exacte et au moins partielle, des Calcaires pseudolithographiques et de la formation oolithique (Oolithe de Ramasse ou de Corveissiat) étaient reconnus plus tard par Riche (1911, 1912) et acceptés par Enay (1966), Chevallier (1986, 1987, 1989), Enay *et al.* (1988).

Au nord-ouest, l'Oolithe de Corveissiat (ou de Ramasse) et les Calcaires de Besançon

L'Oolithe de Corveissiat

Au-delà de la vallée de l'Ain au nord de Cize-Bolozon, le faciès de l'Oolithe de Corveissiat règne seul. A Corveissiat, Chavannes-sur-Suran et Thoirette (feuille Moirans-en-Montagne), A. Riche (1902, 1912) avait déjà signalé « sa position très peu au-dessus de l'assise grumeleuse rau-racienne » (= troisième niveau à concrétions du faciès à oncoïdes des Calcaires lités) et vu les Calcaires pseudolithographiques « se charger progressivement d'oolithes à Nantua, Corveissiat, Ramasse, Ceignes-Etables, Saint-Alban ». L'Oolithe de Corveissiat occupe la même situation au nord d'Oyonnax (Feuille Moirans-en-Montagne), à Viry, Suèges et Molinges (Riche, 1912). Le faciès le plus commun est une oolithe blanche, crayeuse et friable, en bancs épais mal séparés par des diastèmes peu marqués, à stratifications entrecroisées, soulignée par des intraclastes. Les oolithes, de taille millimétrique, sont nombreuses et jointives, à contours nets et stries de croissance régulières autour d'un nucléus (grain de quartz, micro-organisme ou débris de coquille) qui, souvent, détermine la forme de l'oolithe; on rencontre également des agrégats d'oolithes entourées d'une enveloppe commune (grapestones) qui peuvent représenter une part importante de la roche.

Le nom de formation nouveau, Oolithe de Corveissiat, a été proposé par Bernier (1984) en remplacement de celui d'Oolithe de Ramasse attribué à tort à Riche (1911) à la suite de Enay (1966). Mais Bernier donne à la formation une extension géographique beaucoup trop étendue et la date du Kimméridgien inférieur et supérieur, pars (fig. 4A). Nous lui

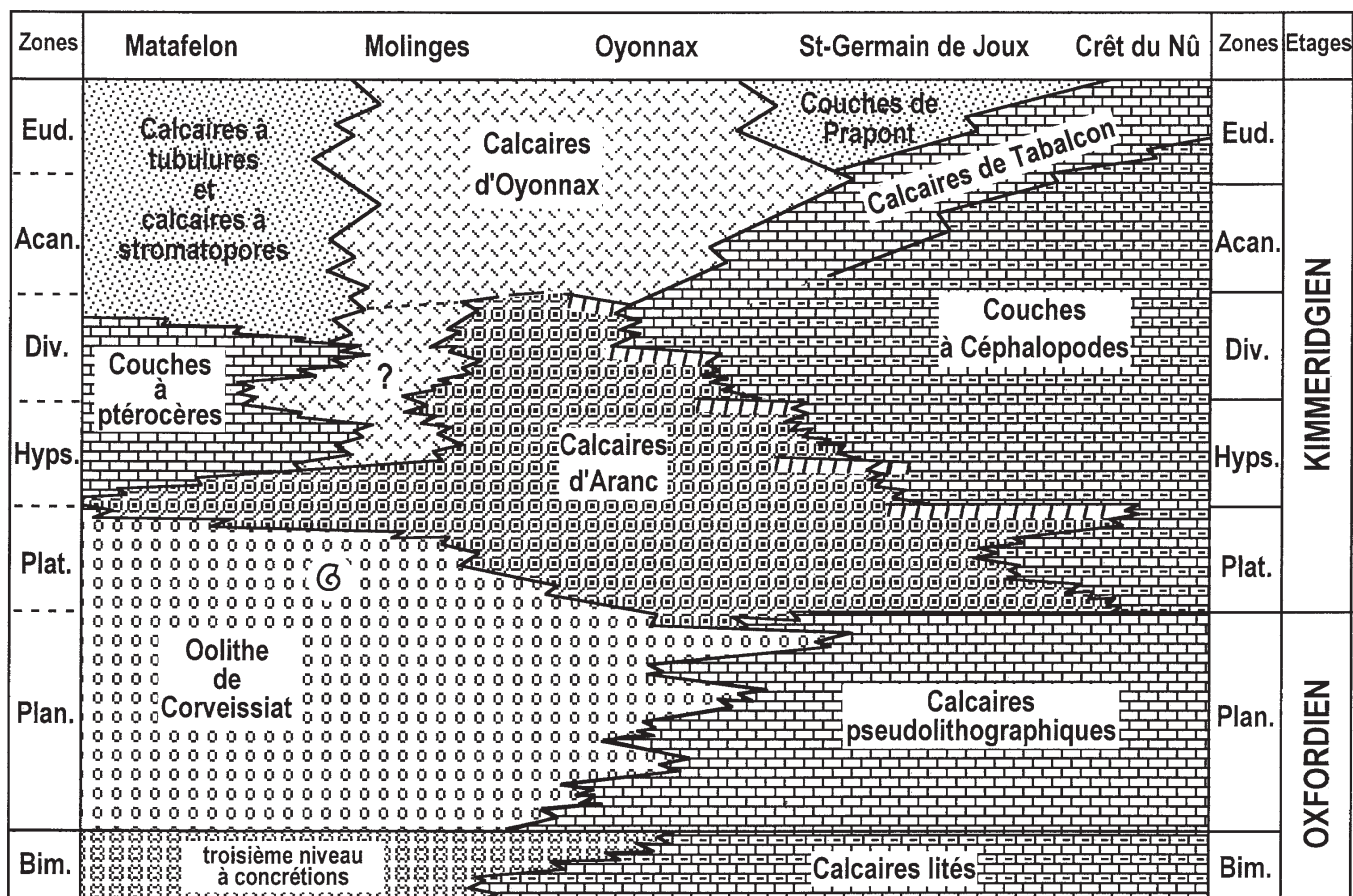


Fig. 3.- Schéma de corrélation des unités lithostratigraphiques de la limite Oxfordien-Kimmeridgien et du Kimmeridgien inférieur du Jura méridional et situation admise ici pour les ammonites de Molinges.

Fig. 3.- Correlation of the lithostratigraphic units of the Oxfordian-Kimmeridgian boundary and Early Kimmeridgian of the Southern Jura, and the assumed position of the Molinges ammonites.

conservons l'acception initiale (celle de l'Oolithe de Ramasse) d'équivalent latéral des Calcaires pseudolithographiques de l'Oxfordien supérieur, avec une répartition également plus restreinte, plus conforme à celle donnée par Gaillard (1983, fig. 19) pour les oolithes des Couches du Morillon *l.s.* Les Couches du Morillon (Enay, 1966), mises au-dessous de l'Oolithe de Ramasse-Corveissiat par Bernier (1984), sont un autre équivalent plus septentrional (feuilles Champagnole, Orgelet et Morez) des Calcaires pseudolithographiques, de faciès plus bioclastique, à nombreux débris échinodermiques et rares oolithes. Les relations et l'extension des différents faciès de l'Oxfordien supérieur sont précisées par Enay *et al.* (1988).

Par une approche différente, faisant une large place à la stratigraphie séquentielle, Cochet, dans sa thèse (Cochet, 1995) et dans un article cosigné par l'auteur (Cochet *et al.*, 1993, 1994), adopte

un schéma proche de celui de Bernier et place à nouveau l'Oolithe de Corveissiat (plus souvent appelée « unités oolithiques de Molinges ») au-dessus des Couches du Morillon. C'est ainsi que les niveaux à oncoïdes sous les « unités oolithiques de Molinges » deviennent les « Couches du Morillon B » (Cochet, 1995, fig. 108).

Les Calcaires de Besançon

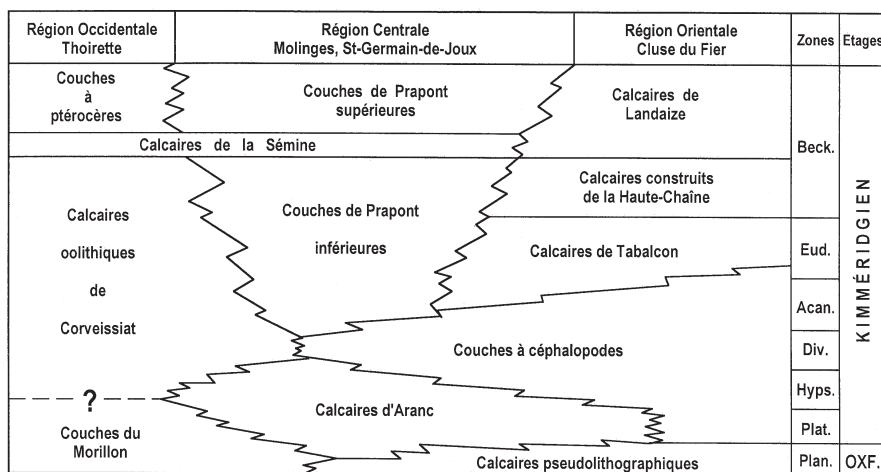
Toujours vers le nord-ouest, selon une ligne un peu au nord de Lons-le-Saunier, Champagnole, Pontarlier, le domaine occupé par l'Oolithe de Corveissiat (et les Couches du Morillon) fait place à des calcaires compacts à grain fin de basse énergie (lagon), les « calcaires fins séquaniens » des anciens auteurs, renommés Calcaires de Besançon (Enay *et al.*, 1988). La formation est terminée par une surface perforée et couverte d'huîtres, sur laquelle reposent les Calcaires à ptérocères (ou Calcaires de

Chargey), déjà hauts dans le Kimmeridgien inférieur (zone à Hypselocyclum). La discontinuité sédimentaire qui sépare les deux formations est plus ou moins nette selon les régions.

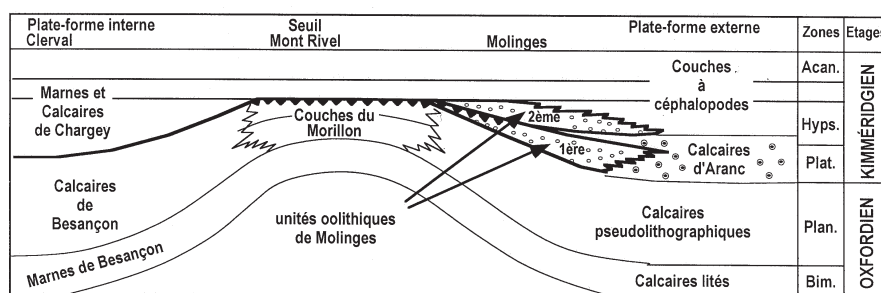
Au Kimmeridgien inférieur, paléogéographie et successions sont plus contrastées

Au sud-est, Calcaires d'Aranc et Couches à céphalopodes

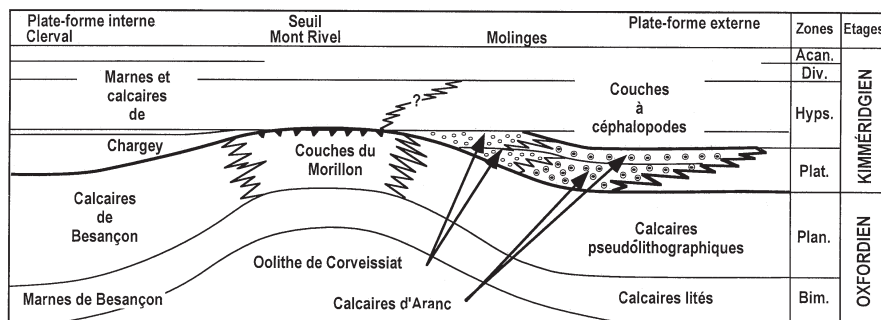
Les Calcaires d'Aranc (Bernier, 1984 = Calcaire pisolitique Lory, 1864 ; Pisolithe Falsan in Falsan et Dumortier, 1873 ; Riche, 1905, 1909, 1910 ; Pelletier, 1953 ; Couches de la Tour Enay, 1965) sont partout présents à la base, sauf les plis les plus orientaux (Monts Jura, Cluse du Fier). Très réduits au sud-est, leur épaisseur augmente rapidement vers le nord-ouest.



A



B



C

Fig. 4.- Les deux autres interprétations de la limite Oxfordien-Kimmeridgien dans le Jura méridional. A. Selon P. Bernier (1984), modifié : la région méridionale, non concernée, n'est pas représentée et sont ajoutés les Calcaires pseudolithographiques de l'Oxfordien terminal. Cette interprétation oblige à faire figurer des formations du Kimmeridgien supérieur qui n'apparaissent pas dans le texte. B. Selon Cochet (1995) et C. selon Cochet *et al.* (1993, 1994), modifiés : les corrélations avec le bassin du Sud-Est et l'interprétation séquentielle ne sont pas reproduites. C est repris dans le style de B pour faciliter la comparaison mais les relations des unités lithologiques sont conservées.

Bim., zone à Bimammatum; Plan., zone à Planula; Plat., zone à Platynota; Hyps., zone à Hypselocyclum; Div., zone à Divisum; Acan., zone à Acanthicum; Eud., zone à Eudoxus; Beck., zone à Beckeri.

Fig. 4.- The two other interpretations of the Oxfordian-Kimmeridgian boundary in the Southern Jura. A. Modified after Bernier (1984): the région méridionale (southern region), not directly involved in the study, is not shown and the end Oxfordian Calcaires pseudolithographiques (Pseudolithographic Limestone) has been added. This interpretation also requires the Late Kimmeridgian beds to be shown, although they are not discussed in the text.

B. Modified after Cochet (1995) and C. modified after Cochet *et al.* (1993, 1994): the correlations with the Southeast Basin and the sequence stratigraphy interpretation are not indicated.

C drawn in the same manner as B to help the comparison, but the relationships between the lithologic units are preserved.

Bim., Bimammatum Zone; Plan., Planula Zone; Plat., Platynota Zone; Hyps., Hypselocyclum Zone; Div., Divisum Zone; Acan., Acanthicum Zone; Eud., Eudoxus Zone; Beck., Beckeri Zone.

Ce sont des calcaires wackestones à grainstones, de teinte claire, compacts, parfois crayeux, en bancs épais, massifs et souvent sculptés en reliefs ruiniformes. Ils associent des niveaux à débris ou gravelles et des bancs, plus ou moins continus, à nodules algaires (oncolithes ou momies), formés autour d'un débris de coquille, quelquefois un organisme entier de petite taille, souvent une nérinée. Selon les bancs ou les localités, les oncolithes sont plus ou moins abondants, jointifs ou dispersés dans la matrice, de tailles très variables, de quelques millimètres à plusieurs centimètres. Localement, une dolomitisation secondaire affecte, soit le ciment, soit les oncolithes, parfois les deux. Les Calcaires d'Aranc sont traversés par des surfaces d'arrêt de la sédimentation ou d'érosion et très souvent terminés par une surface d'arrêt du dépôt, ferritisée, qui supporte les premiers niveaux des Couches à céphalopodes dont l'âge est de plus en plus récent du sud-est vers le nord-ouest.

Les Couches à céphalopodes succèdent :

a) directement aux Calcaires pseudolithographiques sur la bordure orientale, dans l'anticlinal Gros Foug-La Chambotte-Corsuet (Cluse du Fier) et, plus largement au nord de l'accident du Vuache (dans les Monts Jura),

b) aux Calcaires d'Aranc au nord-ouest, de l'Ile Crémieu au Mont-Tendre (Suisse).

La formation comprend des calcaires argileux bien stratifiés en bancs de 0,20 à 0,80 m, gris bleuté, jaunissant à l'air, à taches bleues, roses ou rousses selon le degré d'altération, correspondant souvent à de petits oncolithes ferrugineux (Bernier, 1984), à débit en dalles ou moellons, séparés par des interbancs marneux ou plus délitables. L'importance des passées plus argileuses et des calcaires varie au sein de la formation et, dans la partie orientale, apparaît nettement une organisation en séquences lithoclinales. Les zones plus marneuses se réduisent vers le nord-ouest en même temps que s'intercalent des niveaux à petits oncolithes millimétriques traduisant des influences à partir des régions où domine le faciès biodétritique. Ces niveaux, qui soulignent la disposition rythmique des Couches à céphalopodes, se placent en fin de rythme, terminés par des surfaces d'arrêt du dépôt discrètes, proba-

blement en relation avec celles qui traversent les Calcaires d'Aranc.

Vers l'WNW, les Couches à céphalopodes sont plus calcaires, moins riches en faune et leur épaisseur diminue assez rapidement. Entre Hauteville et Tenay (brachyantoclinal des Dergits et forêt de Jailloux) et à Tabalcon près de Cerin, les formes trouvées le plus à l'ouest sont de la zone à *Divisum* [*Crussoliceras* sp., *Garnierisphinctes* sp., *Progeronia* gr. *licitor* (Font.)]. Elles marquent l'extension maximale du faciès à ammonites vers l'WNW. Les Couches à céphalopodes sont donc hétérochrones à leur base, mais également à leur sommet (Calcaires de Tabalcon), formant une sorte de « coin » enfoncé d'est en ouest au sein des dépôts de plate-forme carbonatée (fig. 3).

C'est seulement au nord de Brénod que leur extension vers l'ouest rejoint le domaine de transition entre les Calcaires pseudolithographiques et l'Oolithe de Corveissiat. Au sud, l'ennoyage kimméridgien reste nettement en retrait : le Bugey occidental et le nord de l'Île Crémieu (dans le prolongement de l'éperon lyonnais) sont occupés par des dépôts de plate-forme carbonatée.

Au nord-ouest, les Couches (ou Marnes et Calcaires) à ptérocères

La formation a connu des appellations variées : marno-calcaires à ptérocères (Bourgeat, 1888), Ptérocérien marno-calcaire à ptérocères (Riche, 1900, 1902), Marnes et calcaires marneux à *Pterocera* (Clin et Perriaux, 1964), Couches à ptérocères du bois de Trequin (Bernier, 1984).

Cette formation est séparée de l'Oolithe de Corveissiat par des assises renfermant des niveaux avec oncolithes qui ont fait l'objet d'interprétations différentes (Bernier, 1984 ; Chevallier, 1986, 1989), en particulier dans la région de Molinges, et qui seront discutées après l'étude des ammonites. D'épaisseur faible dans le Jura méridional (5 à 20 m), les Couches à ptérocères représentent la terminaison méridionale, sur la bordure externe ou bressane du Jura, de la vasière des Calcaires et marnes à ptérocères du Jura nord-occidental (Boyé, 1844 ; Contejean, 1858 ; = Calcaires et marnes de Chargey et Marnes de Rang Chevallier, 1987, 1989), bien développés dans la Haute-Saône et la région de Montbéliard

(Contini, 1972 ; Contini et Hantzpergue, 1973, 1975), où ces niveaux ont livré des ammonites du Kimméridgien inférieur élevé (zone à *Hypselocyclum*). Bernier (1984) a admis qu'il s'agissait d'une assise de même faciès, mais d'âge plus récent et attribuée au Kimméridgien supérieur.

Les brachiopodes étudiés par A. Boullier sont proches de ceux connus dans la Haute-Saône et la région de Montbéliard : à la base, *T. subsella* Leym. et *Zeillerina* sp., cette dernière espèce remplaçant ici *Z. humeralis* (Roem.) de la Haute-Saône et du Bassin parisien ; au-dessus, *Terebratula suprajurensis* Et. et var. (forme de grande taille et élargie), seule ou associée à *Postepithyris dubisensis* Boull., cette dernière encore inconnue dans la Haute-Saône, et à une zeillérie très rare et différente de *Z. humeralis*. Les rhynchonelles manquent totalement. En l'absence d'ammonites, les nautilies [*Eutrephoceras* cf. *claramontanum* (Kuhn), *Paracencoceras* cf. *staffelbergense* (Kuhn) et *P. nov. sp. gr. lorioli* (von Loesch), de plusieurs localités situées un peu au nord (sur les feuilles Moirans-en-Montagne et Champagnole), donnent également un âge Kimméridgien inférieur : zone à *Hypselocyclum* et la partie inférieure de la zone à *Divisum* (Chevallier *et al.*, 1987).

Les Couches à ptérocères traduisent un approfondissement avec une avancée vers le sud-est des faciès de vasière, à peu près de même âge que l'avancée maximale des faciès ouverts à ammonites de la bordure orientale du Jura méridional (Couches à céphalopodes). Une montée du niveau marin relatif est sans doute à l'origine de cet ennoyage convergent de la plate-forme, à la fois à partir du bassin de Paris et du bassin du Sud-Est. Cependant, la submersion et la reconquête de la plate-forme ne seront pas réalisées totalement, laissant subsister, entre la vasière des Couches à ptérocères et la plate-forme externe des Couches à céphalopodes, un domaine à sédimentation de plate-forme carbonatée, « l'axe calcaire » Pont d'Ain-Oyonnax-Morez (Enay et Contini *in Enay et al.*, 1984).

L'Axe calcaire Pont-d'Ain-Oyonnax-Morez : les Calcaires d'Oyonnax

À l'ouest et au nord-ouest du domaine reconquis provisoirement par les Couches à céphalopodes, les Calcaires d'Aranc, déjà présents à la base de cette

formation dans la partie orientale, sont maintenant très développés. Ils atteignent leur épaisseur maximale, de l'ordre de 40 à 50 m, dans la bande anticlinale Forêt de Meyriat-les Monts d'Ain-forêt de Montréal-forêt de Niermes. Leur extension et les corrélations vers l'ouest ne sont pas claires et sont discutées.

Au-dessus des Calcaires d'Aranc, vient une épaisse série carbonatée de faciès répétitif et monotone, souvent dolomitisée, difficile à subdiviser et mal datée, pour laquelle Chevallier (1986, 1987, 1989) a proposé le nom de Calcaires d'Oyonnax. Cette formation correspond à « l'axe calcaire » Pont d'Ain-Oyonnax-Morez de Enay et Contini (*in Enay et al.*, 1984) (ou Nantua-Saint-Claude *in Chevallier*, 1986, 1989) qui, résistant à l'ennoyage du Kimméridgien inférieur, sépare les faciès de vasières protégées ou de plate-forme interne du Jura nord-occidental (Couches à ptérocères et faciès sus-jacents) des faciès de plate-forme externe (Couches à céphalopodes) au sud-est.

La limite Oxfordien-Kimméridgien dans le Jura méridional

À l'ESE d'une ligne Poncin-la Cluse-Oyonnax, la limite Oxfordien-Kimméridgien est placée à l'apparition des Calcaires d'Aranc. Dans la partie tout à fait orientale de ce domaine, dans le Grand-Colombier-de-Culoz et son prolongement nord, sur les feuilles Saint-Rambert-en-Bugey, Seyssel et Saint-Julien-en-Genevois (du sud vers le nord), à son front externe, le banc oncolithique se termine au sein des faciès lités à grain fin. Sa terminaison orientale est ainsi bien datée du Kimméridgien inférieur basal, à la fois par encadrement et par équivalence latérale avec les premiers niveaux à ammonites du Kimméridgien inférieur qui ont livré des faunes de la zone à *Platynota*, connues au-delà (nord-est) du décrochement du Vuache dans les Monts Jura (Enay, 1959, 1966), au Vuache (Enay, 1969) et aussi dans l'Île Crémieu (Enay, 1955, 1958).

Vers le nord-ouest, les faciès oolithiques et/ou biodétritiques sont de plus en plus développés, aux dépens des Calcaires pseudolithographiques et sont associés aux Calcaires d'Aranc, de plus en plus épais. En conséquence, si le repère des Calcaires d'Aranc coïncide assez

bien avec la limite Oxfordien-Kimméridgien dans la partie sud-est de son domaine d'extension, vers le nord-ouest aucune donnée fiable ne permet d'affirmer son isochronie (Enay, 1966). L'extension même des Calcaires d'Aranc dans cette direction et leur corrélation sont encore discutées (Bernier, 1984 ; Chevallier, 1986, 1987, 1989 ; Enay *et al.*, 1988). Dans l'interprétation proposée par Cochet (Cochet *et al.*, 1993, 1994 ; Cochet, 1995), les Calcaires d'Aranc auraient pour équivalent latéral vers le nord-ouest la première unité oolithique de Molinges.

Les ammonites inédites de Molinges (Jura) (pl. 1)

La faune restée inédite de Molinges compte huit exemplaires ou fragments, plus ou moins bien conservés et deux empreintes indéterminables. Le collecteur pas plus que la date d'entrée du matériel dans les collections de l'Université de Lyon 1 ne sont pas connus. Elle aurait été examinée par Mme E. Basse, qui a donné quelques déterminations, revues par M. Lanquine, mais aucune date n'est indiquée. M. Pelletier a laissé également des commentaires. Il n'est pas établi si les étiquettes manuscrites accompagnant plusieurs pièces sont de la main du découvreur ou de celui qui a reçu le matériel. Ces étiquettes sont les seules informations dont nous disposons.

Les étiquettes qui paraissent (?) les plus anciennes notent seulement « 21 mai 1933 - Ammonites de Molinges - Pro(ablement) J3 (partie sup(érieure)) », cette dernière indication rayée et remplacée par « niveau oolithique ». Les autres étiquettes, toutes de la même écriture, différente de la première, sont plus complètes : « 21 mai 1933 - Oolithe crayeuse - bifurc(ation) route de Molinges à Viry. Prob(ablement) du Séquanien ou (des) couches de passage du J4 au J5 » (notations correspondant au « Séquanien » et au « Ptérocérien » de la carte géologique à 1/80 000, Nantua, 2^e édition, Riche *et al.*, 1936). Ces indications ne sont pas très explicites et la question de la position exacte des ammonites de Molinges sera envisagée après que celles-ci auront été étudiées et l'âge de l'association précisé.

La matrice de toutes les pièces étudiées est un calcaire blanc crayeux, de

texture grainstone, à oolithes ou pseudoolithes de petite taille, qui remplit également la chambre d'habitation de l'unique exemplaire chez qui elle est conservée (*O.enayi*), parfois aussi quelques loges. Les tours cloisonnés sont le plus souvent conservés en calcite cristalline qui occupe incomplètement les loges successives en laissant un large vide central (aspect géodique).

Les meilleurs exemplaires sont souvent conservés en calcite avec un pseudotest également calciteux qui ne permet pas d'observer les sutures cloisonnaires et donnent à l'ornementation un relief vigoureux qui explique les différences avec les formes auxquelles ils seront comparés.

Famille des Opeleidae Douvillé, 1890

S/s Famille des Taramelliceratinae Spath, 1928.

Genre Taramelliceras Del Campana, 1904.

S/s genre Metahaploceras Spath, 1925.

Taramelliceras (Metahaploceras) rigidum (Wegele)

Pl. 1, fig. 3a, b.

1955 - *Taramelliceras (Metahaploceras) rigidum* (Wegele), Hölder, p. 134, pl. 18, fig. 20 (cum synonymie).

L'unique exemplaire de Molinges était déterminé « *Opeleia cf. karreri* Neumayr » par Mme Basse (FSL 101 461).

Il correspond à un quart d'un individu cloisonné, à section épaisse et les flancs bombés, avec l'ornementation caractéristique de l'adulte. Les côtes principales proverses sont terminées vers le milieu du flanc par un tubercule où s'amorce le mouvement rétroverse des côtes secondaires. Une seule porte un tubercule bien net et des tubercules plus petits terminent les côtes marginales fines, très peu marquées, qui traversent la région ventrale, large et arrondie, sans tubercules sur la ligne médiane.

Dans le sud de l'Allemagne (Souabe) l'espèce est connue à la limite du Malm Beta (zone à Planula, sous-zone à Galar) et du Malm Gamma et dans la partie basale du Malm Gamma (zone à Platynota) (Hölder, 1955). Sa répartition est plus précise dans le bassin du Sud-Est

(Atrops, 1982), au sommet de la zone à Planula (sous-zone à Galar) et dans les sous-zones inférieure (à Orthosphinctes) et supérieure (à Guilhaendense) de la zone à Platynota ; elle n'est pas citée dans sa partie moyenne (sous-zone à Desmoides).

Famille des Perisphinctidae Steinmann, 1890

S/s-famille des Perisphinctinae Steinmann, 1890

Genre Orthosphinctes Schindewolf, 1925

Sous-genre Ardescia Atrops, 1982.

Orthosphinctes (Ardescia) desmoides debelmasi Atrops

Pl. 1, fig. 2a, b.

1982 - *Orthosphinctes (Ardescia) desmoides debelmasi* Atrops, p. 83, pl. 3, fig. 6, 7 ; pl. 17, fig. 1, 4, 5 ; pl. 18, fig. 2 ; pl. 19, fig. 2, 5, 6 (cum synonymie).

L'exemplaire unique de Molinges était déterminé « *Perisphinctes cf. polygyratus* Rein., espèce voisine de (*P.*) *polylocus* » (FSL 101 462).

Il représente environ le quart d'un individu plus complet dont la partie conservée du tour porte la trace du tour suivant. L'enroulement est moyennement évolué et les tours internes sont bien visibles dans l'ombilic. La section est subrectangulaire, plus haute que large, les flancs plats faiblement convergents vers la région ventrale. Les tours internes, plutôt mal conservés, paraissent plus densément costés que le tour externe. Celui-ci porte des côtes primaires légèrement proverses, fortes et régulièrement bifurquées au tiers externe du flanc, indifféremment vers l'avant ou vers l'arrière. Aux côtes secondaires, de force égale, s'ajoutent assez régulièrement des côtes intercalaires, à raison de une par bifurcation, sauf au niveau des constriction. On compte deux constriction sur le dernier quart de tour, qui sont données par Atrops comme une caractéristique de la sous-espèce.

Dans le bassin du Sud-Est, *Orthosphinctes (Ardescia) desmoides debelmasi* caractérise la partie moyenne de la zone à Platynota, sous-zone à Desmoides et base de la sous-zone à Guilhaendense (Atrops, 1982).

Orthosphinctes (Ardescia) enayi Atrops

Pl. 1, fig. 1a, b.

1982 - *Orthosphinctes (Ardescia) desmoides enayi* Atrops, p. 65, pl. 17, fig. 2, 3 ; pl. 18, fig. 1, 4 (cum synonymie).

Un individu, probablement un nucléus, d'environ 88 mm de diamètre, déterminé comme l'espèce précédente « *Perisphinctes* cf. *polygratus* Rein., espèce voisine de (*P.*) *polyplocus* » et un fragment de tour correspondant au début de la loge avec la dernière cloison (d = 99 mm) (FSL 101 463). Deux autres exemplaires mal conservés pourraient appartenir également à l'espèce (FSL 101 464, 465).

Pour un diamètre estimé de 88 mm, les autres dimensions sont : H = 31 (0,35) ; E = 28,6 (0,32) ; O = 32,5 (0,37) et on compte 58 côtes primaires. Ces caractères placent l'exemplaire de Molings très près de l'holotype, plus qu'aucun des autres individus du bassin du Sud-Est figurés par Atrops, qui reconnaît la grande variabilité des formes placées dans l'espèce et la position singulière de l'holotype « à la limite de la variabilité de l'espèce ».

La forme générale discoïde est liée à l'enroulement moyennement involute et à la section ovale élevée, les flancs aplatis convergents vers la région ventrale arrondie. Les côtes principales sont régulièrement bifurquées vers le tiers externe du flanc, les côtes secondaires un peu moins fortes, avec des côtes intercalaires plus ou moins nettement réunies aux côtes secondaires. Le stade « palmé » n'est pas atteint. Deux constrictions sont visibles à 58 et 78 mm, la dernière bordée en avant par une côte simple.

Dans le bassin du Sud-Est, l'espèce est rencontrée dans la zone à Platynota et caractérise l'horizon à Enayi à la base de la sous-zone à Desmoides. Les formes de Franconie rattachées à l'espèce sont également de la sous-zone à Desmoides, sans que sa position exacte puisse être mieux précisée.

Sous-genre *Lithacosphinctes* Oloriz, 1978

Orthosphinctes (Lithacosphinctes) cf. *stromeri* (Wegele)

Pl. 1, fig. 4a, b ; 5a, b.

cf. 1982 - *Orthosphinctes (Lithacosphinctes) stromeri* (Wegele), Atrops, p. 145, pl. 2, fig. 3.

L'espèce de Wegele reste mal connue, d'autant que les deux syntypes sont disparus. L'exemplaire choisi comme lectotype par Atrops (Wegele, 1929, pl. 7, fig. 4) était placé par Geyer (1961) dans son espèce *Ataxioceras (Parataxiocera) nudocrassatum* n. sp. [un morphotype de *A. (P.) lothari lothari* selon Atrops]. L'autre syntype étant mis dans la synonymie de *A. (P.) inconditum* (Font.), cela revenait à rejeter l'espèce *stromeri* au profit de la nouvelle espèce de Geyer ! (Enay, 1966, p. 205). Atrops a réhabilité l'espèce pour un exemplaire isolé de Crussol, mais *O. (L.) stromeri* reste une espèce rare.

L'exemplaire de Molings rapproché de l'espèce est un fragment de tour encore cloisonné pour un diamètre estimé de 125-130 mm (FSL 101 466). L'enroulement, la section du tour et la costulation sont bien conformes à ceux du lectotype et à la description par Atrops. La plus grande force de l'ornementation est liée sans doute au type de conservation avec un pseudo-test en calcite, alors que le lectotype et l'exemplaire de Crussol sont des moules internes calcaires. Le début du fragment de tour conservé correspond à peu près au diamètre des dernières formations paraboliques chez l'individu de Crussol, mais l'exemplaire de Molings n'en montre pas.

Ces formations paraboliques sont bien développées chez le fragment de tour d'un diamètre comparable de l'île Crémieu cité en 1966 (FSL 76 841), à propos duquel j'avais fait la remarque sur les choix de Geyer rappelés plus haut (Enay, 1966, p. 205). L'aspect des formations paraboliques et la constriction située un peu avant sont identiques à celles visibles sur le dernier quart de tour du lectotype (pl. 1, fig. 5a, b).

Les deux syntypes de Wegele sont de la zone à Platynota. A Crussol, le seul exemplaire connu du bassin du Sud-Est est également de la zone à Platynota, sous-zone à Desmoides. Dans l'île Crémieu, l'espèce a été récoltée à Sermérieu (Isère), dans la partie supérieure des calcaires à débris associés au Calcaire à momies principal (= Calcaires d'Aranc). Dans la coupe de Pierre-Montin, les mêmes niveaux ont livré en éboulis *O. (L.)* cf. *pseudoachilles* (Weg.), *O. (Ardescia)* gr. *proinconditus*

(Weg.) et *Aspidoceras* gr. *circumspinosum* (Opp.) (cf. Enay, 1966, fig. 11, carrières 8 et 3).

Orthosphinctes l.s. indéterminés

La collection de Molings renferme encore deux individus de petite taille, sans doute des nucléus d'*Orthosphinctes*, indéterminables (FSL 101 467, 468). Un des exemplaires dont seule la région ventrale est visible semble posséder des formations paraboliques et pourrait correspondre aux tours internes de l'exemplaire de *O. (L.)* cf. *stromeri* décrit plus haut (FSL 101 467).

Discussion et interprétation

Malgré le petit nombre d'individus et d'espèces reconnues, l'âge de la faune de Molings ne fait pas de doute. A partir de la répartition des espèces dans le bassin du Sud-Est (Atrops, 1982), elle appartient à la zone à Platynota, sans doute la sous-zone à Desmoides, dans la partie basale du Kimméridgien.

La coupe de Molings (fig. 1), a été décrite sommairement par Bernier en 1973, puis revue avec plus de détail et une interprétation un peu différente (Bernier, 1984). Elle est une pièce maîtresse des corrélations et des âges proposés dans sa synthèse stratigraphique régionale et discutés par Chevallier (1986, 1989) et Cochet (1995). Dans ce contexte, l'âge kimméridgien basal des ammonites de Molings pose deux interrogations :

1) sur la position de cette faune dans la coupe de Molings et dans la stratigraphie régionale,

2) sur ses relations avec les autres gisements connus de la zone à Platynota dans le Jura méridional.

Trois interprétations différentes de la limite Oxfordien-Kimméridgien (fig. 3 et 4)

Dans les régions au nord-ouest, les niveaux au toit de l'Oolithe de Corveissiat et au-dessous des Couches à ptérocoères ne sont plus franchement oolithiques, mais surtout à débris et rares oolithes, avec des oncolithes localement abondants, plus souvent dispersés dans la matrice wackestone. En l'absence d'éléments de datation

fiables, la présence d'oncolithes a justifié des attributions et des corrélations lithostratigraphiques divergentes :

1) Bernier (1984 et *in* Enay *et al.*, 1984, fig. 5.20) identifie ces niveaux avec les Couches de la Semine, nom nouveau pour le Calcaire à momies intermédiaire qui traverse et divise en deux membres (formations pour Bernier) les Couches de Prapont datées du Kimméridgien supérieur, sommet de la zone à Eudoxus et zone à Beckeri (Enay, 1965, 2000). De là découle a) l'âge Kimméridgien supérieur des Couches à ptérocères dites « du Bois de Trequin » pour les distinguer des Couches à ptérocères *st. s.*, b) également la place de l'Oolithe de Corveissiat, mise au-dessus des Couches du Morillon (cf. *ante*) et corrélée avec le membre inférieur des Couches de Prapont (fig. 4A).

2) Chevallier (1986, 1989) adopte l'opinion de Enay et Contini (*in* Enay *et al.*, 1984, fig. 5.19) et attribue les niveaux attribués aux Couches de la Semine aux Calcaires d'Aranc, développés avec leur faciès normal dans la partie sud-est du Jura méridional où ils sont bien datés du Kimméridgien inférieur basal (Enay, 1966). C'est, à peu de chose près, l'interprétation retenue par Enay *et al.* (1984) et pour la feuille à 1/50 000 de Nantua (Mangold *et al.*, en préparation). Ces niveaux sont considérés comme l'équivalent latéral ou la terminaison vers le nord-ouest des Calcaires d'Aranc, mais ils sont placés au sommet de l'Oolithe de Corveissiat (ou des Couches du Morillon) (fig. 3).

La macrofaune de ces niveaux (Couches de la Semine ou Calcaires d'Aranc) est peu abondante, le plus souvent en fragments usés. La microfaune est plus riche, mais différente en partie de celle des Calcaires d'Aranc et plus proche de celle des Couches de la Semine, ce qui constituait un argument en faveur des corrélations proposées par Bernier. Chevallier explique cette différence dans les associations par une polarité de situation dans le banc oncolithique, en position externe pour l'association type des Calcaires d'Aranc, interne pour celle des niveaux supérieurs de l'Oolithe de Corveissiat, ce qui expliquerait ainsi les affinités avec l'association des Couches de la Semine dans la localité-type, également en position interne.

3) Cochet (*in* Cochet *et al.*, 1993, 1994 ; Cochet, 1995) (fig. 4B, C) revient à

un schéma proche de celui de Bernier. L'Oolithe de Corveissiat (plus souvent appelée « unités oolithiques de Molings ») est placée stratigraphiquement au-dessus des Couches du Morillon, mais déplacée géographiquement en contrebas et au sud d'un « seuil », limité au seul secteur du Mont Rivel, près de Champagnole (Jura). La limite Oxfordien-Kimméridgien est tracée :

a) au toit des Calcaires pseudolithographiques et sous les calcaires d'Aranc au sud-est,

b) mais sous « la première unité oolithique de Molings », quand celle-ci se développe,

c) au toit des Couches du Morillon sur le « seuil » émergé (?) du Mont Rivel, avec lacune d'une partie du Kimméridgien inférieur.

Dans la coupe de Molings, les niveaux nommés (dans le texte uniquement) par nécessité « Couches du Morillon B » (Cochet, 1995, fig. 108) ne sont autres que les niveaux à concrétions grumeleuses du faciès à oncoïdes (à nubéculaires) des Calcaires lités de la zone à Bimammatum (Enay, 1966 ; Gaillard, 1983). Les faunes de brachiopodes sont celles du 3^{ème} niveau : *Somalirhynchia moeschi* (Haas) et *Aromasithyris semifarinata* (Etallon) (dét. A. Boullier). Ce 3^{ème} niveau à oncoïdes termine partout la formation des Calcaires lités, directement sous les Calcaires pseudolithographiques et les Couches du Morillon (Enay, 1966) ou l'Oolithe de Corveissiat (Riche, 1902, 1912). Le long de la D 63, avant l'embranchement de la D 100, en venant de Molings, l'Oolithe de Corveissiat repose normalement sur ces niveaux, avec interposition de niveaux dolomités (fig. 1). La coupe est continue, ainsi que l'ont reconnu Cochet (1995) et la feuille à 1/50 000 de Saint-Claude.

Le schéma stratigraphique et paléogéographique de référence (fig. 3) est celui présenté dans Enay *et al.* (1988) pour l'Oxfordien et Chevallier (1986, 1989) pour le Kimméridgien inférieur. A partir de ces corrélations, l'Oolithe de Corveissiat correspond pour l'essentiel à la zone à Planula de l'Oxfordien supérieur et, avec les niveaux supérieurs qui lui sont rattachés (= Couches de la Semine de Bernier), s'étendrait jusque

dans le Kimméridgien inférieur, la zone à Platynota sûrement, et peut-être en partie la zone à Hypselocyclum. Ainsi la faune de Molings devient un élément important dans la discussion.

La position des ammonites de Molings dans la stratigraphie régionale

Parce qu'elle est unique, il est essentiel de déterminer le lieu de la découverte de la faune de Molings et de connaître sa position stratigraphique dans la succession décrite par Bernier (1973 et 1984, p. 175), le long du CD 100, de Molings à Viry (Jura).

Le faciès est celui de l'Oolithe de Corveissiat qui forme l'essentiel de la première coupe de Molings de Bernier, depuis la bifurcation des D 100 et 63 sur environ 400 m. D'abord attribuées aux Couches de Prapont inférieures (Bernier, 1973), ce premier ensemble (niv. 1 à 25), visible sur une épaisseur d'environ 65 m, est terminé par un deuxième ensemble calcaire de type wackestone, à ciment micritique, épais de 12 m (niv. 26 à 35), à nombreux oncolithes à la partie supérieure, d'abord décrit comme Calcaires supérieurs à oncolithes (Bernier, 1973) et rapporté plus tard aux Calcaires de la Semine, ce qui entraînait l'équivalence, au moins partielle, entre les Couches de Prapont inférieures et l'Oolithe de Corveissiat (Bernier, 1984).

Une lecture au pied de la lettre des étiquettes qui accompagnent les ammonites de Molings conduit à replacer celles-ci à la base ou très près de la base de l'Oolithe de Corveissiat datée ainsi du Kimméridgien basal. L'examen comparé des affleurements et de la matrice des ammonites s'oppose à ce qu'elles proviennent des niveaux les plus inférieurs, près de la bifurcation. Les indications des étiquettes ne sont probablement qu'une localisation approximative. Des lames minces taillées dans la matrice de plusieurs ammonites de Molings ont été vues par Bernier qui pense reconnaître le microfaciès des niveaux 6 à 8 de la coupe décrite en 1984, épais de 16 m, à oolithes inframillimétriques. Mais des niveaux comparables existent aussi plus haut dans la série, par exemple les niveaux 11 à 20 ou 22, ce dernier très peu au-dessous des Calcaires de la Semine.

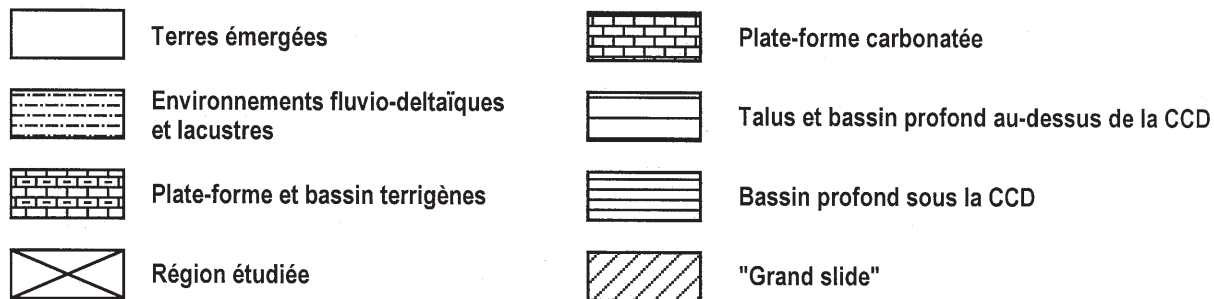
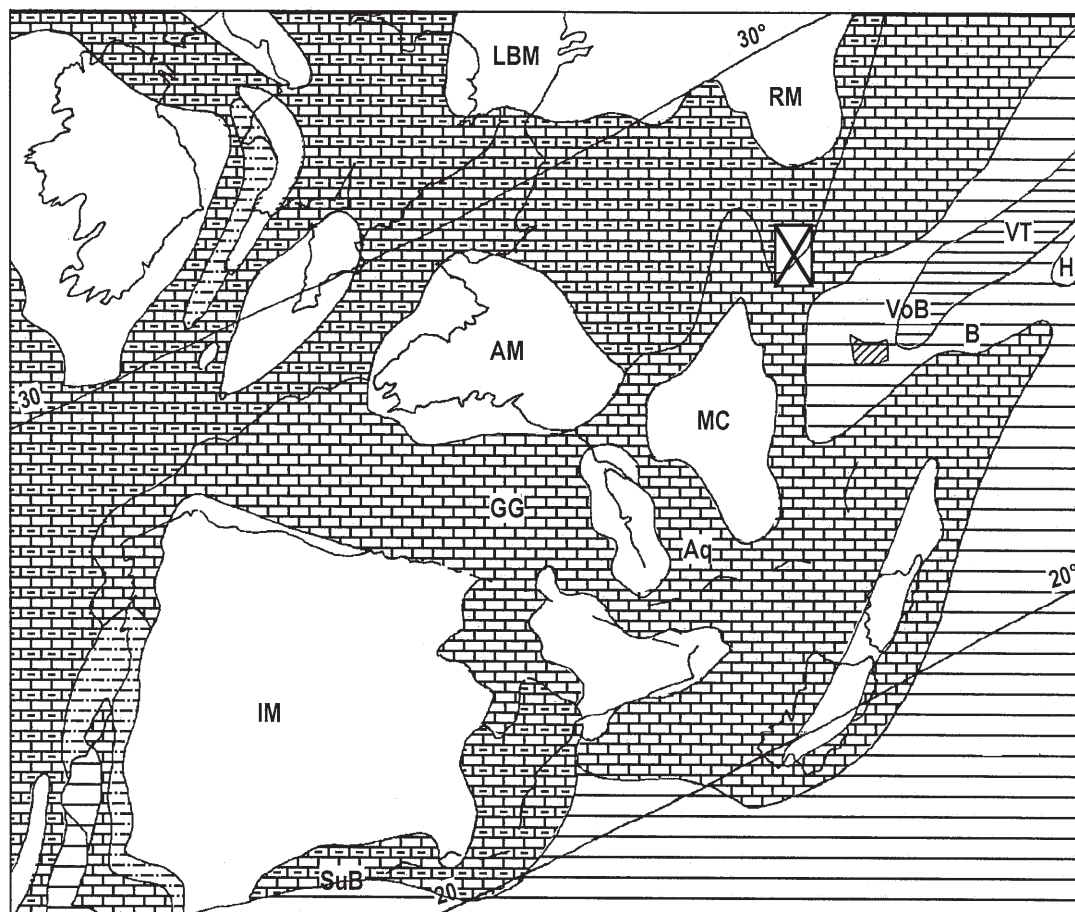


Fig. 5.- Situation de la région étudiée dans la paléogéographie de la Téthys au Kimméridgien inférieur, d'après Cecca *et al.* (1993) et situation du "grand slide" de la zone à *Platynota* dans le bassin du Sud-Est, d'après Raja Gabaglia (1995). Les indications paléogéographiques sont celles de l'Atlas Tethys (à partir de l'écriture anglaise) : AM, Massif armoricain; Aq, Aquitaine; B, Briançonnais; GG, Golfe de Gascogne; H, Hochstegen; IM, Meseta ibérique; LBM, Massif Londres-Brabant; CM, Massif central; RM; Massif rhénan; SuB, Subbétique; VoB, Bassin vocontien; VT, fosse valaisane.

Fig. 5.- Location map of the studied area in the Early Kimmeridgian palaeogeographic reconstruction of the Tethys by Cecca *et al.* (1993) and location of the "grand slide" of the *Platynota* Zone in the Southeast Basin, from Raja Gabaglia (1995). The palaeogeographic legends are the same as in the Tethys Atlas (from the English writing): AM, Armorican Massif; Aq, Aquitaine; B, Briançonnais; GG, Bay of Biscay (Gulf of Gascogne); H, Hochstegen; IM, Iberic Meseta; LBM, London-Brabant Massif; MC, Massif Central; RM; Rhénan Massif; SuB, Subbetic; VoB, Vocontian Basin; VT, Valaisan Through.

Plusieurs visites de l'affleurement n'ont pas permis de retrouver le gisement, s'il y a eu véritablement un gisement et si celui-ci existe encore ! Il s'agit certainement d'une récolte ponctuelle isolée et sa réédition paraît très aléatoire. Deux empreintes indéterminables de périsphinctidés, disposées obliquement dans un bloc du niveau fossilifère, suggè-

rent une accumulation désordonnée des coquilles. Le gîte des ammonites de Molinges pourrait être l'unité « l » de Cochet (1995), peut-être le niveau 22 de Bernier, à structures tidales, ou l'unité « k » (niveau 21 de Bernier), à nérinées assez fréquentes, disposées sans ordre, souvent avec un remplissage interne en calcite.

Relations avec les autres affleurements connus de la zone à *Platynota*

Les niveaux de la zone à *Platynota* les plus proches de Molinges sont au Vuache et dans les Monts Jura, dans des unités largement déplacées vers le nord-ouest par le jeu en décrochement sénestre de la

faille du Vuache, et au-delà de l'extension vers l'est des niveaux à oncolithes des Calcaires d'Aranc (Enay, 1959, 1966, 1969).

Au cours du Kimméridgien inférieur, les Couches à céphalopodes gagnent vers l'WNW sur les Calcaires d'Aranc et l'extension maximale de la fin du Kimméridgien inférieur, dans la région concernée, ne dépasse pas vers l'ouest une ligne Nantua-Belleydoux-Les Bouchoux-Septmoncel. Quelle que soit la localisation des ammonites dans la coupe de Molings, la présence d'une faune de la zone à *Platynota* sur la marge interne de l'axe calcaire est difficile à interpréter.

En dehors du Jura interne, au nord de la faille du Vuache, la zone à *Platynota* a pu être caractérisée par de rares périsphinctidés dans l'île Crémieu (Enay, 1955, 1958, 1966). Ils sont associés à une faune variée de bivalves, brachiopodes et échnides plus rares, dans des calcaires à débris associés aux niveaux à oncolithes (= Calcaires d'Aranc). Ils sont interprétés comme des dépôts de chenaux entre les zones où s'accumulaient les oncolithes dont les faciès et la distribution sont très variables à la fois dans le temps et dans l'espace.

Plus au nord, dans le domaine où les Calcaires d'Aranc sont mieux développés, les niveaux à oncolithes montrent également une grande variété dans la taille des oncolithes et leur abondance au sein de la matrice. Dans la seule étude consacrée aux Calcaires d'Aranc, Dahanayake (1974) a distingué plusieurs types d'oncolithes basés sur la nature des laminations. Des diastèmes ondulés soulignent des interruptions du dépôt ou des érosions (oncolithes tronqués) et Dahanayake (1974) découpe la formation en séquences qui diffèrent par les ciments ou des types d'oncolithes distincts.

Il est sans doute illusoire de vouloir utiliser ce découpage pour des corrélations comme l'a tenté Dahanayake. Par contre, ses observations jointes à celles réalisées à la frange externe du « banc à oncolithes » des Calcaires d'Aranc, dans l'île Crémieu et le massif du Grand Colombier-Crêt du Nû, suggèrent la présence de zones hautes entre lesquelles existaient des chenaux. C'est sans doute par de tels chenaux que les coquilles

flottées des ammonites de Molings ont pu atteindre les faciès peu profonds et défavorables aux ammonites de l'axe calcaire, à partir des régions situées plus à l'est où elles prospéraient.

La faune de Molings représente une seule récolte et l'association est homogène sur le plan biostratigraphique : elle correspond à un événement unique, sans doute exceptionnel. Récemment, dans une interprétation nouvelle des brèches et de leur environnement dans le Jurassique supérieur du bassin du Sud-Est, proposée par Raja Gabaglia (1995) et Séguret *et al.* (2001), un rôle important est donné aux houles de tempête générées par le passage de cyclones tropicaux. En particulier, l'ensemble déformé dit « grand slide » (Raja Gabaglia, 1995), qui occupe une vaste superficie dans la zone à *Platynota* et la moitié inférieure (sous-zone à *Hippolytense*) de la zone à *Hypselocyclum*, avec étalement vers le nord-ouest, résulterait « des actions de déstabilisation/remaniement à long terme par les tempêtes » (fig. 5).

Le domaine jurassien, sur la marge nord-ouest du bassin delphino-helvétique, est dans la bande paléolatitudinale des cyclones tropicaux et des tempêtes d'hiver (entre 0 et 30° de latitude), probablement plus large qu'actuellement. Il occupe la partie la plus externe de la rampe carbonatée du Jurassique supérieur, au-delà de la zone d'atténuation des houles de tempête, où la sédimentation subissait seulement l'action de vagues résiduelles dégénérées. Associées à l'élévation (« set-up ») du niveau de la mer due au cyclone, les houles de tempête ont pu facilement entraîner sur plusieurs dizaines de kilomètres des coquilles vides, sans doute enfouies rapidement. Cette interprétation permettrait une explication de certains aspects de la faune de Molings (récolte unique, association homogène) et de son mode de conservation (revêtement calcaire des parois des loges).

Conclusion

La petite collection d'ammonites de Molings est datée du Kimméridgien inférieur, zone à *Platynota*. La localisation exacte de cette faune dans la coupe de Molings décrite par Bernier (1973, 1984) n'est pas connue. Il est vraisem-

blable et il est admis ici que les ammonites proviennent des niveaux les plus élevés de l'Oolithe de Corveissiat, sous les niveaux considérés ici comme un équivalent latéral ou la terminaison vers le nord-ouest des Calcaires d'Aranc (= Couches de la Semine *in* Bernier, 1984).

Cette interprétation déjà proposée par Chevallier (1986, 1989) est en accord, d'une part, avec l'âge Kimméridgien inférieur des Couches à ptérocères basé sur une association de nautilus et de brachiopodes (Chevallier *et al.*, 1987), d'autre part, avec l'observation ancienne du passage latéral et de l'équivalence stratigraphique, plus ou moins exacte et au moins partielle, des Calcaires pseudolithographiques et de la formation oolithique (Oolithe de Ramasse ou de Corveissiat) par Riche (1902, 1912) et acceptés par Enay (1966), Chevallier (1986, 1987, 1989), Enay *et al.* (1988).

Pour expliquer la présence sur le bord interne de l'axe calcaire d'une association dont l'équivalent dans des environnements favorables est à plusieurs dizaines de kilomètres au sud-est, il est proposé un transport de coquilles flottées, à la faveur de chenaux de marée, grâce à l'élévation du niveau de la mer et aux houles de tempête générées par le passage de cyclones tropicaux.

Remerciements

L'interprétation qui fait intervenir les houles de tempête doit beaucoup à la présentation, par M. Séguret et A. Moussine-Pouchkine, des observations et interprétations des brèches du Jurassique terminal et de leur environnement dans le bassin du Sud-Est, et aux discussions qu'elles ont suscitées au cours de l'excursion organisée pour le Groupe Français d'Etude du Jurassique, en septembre 2000 (Moussine-Pouchkine et Bouchette, 2000). Remerciements à Mme A. Boullier (Besançon) pour la détermination des brachiopodes du faciès à oncoïdes de la coupe de Molings et des Couches à ptérocères. Les figures ont été dessinées par Mme A. Armand et les photographies sont l'oeuvre de N. Podevigne, de l'UFR des Sciences de la Terre, Université Claude Bernard-Lyon 1. Je remercie également les deux relecteurs anonymes qui ont contribué à l'amélioration du texte anglais et de la forme du manuscrit original.

Références

- Atrops F. (1982) - La sous-famille des Ataxioceratinae (Ammonitina) dans le Kimméridgien inférieur du Sud-Est de la France. Systématique, évolution, chronostratigraphie des genres Orthosphinctes et Ataxioceras. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, **83**, 463 p.
- Bernier P. (1973) - Mise en évidence de deux séquences sédimentaires dans le Kimméridgien-Portlandien de la région de Molinges (Jura). *Eclogae geol. Helv.*, Basel, **6**, 6/2, 345-349.
- Bernier P. (1984) - Les formations carbonatées du Kimméridgien et du Portlandien dans le Jura méridional. Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, **92**, 2 fasc., 803 p.
- Bourgeat E. (1888) - Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional. Thèse Doct. ès Sci., Univ. Paris, 188 p.
- Boyé N. (1844) - Géologie du Doubs. Fossiles des terrains jurassiques. *Mém. C.R. Soc. Emul. Doubs, Besançon*, **3**, 19 p.
- Cecca F., Azema F., Fourcade E., Baudin F., Guiraud R., De Wever P. (1993) - Early Kimmeridgian palaeoenvironments (146-144 Ma) in Dercourt J., Ricou L.E. and Vrielynck B. (eds): Atlas Tethys Paleoenvironmental Maps. Maps Beicip-Franlab, Rueil-Malmaison.
- Chevallier T. (1986) - Les formations carbonatées de la séquence ptérocérienne (Kimméridgien pars) dans le Jura français et les régions voisines. Thèse Doctorat, Univ. Lyon 1, 200 p. (inédit).
- Chevallier T. (1987) - La séquence ptérocérienne (Kimméridgien pars) dans le Jura français et les régions voisines. *Bull. Soc. Nat. Arch. Ain, Bourg, N.S.*, **7**, 63-80.
- Chevallier T. (1989) - Les formations carbonatées de la séquence ptérocérienne (Kimméridgien pars) dans le Jura français et les régions voisines. *Cah. Inst. Cath. Lyon, Sér. Sci.*, **2**, 194 p.
- Chevallier T., Tintant H., Enay R. (1987) - Nautilidés d'âge Kimméridgien dans le Jura français : conséquences stratigraphiques et paléogéographiques. *Geobios, Lyon*, **20/6**, 713-723.
- Clin M., Perriaux J. (1964) - Contribution à la géologie des feuilles de Moirans-en-Montagne et de Nantua à 1/50 000e. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, **60**, 276, 425-500.
- Cochet F. (1995) - Stratigraphie séquentielle dans les carbonates de l'Oxfordien terminal-Kimméridgien du Jura français. Thèse doctorat, Univ. Lyon, 259 p. (inédite).
- Cochet F., Ferry S., Enay R., Contini D. (1993) - Un exemple de régression forcée dans les carbonates du Kimméridgien basal du Jura français. 4ème Congrès Assoc. Sédim. Fr., Lille, novembre 1993, Résumés, 2 p.
- Cochet F., Ferry S., Enay R., Contini D. (1994) - Passage Oxfordien-Kimméridgien dans les carbonates du Jura français au bassin vocontien Régression forcée et cortège transgressif. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, Paris, **319**, 1041-1047.
- Contejean Ch. (1858) - Etude de l'étage Kimméridgien dans les environs de Montbéliard et dans le Jura. *Mém. Soc. Emul. Montbéliard*, 28 p.
- Contini D. (1972) - Observations stratigraphiques sur le Kimméridgien du fossé de la Saône. *C. R. som. Soc. géol. Fr.*, **2**, 76-77.
- Contini D., Hantzpergue P. (1973) - Le Kimméridgien de la région de Montbéliard. *Ann. Sci. Univ. Besançon*, (3), **18**, 143-179.
- Contini D., Hantzpergue P. (1975) - Le Kimméridgien de Haute-Saône. *Ann. Sci. Univ. Besançon*, (3), **23**, 5-37.
- Dahanayake K. (1974) - Les oncolithes du Jura français. Classification, formation, répartition séquentielle et milieux de dépôt. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Nancy, 98 p.
- Enay R. (1955) - Contribution à l'étude géologique des formations jurassiques supérieures de l'Île Crémieu (Isère). *Dipl. Et. Sup.*, Univ. Lyon, 115 p. (inédit).
- Enay R. (1958) - Précisions stratigraphiques sur le Jurassique supérieur de l'Île Crémieu (Jura méridional tabulaire). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, Paris, **247**, 2164-2167.
- Enay R. (1959) - La stratigraphie du Jurassique supérieur dans la chaîne anticlinale Faucille-Grand Crêt d'Eau. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, Paris, **248**, 125-128.
- Enay R. (1965) - Les formations coralliennes de Saint-Germain-de-Joux (Ain). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), **7**, 23-31.
- Enay R. (1966) - L'Oxfordien dans la moitié sud du Jura français. Etude stratigraphique. *Nouv. Arch. Mus. Lyon*, fasc. 8, vol. I: 1-323; vol. II, 331-624.
- Enay R. (1969) - Le prétendu "Argovien" d'Entremont (Haute-Savoie). Découverte de la zone à Platynota (Kimméridgien inférieur) au Vuache (Jura méridional). *Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, N.S.*, **4/1**, 68-76.
- Enay R. (2000) - Recalage biostratigraphique et datation nouvelle de surfaces d'émersion du Kimméridgien-Tithonien dans le Jura méridional et conséquences sur leur interprétation séquentielle. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **171** (6), 665-671.
- Enay R. (Coordonnateur), Arnaud M., Atrops F., Barfety J.C., Beaudouin B., Bernier P., Bodeur Y., Boullier A., Clavel B., Contini D., Dardeau G., Debrand-Passard S., Donze P., Elmi S., Gaillard C., Jaffrezzo M., Jautée E., Lathuillière B., Marchand D., Monleau C., Menot J.C., Noël D., Pascal A., Peybernes B., Remane J., Tintant H., Thiery J. (1984) - 5. Jurassique supérieur : Malm In: Synthèse géologique du Sud-Est de la France. *Mém. BRGM, Orléans*, **125**, 223-286.
- Enay R., Contini D., Boullier A. (1988) - Le Séquanien-type de Franche-Comté (Oxfordien supérieur) : datations et corrélations nouvelles, conséquences sur la paléogéographie et l'évolution du Jura et régions voisines. *Eclogae geol. Helv.*, Bâle, **81/2**, 295-363.
- Falsan A., Dumortier E. (1873) - Note sur les terrains subordonnés aux gisements de poissons et de végétaux fossiles du Bas-Bugey. *Georg Imp. Lyon*, 87 p.
- Gaillard C. (1983) - Les biohermes à Spongiaires et leur environnement dans l'Oxfordien du Jura méridional. *Doc. Lab. Géol. Univ. Lyon*, **90**, 515 p.
- Geyer O. (1961) - Monographie der Perisphinctidae des Unterkimmeridgium (Weisser Jura gamma, Badenerschichten) im süddeutschen Jura. *Palaeontographica, Stuttgart*, **117**, A, 157 p.
- Hölder H. (1955) - Die Ammoniten Gattung Taramelliceras im Südwestdeutschen Unter und Mittelmalm; morphologische und taxionomische studien an Ammonites flexuosus Buch (Oppeliidae). *Palaeontographica, Stuttgart*, **106**, A, 37-153.

- Jacquemin E. (1891) - Etudes sur les terrains secondaires du département de l'Ain. *Ann. Soc. Emul. Ain*, Bourg, **24**, 282-475.
- Lory C. (1864) - Description géologique du Dauphiné (Isère, Drôme, Hautes-Alpes) pour servir à l'explication de la carte géologique de cette province, 3^{ème} part., 501-747.
- Mangold C., Enay R., Monjuvent G. (en préparation) - Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Nantua (652). Orléans : BRGM. Notice explicative par C. Mangold et R. Enay.
- Moussine-Pouchkine A., Bouchette F.(eds) (2000) - Le Jurassique supérieur du bassin du Sud-Est. Biostratigraphie, cyclostratigraphie, sédimentologie et paléoécologie. Données récentes et nouvelles interprétations. Groupe Français d'Etude du Jurassique, Excursion 2000, livret guide, 137 p.
- Pelletier M. (1953) - Observations stratigraphiques sur les formations coralligènes du Bugey (Ain). *C. R. Acad. Sci., Fr.*, Paris, **237**, 1540-1542.
- Raja-Gabaglia G. (1995) - Stratigraphie et faciès de tempête de la rampe carbonatée du Jurassique supérieur du bassin du Sud-Est (France) : calcarénites, brèches, corps glissés. Thèse Doctorat, Univ. Montpellier II, 191 p.(inédite).
- Riche A. (1898) - Feuille de Chambéry. *Bull. Carte géol. Fr.*, Paris, 10, **63**, 157-160
- Riche A. (1900) - Feuille de Nantua. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, 11, **73**, 122-125.
- Riche A. (1902) - Feuille de Lyon à 1/320 000. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, 15, **98**, 106-111.
- Riche A. (1904) - Feuille de Lyon à 1/320 000. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, 12, **85**, 75-79.
- Riche A. (1905) - Feuille de Lyon à 1/320 000. Révision des feuilles de Saint-Claude, Nantua, Chambéry. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, 16, **105**, 72-76.
- Riche A. (1909) - Feuille de Lyon à 1/320 000. Révision des feuilles de Saint-Claude, Nantua et Chambéry à 1/80 000. *Bull. Carte géol. Fr.*, Paris, 19, **122**, 182-190.
- Riche A. (1910) - Feuille de Lyon à 1/320 000. *Bull. Carte géol. Fr.*, Paris, 20, **126**, 194-200.
- Riche A. (1911) - Feuille de Lyon à 1/320 000. Révision des feuilles de Saint-Claude, Nantua et Chambéry à 1/80 000. *Bull. Carte géol. Fr.*, Paris, 21, **128**, 67-74.
- Riche A. (1912) - Feuille de Lyon à 1/320 000. Révision des feuilles de Saint-Claude, Nantua et Chambéry à 1/80 000. *Bull. Carte géol. Fr.*, Paris, 21, **132**, 78-84.
- Riche A., Depéret C., Doncieux M., Darest de La Chavanne M. (1936) - Carte géologique à 1/80 000 de Nantua (2^e édit.). *Serv. Carte géol. Fr.*, Paris.
- Séguret M., Moussine-Pouchkine A., Raja-Gabaglia G., Bouchette F. (sous presse) - Storm deposits and storm-generated coarse carbonate breccias on a pelagic outer shelf. *Sedimentology*.
- Wegele L. (1929-1930) - Stratigraphische und Faunistische Untersuchungen im Oberoxford und Unterkimmeridge Mittelfrankens. *Palaeontographica*, Stuttgart, 71 (1929), 117-210, 1-94, 72 (1930), 1-94, 95-188.

Planche / Plate

Fig. 1. *Orthosphinctes (Orthosphinctes) enayi* Atrops. Nucléus. Vue latérale (1a) et vue ventrale (1b). Le fragment avec le début de la chambre d'habitation n'est pas figuré. Le tirangle noir marque son emplacement. FSL 101 463.

Fig. 1. *Orthosphinctes (Orthosphinctes) enayi* Atrops. Nucleus. Lateral view (1a) and ventral view (1b). The fragment with the beginning of the body chamber is not shown – its position is indicated by the black triangle. FSL 101 463.

Fig. 2. *Orthosphinctes (Ardescia) desmoides debelmasi* Atrops. Nucléus. Vue latérale (2a) et vue ventrale (2b). FSL 101 462.

Fig. 2. *Orthosphinctes (Ardescia) desmoides debelmasi* Atrops. Nucleus. Lateral view (2a) and ventral view (2b). FSL 101 462.

Fig. 3. *Taramelliceras (Metahaploceras) rigidum* Wegele. Nucléus incomplet. Vue latérale (3a) et ventrale (3b). FSL 101 461.

Fig. 3. *Taramelliceras (Metahaploceras) rigidum* Wegele. Incomplete nucleus. Lateral view (3a) and ventral view (3b). FSL 101 461.

Fig. 4. *Orthosphinctes (Lithacosphinctes) cf. stromeri* (Wegele). Fragment de tour avec peut-être (?) le début de la chambre d'habitation (au-delà de la dernière cassure). Vue latérale (4a) et vue ventrale (4b). FSL 101 466.

Fig. 4. *Orthosphinctes (Lithacosphinctes) cf. stromeri* (Wegele). Fragmentary whorl possibly (?) with the beginning of the body chamber (beyond the last break). Lateral view (4a) and ventral view (4b). FSL 101 466.

Fig. 5. *Orthosphinctes (Lithacosphinctes) cf. stromeri* (Wegele). Fragment de tour, peut-être de la chambre d'habitation, avec des noeuds paraboliques particulièrement bien développés. Vue latérale (5a) et vue ventrale (5b). Route Olouise-Sermérieu (D 244b), Sermérieu (Isère). Coll. Maillard (1965), FSL 76 841.

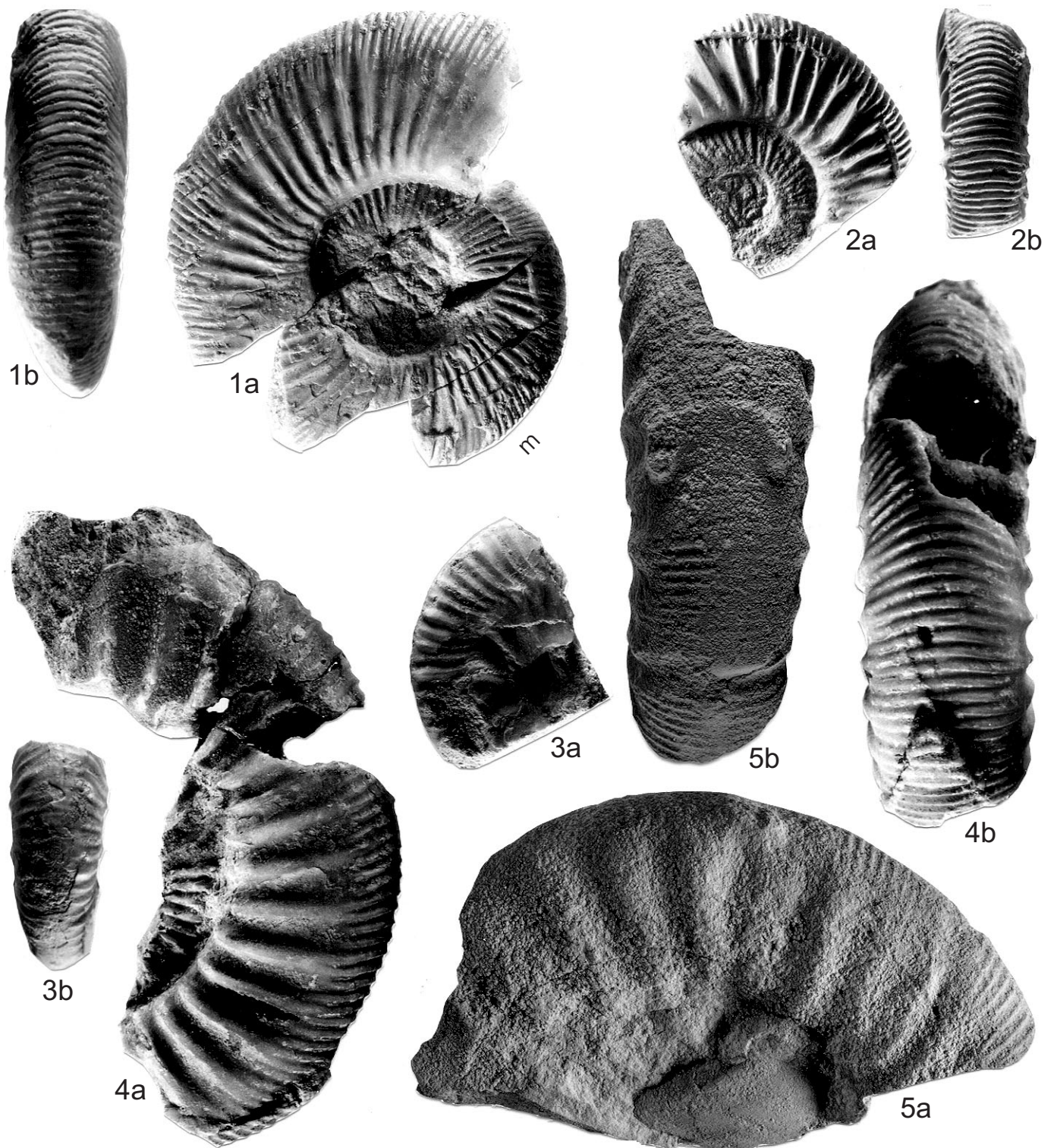
Fig. 5. *Orthosphinctes (Lithacosphinctes) cf. stromeri* (Wegele). Fragmentary whorl possibly (?) of the body chamber, with the parabolic nodes particularly well indicated. Lateral view (5a) and ventral view (5b). Olouise-Sermérieu road (D 244b), Sermérieu (Isère). Coll. Maillard (1965), FSL 76 841.

Les exemplaires des figures 1 à 4 sont de l'Oolithe de Corveissiat, route de Molinges à Viry (D 100), Molinges (Jura).

Tous les individus figurés sont représentés en vraie grandeur. Photographies par Noël Podevigne, Université Cl. Bernard-Lyon 1, U.F.R. des Sciences de la Terre.

The specimens of figures 1 to 4 are from the Oolithe de Corveissiat, on the Molinges to Viry road (D 100), Molinges (Jura).

All the figures actual size. Photographs by Noël Podevigne, Université Cl. Bernard-Lyon 1, U.F.R. des Sciences de la Terre.



VOLCANISMES, SÉDIMENTATIONS ET TECTONIQUES CÉNOZOÏQUES PÉRIALPINS

par
P. Nehlig
Coordinateur

Document du BRGM n° 291

Les dernières années ont vu des avancées majeures dans la compréhension des relations spatiales, temporelles et de causalité entre le volcanisme, les grandes déformations lithosphériques associées et les pièges sédimentaires induits à l'avant de l'arc alpin. Ces avancées ont permis d'éclairer d'un jour nouveau notre connaissance du sol et du sous-sol du Massif central : synthèse du stratovolcan du Cantal, cartographie par tomographie sismique du sous-sol ou compréhension des processus globaux et de leur répercussion topographique, ne sont que quelques volets de ces progrès.

Ces travaux ont fait l'objet d'une réunion scientifique, co-organisée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières et la Société Géologique de France, à Aurillac du 6 au 10 septembre 1999.

Cet ouvrage regroupe les résumés des contributions scientifiques présentées lors de ces journées ainsi que les guides de deux excursions, la première sur le stratovolcan du Cantal, l'un des plus grands volcans européens et caractérisé par de gigantesques avalanches de débris, et la seconde sur le rift du Massif central.

The last years have seen major scientific advances in our understanding of the spatial, temporal and causal relationships between the alkaline volcanism, associated major lithospheric deformations and resultant sedimentary traps at the front of the Alpine arc.

The major scientific advances on these topics were presented and discussed at a special meeting co-organized by the Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) and the Société Géologique de France (SGF) at Aurillac from 6 to 10 September 1999.

This volume contains (i) the abstracts of the papers presented during the meeting, and (ii) the field guides of the two associated excursions: the first to the Cantal volcano, one of Europe's largest stratovolcanoes that is characterized by gigantic debris avalanches, and the second to the Massif Central Rift.

Prix de vente : 520 F + 50 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'Étranger.

En vente chez votre libraire habituel ou aux : Éditions BRGM - BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France - Tél. : 02 38 64 30 28.
Fax : 02 38 64 36 82 accompagné de votre titre de paiement.