Revue de Paléobiologie, *Genève* (juin 2018) 37 (1) : 41-108 ISSN 0253-6730

Lithostratigraphie, biostratigraphie et faunes d'ammonites du complexe corallien d'âge kimméridgien supérieur du Jura méridional et de l'Ile Crémieu (France)

Raymond Énay

Université C. Bernard-Lyon 1, Laboratoire de Géologie, Terre, Planète, Environnement Bâtiment Geode, rue Marcel Dubois, Campus universitaire de la Doua, F-69622 Villeurbanne cedex, France. E-mail : renay.geol@gmail.com

Résumé

Deux parties à peu près égales se partagent ce travail et ont pour objet, d'une part les formations qui constituent le « complexe récifal kimméridgien-tithonien », d'autre part leur faune d'ammonites, dont c'est la première étude d'ensemble, replacées ainsi dans leur cadre biostratigraphique et environnemental. Un historique des travaux antérieurs débute la première partie, qui rappelle les étapes de l'acquisition des données ainsi que l'évolution des connaissances et des idées jusqu'aux travaux ou synthèses récents. Ensuite sont examinées successivement les Formations des Calcaires d'Orbagnoux (= « Calcaires en plaquettes *auct.* ») et des Calcaires de Cerin (= « calcaires lithographiques *Auct.* ») (stratigraphie et lithologie, environnements et conditions de dépôt, épaisseur et âge…). C'est ainsi que sont réinterprétés les sites des « Calcaires plaquetés » de la feuille Saint-Julien-en-Genevois ; Bourgeat (1887) et Tournier (1888) avaient déjà bien identifié les Calcaires d'Orbagnoux du secteur Chèzery-Champfromier-Montanges ; par contre, il ne fait aucun doute que les sites nouveaux du massif du Grand-Crêt-d'Eau appartiennent à la Formation des Calcaires de Cerin.

Cette première partie conduit à une vue d'ensemble sur le « complexe récifal kimméridgien-tithonien ». En préambule, est discutée et rejetée l'interprétation récente de Meyer (2000) construite à partir 1. du découpage séquentiel basé sur l'enchaînement vertical des faciès et la corrélation latérale des environnements de dépôt, 2. de l'identification de surfaces remarquables (limites de séquence, surfaces d'inondation maximale) et 3. de quelques datations palynologiques (dinokystes) du membre inférieur de la Formation des Couches du Chailley, les Marnes des Abergements, rares (5 sites) et très discutables. Une interprétation révisée du complexe récifal kimméridgien est présentée, qui admet toujours un chenal occupé par les Calcaires d'Orbagnoux, isolé par un haut-fond carbonaté. Mais d'une part, son extension est revue à partir des données les plus récentes, d'autre part, les Calcaires de Cerin sont un élément constitutif du haut-fond carbonaté dans lequel ils occupent des cuvettes indépendantes ou anastomosées. Connues maintenant en dehors du Bas-Bugey et de l'Ile Crémieu, dans le Massif du Grand-Crêt-d'Eau, leur présence et leur possible mise en évidence dans le domaine intermédiaire, entre le massif du Crêt-d'Eau et le Bas-Bugey/Ile Crémieu, sont envisagées.

Les ammonites des Calcaires d'Orbagnoux, des Calcaires de Cerin et faciès associés sont l'objet de la deuxième partie. Le matériel n'est pas très abondant et sa conservation est souvent insuffisante. Si on met à part les formes les plus nombreuses des « Calcaires de Grange Neuve » rapprochées de *Sarmatisphinctes,* moins de la moitié du matériel connu a pu faire l'objet d'une détermination et nombre des formes étudiées n'ont pu recevoir qu'une détermination spécifique approchée ou même seulement générique. Ainsi, l'étude paléontologique reconnaît 25 taxons, dont 14 au niveau spécifique et deux nouveaux, les 11 restants avec une détermination approchée ou laissés en nomenclature ouverte.

Les modes de conservation sont riches d'enseignement sur la taphonomie et les conditions de dépôt. Qu'ils soient conservés en volume ou à l'état de compression, les individus complets avec leur chambre d'habitation sont assez nombreux, aussi bien dans les Calcaires d'Orbagnoux que dans les Calcaires de Cerin. Mais, tant dans le chenal d'Orbagnoux que dans le lagon de Cerin, on ne trouve pas d'empreintes ventrales correspondant à l'arrivée sur le fond de coquilles encore occupées par l'animal, mort ou rétracté dans sa coquille, et orientées biologiquement, comme celles observées à Solnhofen (Rothpletz, 1909 ; Arkell, in Arkell *et al*., 1957). La présence ou l'absence des aptychus distingue les deux milieux : la présence des aptychus, en place ou à proximité immédiate de la coquille, atteste l'arrivée dans le chenal d'Orbagnoux d'individus munis des parties molles auxquelles l'aptychus étaient encore attaché ; au contraire, dans le lagon de Cerin l'absence des aptychus établit qu'il s'agit de coquilles flottées, arrivées déjà vides dans le lagon, après la perte des parties molles auxquelles l'aptychus restait attaché. Les lieux de vie et d'activité n'étaient pas nécessairement très éloignés, au-delà, mais à proximité du haut-fond carbonaté. A Cerin comme à Orbagnoux, les ammonites sont subautochtones, mais sans doute pas autochtones.

Concernant l'âge du complexe corallien Kimméridgien-Tithonien, l'étude complète du matériel paléontologique ne modifie pas essentiellement l'âge admis à partir des déterminations plus anciennes (en partie erronées et revues dans ce travail). Avec l'apport des formations associées et de leurs faunes d'ammonites, leur âge a été précisé dans le Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri. Elles conduisent aussi à rejeter l'hypothèse d'un âge un peu plus récent pour les niveaux supérieurs des Calcaires de Cerin.

Mots-clés

Bugey, Ile Crémieu, France, Jurassique, Kimméridgien, Zone à Beckeri, complexe corallien.

Soumis septembre 2017, accepté novembre 2017
Rédacteur en charge : H. Parent
DOI: 10.5281/zenodo.1315445

Abstract

Lithostratigraphy, Biostratigraphy and Ammonite faunas of the corallian complex of Late Kimmeridgian age in the Southern Jura and Isle of Crémieu (France).- The work includes two parts of nearly equal length, which deal with the formations of the "Kimmeridgian-Tithonian reef complex" and with the ammonite faunas, respectively. The latter part represents the first global study that place the ammonite faunas in their environmental framework. An historical review of the previous works opens the first part recording the successive steps for getting the data as well as the changes in the knowledges and ideas up to the more recent works or synthesis. Then, follows a complete review (stratigraphy and lithologies, fauna and flora, environments and deposition conditions, thickness and age…) of the Calcaires d'Orbagnoux (="Calcaires en plaquettes *Auct.*") and Calcaires de Cerin (="Calcaires lithographiques *Auct.*") as well as formations and associated units. And so, the so-called "Calcaires plaquetés" of Saint-Julien-en-Genevois 1/50000 map are discussed : outcrops of the Chèzery-Champfromier-Montanges area were already and well identified by Bourgeat (1887) and Tournier (1888) as Calcaires d'Orbagnoux Formation ; but there is no doubt that the new outcrops in the Grand-Crêt-d'Eau anticline are quite different and fit well with the Calcaires de Cerin Formation.

This first part opens on a general view on the "Kimmeridgian-Tithonian reef complex". Preliminarily, the recent interpretation by Meyer (2000) is discussed and disproved. This interpretation is based on 1. third order sequential stratigraphy based on the vertical suite of facies and lateral correlation of deposit environments, 2. noticeable surfaces (sequence boundaries, maximum flooding surfaces) and 3. very few (5) palynological datings. A revised interpretation is given which agrees with the previous scheme of a Calcaires d'Orbagnoux Channel, isolated from the open-sea by a carbonate swell. But, on one hand the extent is modified following the most recent data, on the other hand the Calcaires de Cerin are confirmed as a part of the carbonate swell on which they lied as dishes (e. g. German : Schlüsseln), independant or connected. As they are presently known outside the Bas-Bugey and Isle Crémieu area, in the Grand-Crêt-d'Eau anticline, that they would be present and discovered in the future in the intermediate area between Crêt-d'Eau Massive and Bugey/Isle of Crémieu, is possible and expected by the author.

The aim of the second part is the study of the ammonites from the Calcaires d'Orbagnoux, Calcaires de Cerin and associated informal units. The studied material is not very abundant and as a whole the preservation is not very good. If the more numerous forms from the "Calcaires de Grange Neuve" considered as close to *Sarmatisphinctes* are put aside, less than half of the collected material received a specific name and a fairly large number of the studied specimens received only an approximative specific name or even only a generic one. So, 25 taxa are identified including 14 at the specific level and 2 new species, the 11 remnants with an approximate or open name. Conservation features are of great value for understanding taphonomy and deposit conditions. Whatever they are in solid preservation or compression, individuals with the body-chamber preserved are numerous as well in Calcaires d'Orbagnoux as in Calcaires de Cerin Formations. Common occurrence of the aptychi, *in situ* or very close to the shell, proves arrival in Orbagnoux Channel of individuals with the soft body parts to which the aptychi were still attached. Unlike Cerin lagoon where the aptychi are missing and the ammonites were drift shells arrived in the lagoon already empty without the soft body parts with the aptychi attached. But, in any case, not any ventral impression indicating arrival on the sea floor of shells still with the animal, retracted within the shell, probably dead, with he normal attitude of the shell, as those observed in Solnhofen Plattenkalken. Of course the living places were not very far, beyond but close to the carbonate swell. Both in Cerin and Orbagnoux the ammonites are subautochtonous, but probably not autochtonous.

Concerning the age of the Kimmeridgian-Tithonian reefal complex the complete study of the palaeontological material does not modify the age previously established on the basis of oldest and partial determinations (in part erroneous and revised in this paper). Thank to the faunas of the associated units, ages have been precised in the Late Kimmeridgian, Beckeri Zone. Another result is that the supposedly more recent age of the upper part of the Calcaires de Cerin is not confirmed.

Keywords

Bugey, Ile Crémieu, France, Jurassic, Kimmeridgian, Beckeri Zone, Corallian Complex.

Table des matières

1. INTRODUCTION....44
2 Ire PARTIE : LES FORMATIONS DES CALCAIRES D'ORBAGNOUX ET DES CALCAIRES DE CERIN ET FACIÈS ASSOCIÉS....47
2.1. Historique des travaux antérieurs....47
2.1.1. Le débat sur l'âge des « Schistes » bitumineux » et des « Calcaires lithographiques »....47
2.1.2. La question des relations « Calcaires en plaquettes », « Calcaires lithographiques » et faciès du « Corallien »....47
2.1.3. Les premiers schémas paléogéographiques....47
2.1.4. Les premières études ou monographies paléontologiques....48
2.1.5. L'environnement sédimentaire et le cadre paléogéographique....48
2.1.6. La synthèse stratigraphique, micropaléontologique et sédimentologique du complexe carbonaté du Kimméridgien et du Portlandien du Jura méridional de P. Bernier....49
2.1.7. La fouille scientifique et l'étude pluridisciplinaire de la carrière de Cerin....49
2.1.8. Le gisement d'Orbagnoux, la référence pour la Formation des Calcaires d'Orbagnoux (= « Calcaires en plaquettes » (ou « Calcaires laminés bitumineux ») 49
2.1.9. La synthèse du « Complexe récifal Kimméridgien-Tithonien », par Meyer (2000)....50

2.2. La Formation des Calcaires d'Orbagnoux (= « Calcaires en plaquettes » Riche, 1905) 50
2.2.1. Le chenal des Calcaires d'Orbagnoux 50
2.2.2. La Formation des Calcaires d'Orbagnoux à l'affleurement 50
2.2.3. Stratigraphie et divisions possibles des Calcaires d'Orbagnoux 51
2.2.4. La matière organique et les restes organiques 53
2.2.5. Macroflores et macrofaunes 53
2.2.6. Conditions de dépôt et environnements des Calcaires d'Orbagnoux 53
2.2.7. Epaisseur de la Formation des Calcaires d'Orbagnoux 54
2.2.8. L'âge des Calcaires d'Orbagnoux 54
2.3. La Formation des Calcaires de Cerin (= Calcaires lithographiques Jacquemin, 1891) et faciès assimilés 55
2.3.1. Faut-il renommer la Formation des Calcaires lithographiques ? 55
2.3.2. La Formation des Calcaires de Cerin dans le Bas-Bugey et l'Ile Crémieu 55
2.3.3. Les faciès assimilés aux Calcaires de Cerin 59
2.3.4. Lithologies, organisation et épaisseur des Calcaires de Cerin 60
2.3.5. La faune et la flore des Calcaires de Cerin 62
2.3.6. Environnement et conditions de dépôt des Calcaires de Cerin 62
2.3.7. Age des Calcaires de Cerin et faciès assimilés 63
2.4. Vue d'ensemble sur le « Complexe récifal Kimméridgien-Tithonien » 64
2.4.1. Le Complexe récifal Kimméridgien-Tithonien selon Meyer (2000) 64
2.4.2. L'organisation du complexe récifal kimméridgien révisée 66
2.4.3. Les niveaux à silex et leur signification comme outil de corrélations 69
3. IIe PARTIE : LES AMMONITES DES CALCAIRES D'ORBAGNOUX, CALCAIRES DE CERIN ET AUTRES FACIÈS ASSOCIÉS 71
3.1. Le matériel étudié 71
3.1.1. Ammonites des Calcaires (bitumineux) d'Orbagnoux 72
3.1.2. Ammonites des Calcaires (lithographiques) de Cerin 73
3.1.3. Ammonites des « Calcaires de Grange-Neuve » et des « Calcaires à silex » 73
3.1.4. Ammonites des autres formations et faciès associés 73
3.2. Etude paléontologique 74
Famille Nautilidae 74
Genre *Pseudaganides* Spath, 1927 74
Pseudaganides sp. 74
Famille Lytoceratidae Neumayr, 1875 74
Genre *Lytoceras* Suess, 1865 74
Lytoceras sp. 74
Famille Oppeliidae Douvillé, 1890 74
Genre *Taramelliceras* Del Campana, 1904 74
Taramelliceras sp. aff. *T. subpugile* (Fontannes, 1876) 74
Taramelliceras cf. *rebouletianum* (Fontannes, 1879) 74
Taramelliceras valfinense (de Loriol, 1886) 75
Genre *Metahaploceras* Spath, 1928 75
Metahaploceras acallopistum (Fontannes, 1879) 75
Metahaploceras subsidens (Fontannes, 1879) 75
Genre *Glochiceras* Hyatt, 1900 75
Glochiceras sp. 75
Famille Aspidoceratidae Zittel, 1895 76
Genre *Aspidoceras* Zittel, 1868 76
Aspidoceras (Aspidoceras) polysarcum Fontannes, 1879 (M + m ?) 76
Aspidoceras (Aspidoceras) catalaunicum (de Loriol, 1872) (M + m) 77
Aspidoceras sp. (M) 77
Aspidoceras (Pseudowaagenia) haynaldi (Herbich, 1868) (M) 77
Aspidoceras (Pseudowaagenia) inerme n. sp. (M + m ?) 78
Sutneria Zittel, 1884 [Microconchiate Aspidoceratinae] 79
Sutneria cf. *hoelderi* Zeiss, 1979 (m) 79
Sutneria cf. *eumela* (d'Orbigny, 1850) (m) 79
Sutneria cf. *subeumela* (Schneid, 1915) (m) 80
Sutneria armigerum n. sp. (m) 80

Famille Aulacostephanidae Spath, 1924 80
Genre *Aulacostephanus* Tornquist, 1896....80
Aulacostephanus (Aulacostephanus) pseudomutabilis de Loriol, 1874 81
Aulacostephanus (Aulacostephanoceras) eudoxus (d'Orbigny, 1850) 81
Genre *Pararasenia* Spath, 1925a 81
Pararasenia quenstedti Durand, 1933 81
Famille Ataxioceratidae Buckman, 1921 82
Genre *Lithacoceras* Hyatt, 1900 82
Lithacoceras (Lithacoceras) cf. *ulmense* (Oppel, 1858) *sensu* Schneid (1914) 82
Lithacoceras (Lithacoceras) sp. ind. (ex *subsetatus* Schneid)....82
Lithacoceras (Silicisphinctes) cf. *russi* (Schweigert 1998) (m)....83
Lithacoceras (Silicisphinctes) sp. gr. *siliceus* (Qu.)-*hoelderi* (Sapunov, 1979)....83
Lithacoceras (Silicisphinctes) nov. sp. 83
Genre *Virgataxioceras* Arkell, 1953 83
Virgataxioceras cf. *fruticans* (Schneid, 1915)....83
Genre *Euvirgalithacoceras* Zeiss, Schweigert & Scherzinger, 1996 84
Euvirgalithacoceras (*Subplanites) rueppellianus* (Quenstedt, 1888) *sensu* Schneid (1915)....84
Euvirgalithacoceras (*Subplanites*) gr. *vicinus* Schneid, 1915....84
Lithacoceratinae indéterminé (M ?)....84
Lithacoceratinae indéterminés microconques 85
Genre nouveau ? [aff. *Sarmatisphinctes* Kutek & Zeiss, 1997] 85
4. CONCLUSIONS À L'ÉTUDE PALÉONTOLOGIQUE....88
4.1. Conservation des ammonites et implications taphonomiques 88
4.2. Datations des formations du complexe corallien Kimméridgien-Tithonien 90
REMERCIEMENTS....98
RÉFÉRENCES 98

1. INTRODUCTION

L'objet principal de ce travail est l'étude paléontologique des ammonites (et d'un nautile) des Formations des Calcaires d'Orbagnoux et des Calcaires de Cerin et, parce qu'elles participent de la stratigraphie et de la datation des formations étudiées, également des ammonites des niveaux sous-jacents aux Calcaires d'Orbagnoux, la Formation des Couches de Tabalcon et ses faciès locaux, les « Calcaires de Grange-Neuve » (= « Calcaires blancs crayeux »). Les faciès assimilés aux Calcaires de Cerin (Culoz, Rocher de Milvendre ; « Calcaires plaquetés » du massif du Grand-Crêt-d'Eau) n'ont pas encore livré d'ammonites. Les principales localités citées dans le texte et les relations entre les principales formations ou unités stratigraphiques sont données dans les Figures 1 et 2.

Dans l'état actuel des données, encore très incertaines, la distribution des faciès et la paléogéographie du Kimméridgien du Jura méridional sont contrôlées par la persistance d'une « axe calcaire » Pont d'Ain-Oyonnax-Morez (Énay & Contini *in* Énay *et al.*, 1984 ; Énay *et al.*, 1988 ; Énay, 2000 ; Énay *in* Mangold & Énay, 2003) ou Nantua-Saint Claude (Chevallier, 1987, 1989), à sédimentation de haut-fond carbonaté, toujours orienté SW-NE, qui sépare les faciès de plate-forme interne ou de vasière au NNW des faciès de plate-forme externe à l'ESE.

La limite nord-ouest de l'axe calcaire correspond à l'extension vers le SE des faciès de milieu protégé de la Formation des Couches à Ptérocères datées dans la Haute-Saône et le Doubs (Contini, 1972 ; Contini & Hantzpergue, 1973, 1975) du Kimméridgien inférieur (zone à Hypselocyclum et zone à Divisum ; Chevallier *et al.,* 1987). Ils ne concernent pas la région étudiée.

La limite sud-est est donnée par l'extension maximale vers le NW du faciès à ammonites (Formation des Couches à Céphalopodes ou Couches du Burlandier Énay, 1965), daté du sommet du Kimméridgien inférieur (zone à Platynota à zone à Divisum). Les Couches du Burlandier sont développées dans le Jura méridional interne et la partie sud-est de l'Ile Crémieu. Le Bugey occidental et le nord de l'Ile Crémieu, dans le prolongement de l'éperon lyonnais (axe Pilat-Chamagnieu) sont encore occupés par des dépôts du haut-fond carbonaté.

A l'ennoyage du Kimméridgien inférieur succède, à partir du Kimméridgien inférieur terminal, une nouvelle avancée progradante des faciès de plate-forme carbonatée. Au cours du Kimméridgien supérieur, peut-être encore à la base du Tithonien, la plate-forme carbonatée s'étend sur le Jura méridional interne et l'Ile Crémieu, progradant vers le sud-est en direction du bassin delphino-helvétique.

Le schéma adopté ici est celui, classique, d'un unique ensemble carbonaté, d'âge Kimméridgien supérieur-

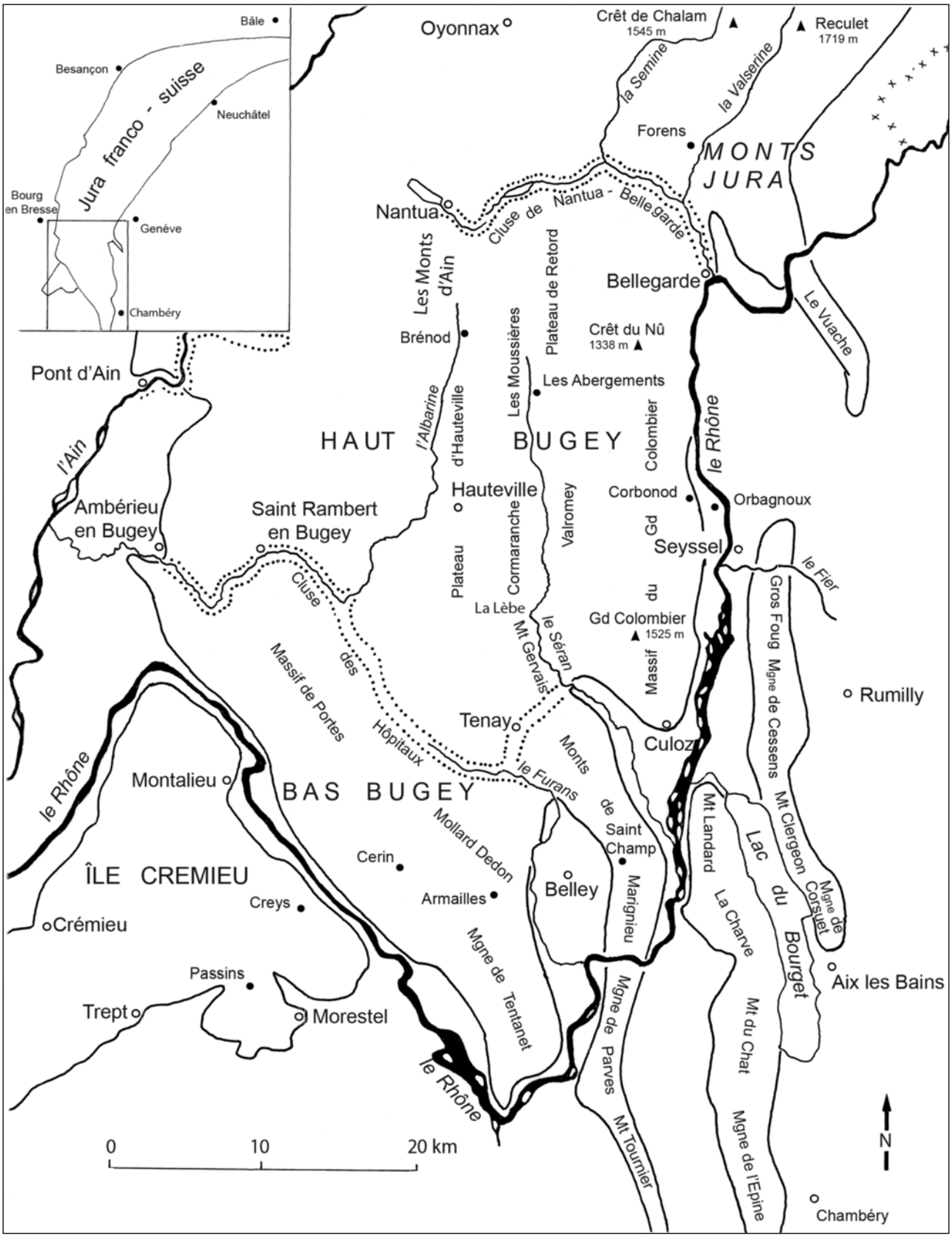


Fig. 1 : Carte de la région étudiée avec les principaux termes géographiques et localités cités dans le texte. En encart, situation de la figure dans la partie méridionale de la chaîne du Jura.

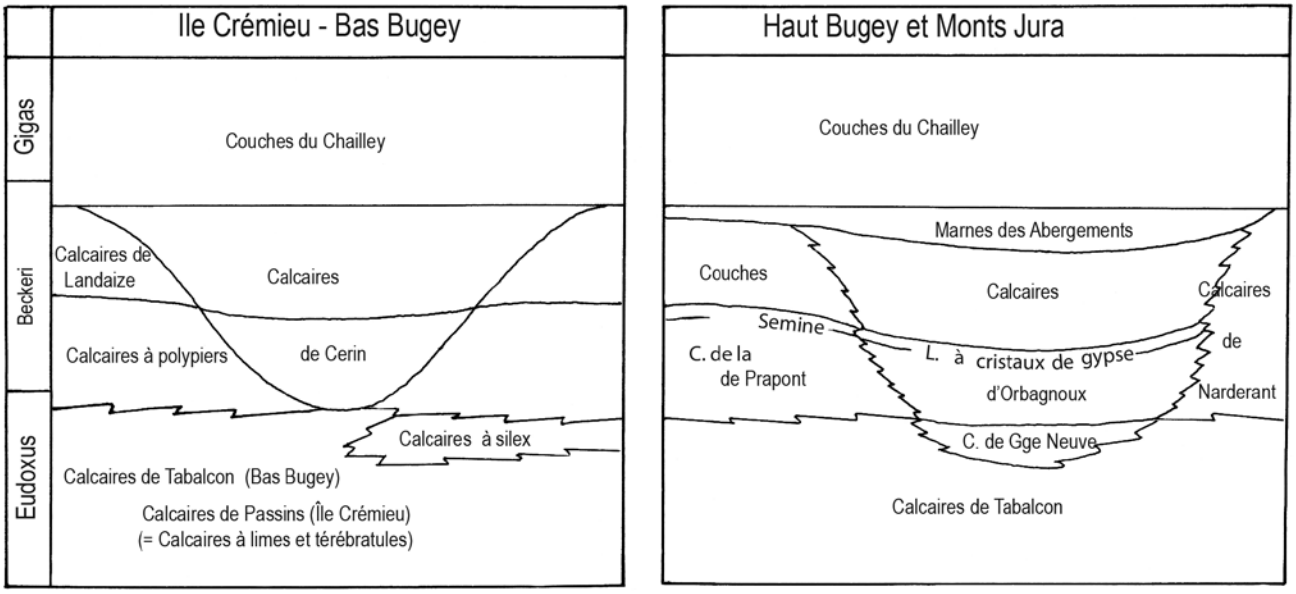


Fig. 2 : Représentation schématique des relations entre les différentes unités lithostratigraphiques du complexe corallien Kimméridgien dans la région étudiée. Echelles de grandeur non respectées.

Tithonien, qui associe différents faciès et environnements dont les relations spatiales et temporelles sont encore discutées. Il comprend les formations du « complexe récifal » de Donzeau *et al*. (1997) ou « Complexe récifal Kimméridgien-Tithonien » de Meyer (2000), à savoir, selon les nomenclatures utilisées par Énay (1965), Bernier (1984a), Énay *in* Mangold & Énay (2004) :

- les « Calcaires construits de la Haute-chaîne » ou Formation des Calcaires de Narderant *nov. nom.* (voir 2.4.2.1),
- les « Calcaires en plaquettes » ou Formation des Calcaires d'Orbagnoux [nom de formation normalisé selon le Code de Nomenclature Stratigraphique (voir 2.2.3)],
- les « Calcaires lithographiques » ou Formation des Calcaires de Cerin [nom de formation normalisé selon le Code de Nomenclature Stratigraphique (voir 2.3.1)],
- le Membre des Marnes des Abergements (Bernier, 1984a),
- les Calcaires de Landaize (Bernier, 1984a),
- les Couches de Prapont (Énay, 1965) avec deux membres, les Couches de Prapont inférieures et supérieures, séparés par le niveau repère (marker-bed) des Calcaires de la Semine (Bernier, 1984a).

Dans un travail récent, Meyer (2000) propose un nouveau schéma. D'une part, il ajoute à ce complexe récifal *s. st.* les Calcaires de Tabalcon (Bernier, 1984a) à son mur, et les Couches du Chailley (Énay, 1965) à son toit ; d'autre part, le complexe récifal Kimméridgien-Tithonien est littéralement « éclaté » à partir de l'interprétation séquentielle des successions et de très rares datations palynologiques ponctuelles « *sur quelques niveaux marneux* », essentiellement les Marnes des Abergements, qui montreraient « *que ce type de faciès est hétérochrone* ». Ainsi, les « Calcaires en plaquette ou laminés bitumineux » (Calcaires d'Orbagnoux) représenteraient plusieurs épisodes de vasières distincts. Son interprétation est discutée plus en détail et réfutée dans le cours de l'article.

L'accord existe au moins sur un point, la difficulté à dater et à corréler les formations du complexe récifal par manque d'outils de datation fiables, en particulier biostratigraphique et, plus particulièrement, des ammonites. Les quelques formes citées et/ou figurées des Calcaires de Tabalcon sous-jacents au complexe récifal (Énay 1959, 1965 ; Énay & Hess, 1962 ; Ziegler, 1962 ; Hantzpergue, 1975) et des Couches du Chailley sus-jacentes (Pelletier, 1953 ; Énay, 1966), donnent par encadrement un âge global dans le Kimméridgien supérieur (zone à Beckeri) et le Tithonien inférieur au Salève (Énay, 2000 ; Énay & Boullier, 2000).

Bien que jamais très abondantes et souvent mal conservées, des ammonites déterminables sont présentes dans les Calcaires d'Orbagnoux et les Calcaires de Cerin et dans quelques autres formations. Aux anciennes collections, le plus souvent anonymes, se sont ajoutées les récoltes de G. Barale, P. Bernier, A. Boullier et celles de l'auteur. L'objet de ce travail est d'abord l'étude de ce matériel, encore en grande partie inédit, et aussi une mise au point sur les « Calcaires en plaquettes/Calcaires laminés bitumineux » (Calcaires d'Orbagnoux) et les « Calcaires lithographiques » (Calcaires de Cerin) dans la paléogéographie du Jura méridional. L'examen des faunes sera précédé d'une présentation complète des unités lithologiques, de leurs caractéristiques faciologiques et des faunes ammonitiques. Cette présentation s'appuie

nécessairement sur les travaux antérieurs, anciens ou récents, en particulier pour ce qui concerne le site de Cerin, mais développe aussi des aspects originaux.

Avertissement à propos des noms des unités lithostratigraphiques (formation ou membre) : bien que déconseillé par la Commission Internationale de Stratigraphie et le Guide International de Stratigraphie, les noms des unités lithostratigraphiques utilisées associeront (ou non) le nom de la localité type et celui de la lithologie dominante (ex. Formation des Calcaires lithographique de Cerin ou Formation de Cerin) ; le rang de l'unité (Formation, Membre) sera donné nécessairement lors de la première citation dans le texte (ex. Formation des Calcaires bitumineux d'Orbagnoux ; Membre des Marnes des Abergements), mais ne sera pas rappelé systématiquement par la suite (Calcaires bitumineux d'Orbagnoux ou même Calcaires d'Orbagnoux). Les dénominations d'unités anciennes ou les unités informelles (faciès locaux d'une formation) seront mises entre guillemets (ex. « Calcaires en plaquettes » ou « Calcaires de Grange Neuve »).

2. Ire PARTIE : LES FORMATIONS DES CALCAIRES D'ORBAGNOUX, DES CALCAIRES DE CERIN ET FACIÈS ASSOCIÉS

2.1. Historique des travaux antérieurs

Cet historique est d'autant plus nécessaire que les « synthèses » récentes méconnaissent et négligent les travaux et résultats anciens au profit des seules études les plus récentes.
Dès les premières publications, le sort des Calcaires d'Orbagnoux (« Calcaires en plaquettes ou Calcaires laminés bitumineux ») était lié à celui des Calcaires de Cerin (Calcaires lithographiques). Les « schistes » bitumineux à empreintes de poissons et de végétaux d'Armailles, Orbagnoux et Saint-Champ sont connus les premiers, à l'occasion des levés pour la carte géologique de l'Ain par Itier (1839) qui, déjà, les date du Kimméridgien, bien avant d'Orbigny et le concept d'un étage Kimméridgien. Les Calcaires lithographiques de Cerin entreront dans la littérature géologique et paléontologique après la découverte en 1838 par Drian des empreintes de poissons, communiquées à Thiollière en 1846 (Drian, 1849), et leur étude monographique par Thiollière (1854, 1873).

2.1.1. Le débat sur l'âge des « Schistes bitumineux » et des « Calcaires lithographiques »

Le débat à propos de l'âge de ces niveaux sera ouvert parallèlement à celui qui agitait les géologues allemands sur la question de l'âge des calcaires de Solnhofen et de Nusplingen. L'âge des calcaires lithographiques de Cerin et de l'Ile Crémieu (Creys, Morestel) divisera les géologues qui les placent tantôt dans l'Oxfordien (Lory, 1860), tantôt dans le Corallien (Thiollière, 1849) ou le Kimméridgien (Lory, 1866 ; Ebray, 1872). Un point final sera mis, au moins provisoirement, par Falsan qui, après la mort de Thiollière, a assumé avec Dumortier la charge de publier la deuxième partie de sa monographie (Falsan & Dumortier, 1873). En accord avec les observations de Itier (1839), Lory (1866) et Ebray (1872), les « schistes » bitumineux et les calcaires lithographiques du Bugey (et de l'Ile Crémieu) sont des faciès équivalents et de même âge, qu'ils attribuent au Kimméridgien et qu'ils placent au-dessus des calcaires blancs à *Diceras* du « Corallien » supérieur.

2.1.2. La question des relations entre Calcaires d'Orbagnoux, Calcaires de Cerin et les faciès du « Corallien »

Parallèlement à leur âge, la question est posée des relations entre les « Calcaires en plaquettes » et les « Calcaires lithographiques », d'une part, et les faciès du « Corallien » (calcaires à *Diceras* et nérinées, calcaires à polypiers), d'autre part. Falsan (*in* Falsan & Dumortier, 1873) rejette l'opinion de leur équivalence, alors envisagée pour les Plattenkalk de Solnhofen en Bavière, mais remarque que le faciès à polypiers « *peut manquer ou être plus ou moins atrophié* », par exemple à Armailles. Mais il refuse d'envisager, « *à l'exemple de plusieurs auteurs allemands (...) que les couches à poissons et à Zamites se sont déposées entre les récifs de Polypiers dont elles seraient synchrones* », car « *elles seraient encore une dépendance de l'étage corallien* », ce qu'il ne peut admettre.
Cette question des relations entre les « Calcaires lithographiques et/ou Calcaires en plaquettes *l. s.* » et les faciès construits ou plus précisément du haut-fond carbonaté réapparaîtra par la suite et jusque dans les synthèses les plus récentes.

2.1.3. Les premiers essais de schémas paléogéographiques

Cette étape sera franchie par Bertrand (1885), l'abbé Tournier (1888) et Bourgeat (1887) qui proposent les premiers schémas paléogéographiques de ce qui deviendra le « bassin » des calcaires en plaquettes. A l'occasion de la visite de la localité d'Armailles pendant la réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura en 1885, Bertrand (1887) n'hésite pas à considérer l'« Oolithe de Charix » (= Couches de Prapont), le calcaire massif de la Balme et les plaquettes d'Armailles comme trois faciès synchrones et il envisage « *entre Charix et Virieu-le-Grand, une anse bien marquée (...) bordée de toutes parts par le faciès coralligène, oolithique au nord,*

compacte au sud». Bourgeat (1887) et Tournier (1888) signalent un affleurement plus septentrional des calcaires en plaquettes avec schistes bitumineux à Forens, près de Chézery ; et pour Tournier «*les calcaires lithographiques et les schistes bitumineux se sont déposés au sud-ouest d'un récif corallien aligné à peu près du nord au sud et (ils) ont même envahi l'espace compris entre l'Ilot de Charix et celui de Virieu et pénétré jusqu'à Forens dans la vallée de la Valserine (...)*». Bourgeat (1887) donne la première représentation de ce «bassin», mais en fait l'équivalent de la Formation des Couches à Ptérocères du Jura central et septentrional. Dans ce même travail, il discute la position des «rognons siliceux» du Jurassique supérieur et leur intérêt pour les corrélations, sujet non dénué d'intérêt qui sera abordé plus loin.

2.1.4. Les premières études ou monographies paléontologiques

Parallèlement sont publiées, une espèce de céphalopodes dibranchiaux (d'Orbigny, 1842-1849, 1850), les poissons (Thiollière, 1849, 1854, 1858, 1873 ; Woodward, 1889, 1895 ; Eastmann, 1914), les ptérosaures (Meyer, 1852, 1860 ; Gervais, 1871 ; voir Knoll & Bouveur, 2001), et les autres reptiles (Meyer *in* Thiollière, 1849 ; Lortet, 1892), les échinodermes (Dumortier, 1873 ; de Loriol in de Loriol & Bourgeat, 1886-1889, 1895), quelques bivalves (Dumortier, 1873) et les flores (Falsan & Dumortier, 1873 ; de Saporta, 1873, 1875, 1891).

Après une longue interruption, l'intérêt porté aux faciès laminés bitumineux et lithographiques sera à nouveau essentiellement paléontologique avec les études de Carpentier (1938, 1939a, b, 1951) sur les macroflores, de Deflandre (1939, 1941) et Sittler (1954) sur le microplancton, de van Straelen (1922, 1925) sur les Crustacés. Les vertébrés sont l'objet de plusieurs monographies, par de Saint-Seine (1949, 1950) et Gaudant (1968) sur les poissons, Coccude-Michel (1963) et Fabre (1981) sur les reptiles.

Plus récemment, la paléoflore jurassique du Jura français, en particulier celle de Creys, Morestel et Cerin (Calcaires lithographiques) et d'Armaille, Orbagnoux et Saint-Champ-Chatonod (Calcaires bitumineux d'Orbagnoux) est revue par Barale (1970, 1971, 1972, 1973, 1981, 1982), qui envisage un environnement comparable à celui des mangroves actuelles.

2.1.5. L'environnement sédimentaire et le cadre paléogéographique

Les interprétations anciennes ne séparent pas nettement les «Calcaires lithographiques» et les «Calcaires en plaquettes» et les descriptions par de Saporta (in Thiollière, 1873, p. 41), Lortet (1892) ou plus récentes par Macfarlane (1923a, b) ressortissent plus de l'anecdote (voir de Saint-Seine, 1949, pp. 307, 310). Ce sera l'étude des faunes et celle des microfaciès et de la matière organique qui vont conduire au bassin Orbagnoux-Belley et au chenal d'arrière-récif (ces deux termes sont alors utilisés indifféremment).

Cependant, l'étude d'échantillons de calcaires lithographiques de Cerin et de calcaires laminés bitumineux de Saint-Champ conduit à cette conclusion étonnante de Cayeux (1935) «*par tous ses caractères (minéralogiques et organiques) le dépôt se réclame de formation de haute mer*», interprétation contredite par les données de Deflandre et de nombreux autres auteurs. La question de l'origine des huiles sulfurées naturelles, déjà abordée par Deflandre (1941), est reprise par Gubler & Louis (1956) qui réalisent la première étude géochimique publiée.

Par une autre approche, l'étude des poissons fossiles de Cerin, Saint-Seine (1949, 1950) évoque la vie dans ce qu'il appelle «*le chenal de Cerin*», isolé en arrière d'une barrière récifale et parsemé d'îles basses boisées comme on en connaît dans le chenal de la Grande barrière d'Australie, communiquant mal et seulement de façon épisodique avec la haute mer. Sa reconstitution paléogéographique et paléoenvironnementale ne sépare pas les calcaires lithographiques (type Cerin) et les calcaires en plaquettes (type Orbagnoux-Armailles-Saint-Champs). Gubler & Louis (1956) semblent avoir ignoré de Saint-Seine et proposent un schéma paléogéographique un peu différent dans lequel «*le bassin Orbagnoux-Belley apparaît (...) comme isolé, au moins temporairement, de la haute mer, à la manière d'un lagon emprisonné dans un immense atoll*», mais les affleurements de calcaires lithographiques de l'Ile Crémieu sont ignorés.

Ce schéma du chenal d'arrière-récif est accepté par la plupart des auteurs plus récents qui ne séparent pas toujours les «Calcaires lithographiques» des «Calcaires en plaquettes» (Énay & Hess, 1962, 1970 ; Énay 1965 ; Bernier & Énay, 1972 ; Bernier & Courtinat, 1979 ; Énay, 1982 ; Bernier, 1984a ; Gorin *et al*., 1989 ; Tribovillard *et al*., 1992, 1999, 2000). C'est dans ce cadre que seront apportées de nouvelles données sur les Couches de Prapont (= «Oolithe de Charix» de Bertrand, 1887), un autre faciès de remplissage du chenal, déjà mis en équivalence des calcaires en plaquettes par Bertrand (in Pillet, 1887c) (Énay, 1965). Successivement, sont décrits de nouveaux gisements à ophiures et stellérides et leur apport pour l'écologie et la taphonomie dans un environnement péri-récifal (Énay & Hess, 1962, 1970), des preuves d'émersion temporaire et de sédimentation à faible profondeur (pseudomorphoses de gypse, lits à bivalves étalés) dans les calcaires en plaquettes bitumineux (Bernier & Énay, 1972), avec un schéma paléographique qui sera très souvent reproduit, plus ou moins modifié ou simplifié (Bernier & Courtinat, 1979 ; Gorin *et al*., 1989 ; Tribovillard *et al*., 1992, 1999, 2000).

La découverte de Coccolithophoridés prouve des influences de haute mer (Bernier *et al*., 1972) et conduit à proposer un modèle avec un corps d'eau supérieur

oxygéné où proliféraient les organismes planctoniques et un corps d'eau inférieur confiné assurant la conservation de la matière organique, schéma qui sera repris dans l'étude du microplancton des « Calcaires lithographiques » (Creys, Cerin) et des « Calcaires en plaquettes bitumineux » par Bernier & Courtinat (1979).

2.1.6. La synthèse stratigraphique, micropaléontologique et sédimentologique du complexe carbonaté du Kimméridgien et du Portlandien du Jura méridional de Bernier (1984b)

Les conclusions de la thèse de Bernier (1984a) seront présentées ensuite dans plusieurs réunions (Bernier, 1985 ; Bernier & Gaillard, 1979, 1980, 1990 ; Bernier *et al.,* 1983 ; Davaud *et al*., 1984). Pour les formations concernées, Calcaires d'Orbagnoux et Calcaires de Cerin, ces conclusions sont : 1) les Calcaires de Cerin sont distincts du chenal des Calcaires d'Orbagnoux (= « Calcaires en plaquettes *l. s.* ») dans lesquels Bernier distingue deux ensembles, les « Laminites bitumineuses », à la partie inférieure, et les « Calcaires en plaquettes *st. s.* » au-dessus ; 2) ces deux faciès correspondraient à deux épisodes de sédimentation séparés par un des niveaux repères de « Laminites à pseudomorphoses de gypse » (2e niveau) corrélés avec une émersion du récif corallien ; 3) le premier (« Laminites bitumineuses ») serait contemporain de la sédimentation récifale, le second (« Calcaires en plaquettes *st. s.* ») aurait été déposé lors de l'enfouissement du récif sous ses propres débris remaniés (= Calcaires de Landaize) ; 4) ainsi, les calcaires lithographiques de Cerin, Creys et Morestel forment « *des enclaves isolées au sein des Calcaires de Landaize* » ; 5) malgré la présence à la base de niveaux laminés dégageant une odeur de bitume, les Calcaires de Cerin ne seraient pas l'équivalent exact de l'ensemble des Calcaires d'Orbagnoux, mais seulement des « Laminites bitumineuses supérieures », au-dessus d'un premier niveau repère à pseudomorphoses de gypse (témoins de l'émersion de la plate-forme), et des « Calcaires en plaquettes *st. s.* ».

2.1.7. La fouille scientifique et l'étude pluridisciplinaire de la carrière de Cerin

Engagée dès 1969 (Énay, 1972a, b), l'exploitation scientifique de la carrière de Cerin démarrera réellement en 1975 (Gall, 1989 ; Bernier *et al.*, 1991b). Conduite parallèlement à la synthèse de P. Bernier, elle sera concrétisée par de nombreuses publications, en particulier lors d'une table ronde internationale du CNRS (Bernier & Gaillard, 1994). Sont abordés tous les problèmes posés par l'interprétation paléoécologique et taphonomique du site, le gisement et son exploitation (Bernier *et al*., 1983 ; Bourseau *et al.*, 1984), sa médiatisation et sa conservation (Bernier *et al*., 1994b), le substratum des calcaires lithographiques à Cerin (Bernier *et al*., 1994a), ce qu'est un calcaire lithographique (Bernier, 1994), les traces biologiques (Bernier *et al*., 1982, 1984 ; Gaillard, 1986), les voiles algaires et leur rôle dans la conservation des restes organiques (Gall *et al.*, 1985 ; Bernier *et al*., 1987, 1991c), les ammonites (Énay *et al.*, 1994), les ophiures, les astérides et les échinides (Bourseau *et al.,* 1994 ; Breton *et al*., 1994), les poissons (Wenz *et al*., 1994) et un nouveau ptérosaurien (Buffetaut *et al*., 1990), la comparaison avec Solnhofen (Bausch *et al.*, 1994) et avec un environnement actuel, le lagon d'Aldabra, dans l'océan Indien (archipel des Seychelles) (Gaillard *et al*., 1994a). Deux publications synthétiques, qui sont des ouvrages de vulgarisation plus que des travaux scientifiques, donnent une vision globale du site et de son insertion dans le contexte général : une plaquette illustrée « grand public » coordonnée par le responsable de la fouille scientifique (Muséum, 1985b) et un Atlas des fossiles de Cerin réalisé à l'initiative du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon et du Rhône (Muséum, 2004). Enfin plus récemment, l'équipe qui a réalisé la fouille scientifique a publié une synthèse et une approche environnementale à partir de l'ensemble des données réunies à l'issue des années de fouille (Bernier *et al.*, 2014). Une présentation des Calcaires lithographiques de Cerin figure dans la mise au point parue dans Géochronique sur « Les Lagerstätten : des gisements à conservation exceptionnelle » (Bernier & Gaillard, 2017).

2.1.8. Le gisement d'Orbagnoux, la référence pour la Formation des Calcaires d'Orbagnoux [= « Calcaires en plaquettes (ou laminés) bitumineux »] (Tribovillard *et al*., 1991, 1992, 1999, 2000)

De même que Cerin pour les Calcaires lithographiques de Cerin, le gisement d'Orbagnoux, commune de Corbonod (Ain), toujours en exploitation, est la référence pour les Calcaires bitumineux d'Orbagnoux. Après une première approche des sites classiques (Cerin, Armaille, Saint-Champ-Chatonod, Orbagnoux et Forens) par Gorin *et al.* (1989), la succession détaillée et l'enchaînement des différents faciès fournissent le support à l'étude sédimentologique, du contenu (micro)biologique et de la géochimie organique (Tribovillard *et al*., 1991, 1992). Plus qu'à l'existence de deux corps d'eau stratifiés, l'accumulation et la conservation de la matière organique seraient dues « *au rôle efficace de tapis bactériens ou de voiles mucilagineux* » qui créent une zone barrière entre le sédiment et la colonne d'eau sus-jacente, dans laquelle tout l'oxygène disponible est épuisé. Les conditions de dépôt et leur évolution au sein de la Formation des Calcaires d'Orbagnoux sont comparées à celles des « koparas », sortes de « mares » peu profondes et de faible étendue, avec dépôts laminés riches en matière organique, sur le bord interne des atolls de Polynésie française dans le Pacifique (Tribovillard *et al*., 1999, 2000). Ce schéma est

sans doute adapté à la situation des sites exploités de la bordure interne du haut-fond carbonaté (Orbagnoux ou Saint-Champ), mais ne convient pas nécessairement pour l'ensemble du chenal des Calcaires d'Orbagnoux. Nous verrons que ces sites occupent une situation singulière sur le bord interne du haut-fond carbonaté (cf. 2.2.3).

2.1.9. Dernière synthèse du « Complexe récifal Kimméridgien-Tithonien » par Meyer (2000)

Cette nouvelle synthèse concerne les différentes formations de ce complexe et pas seulement les « Calcaires lithographiques » et les « Calcaires en plaquettes bitumineux » (= « Calcaires plaquetés » de Krummenacker, 1971 ; Donzeau *et al*., 1997 ; faciès de vasière de Meyer). Son « originalité » est de remplacer le chenal et le haut-fond carbonaté avec constructions récifales formant barrière par plusieurs corps construits et plusieurs ensembles de vasières d'âges différents. Ainsi, non seulement (i) les faciès de plate-forme carbonatée avec bioconstructions à coraux ne seraient plus un ensemble unique formant barrière, mais correspondraient à plusieurs phases récifales, et (ii) il n'y aurait plus de chenal en situation d'arrière-barrière. Cette interprétation est construite à partir 1) du découpage séquentiel basé sur l'enchaînement vertical des faciès et la corrélation latérale des environnements de dépôt, et 2) de quelques datations palynologiques (dinokystes) de niveaux du Membre des Marnes des Abergements, rares (5 sites) et très discutables (voir 2.4.1).

2.2. La Formation des Calcaires d'Orbagnoux (= Calcaires en plaquettes Riche, 1905) (= « Calcaires en plaquettes *st. s*. + Laminites bitumineuses » Bernier *in* Bernier & Courtinat, 1979 ; Bernier & Gaillard, 1979, 1980 ; Bernier, 1984a ; « Calcaires plaquetés » Krummenacher, 1971 ; Donzeau *et al.*, 1997, *pars*)

L'appellation de « Calcaires en plaquettes » pour désigner la formation a été reprise de Riche (1905, 1907, 1910 = « *Virgulien à faciès de plaquettes* »). Elle recouvre des aspects lithologiques différents ayant servi à des divisions de la formation qui ne se retrouvent pas nécessairement partout, en fonction des conditions locales. Elle inclut ainsi les termes décrits selon les auteurs comme « Laminites (inférieures) », « 1er et 2e rythme bitumineux », « Calcaires en plaquettes *s. st.* » (Bernier & Courtinat, 1979 ; Bernier & Gaillard, 1979, 1980 ; Bernier, 1984a ; Tribovillard *et al*., 1991, 1992, 1999, 2000).

2.2.1. Le chenal des Calcaires d'Orbagnoux

Contrairement aux Calcaires de Cerin dont les affleurements sont toujours limités en extension et, autant que les affleurements permettent d'en juger, les Calcaires d'Orbagnoux (ex « Calcaires en plaquettes ») occupent une surface étendue continue, dont l'auteur a cartographié la plus grande partie à l'échelle du 1/20 000e : levés pour les cartes géologiques à 1/50 000 de la France, feuilles de Rumilly (Gidon *et al*., 1970), Seyssel (Donze & Énay, 1972), La Tour-du-Pin (Gigout *et al*., 1976), St-Rambert-en-Bugey (Énay, 1982), Nantua (Mangold & Énay, 2004) et St-Julien-en-Genevois (Donzeau *et al*., 1997) en partie (angle sud-ouest). Les autres affleurements, beaucoup moins étendus, ont fait l'objet de levés restés en partie inédits et non portés sur la feuille Belley (Kerrien *et al.*, 1990). Les affleurements, dont certains nouveaux, de la feuille St-Julien-en-Genevois (Donzeau *et al*., 1997) ont tous été visités.
Le résultat est une représentation du chenal des Calcaires d'Orbagnoux (Fig. 5) différente, en particulier pour la partie méridionale, de celles données alors que les levés cartographiques étaient encore en cours (Énay, 1965 ; Énay & Hess, 1970 ; Bernier & Énay, 1972 ; Énay, 1982), la plus fréquemment reproduite étant celle de Bernier & Énay (1972) dans Bernier & Courtinat, (1979), Barale (1981), Gorin *et al*. (1989), Tribovillard *et al*. (1992, 1999, 2000).

2.2.2. Les Calcaires d'Orbagnoux à l'affleurement

A l'affleurement, l'unité de la formation est donnée par un débit particulier en unités élémentaires planaires, depuis le millimètre (lamine) jusqu'au centimètre et au-delà (plaquette). Cette particularité avait été remarquée par les anciens, comme l'attestent les toponymes de certains lieux-dits (« aux Briques Planes », « aux Pierres fines »), sur le flanc oriental du massif du Grand-Colombier-de-Culoz, au-dessus de Corbonod, dont certains figuraient sur la carte de l'I.G.N. à 1/20 000e (Seyssel, n°5), mais disparus sur la version à 1/25 000e plus récente.
Cette fissilité est l'expression physique d'une régularité remarquable de la stratification et de la rythmicité du dépôt, seulement perturbées par des niveaux à textures différentes. Ces caractères sont en relation avec un milieu de sédimentation de basse énergie dans un chenal ou lagon abrité, séparé de la mer ouverte par une zone haute avec constructions coralliennes située plus à l'est (Saint-Seine, 1949, 1950 ; Gubler & Louis, 1956 ; Énay 1965, 1982 ; Bernier & Énay, 1972 ; Bernier, 1984a).
Les Calcaires d'Orbagnoux donnent une combe, plus ou moins large selon l'épaisseur ou le pendage, autrefois entretenue en prairies, souvent retournée à la forêt par reboisement en résineux ou colonisation naturelle. Elle est dégagée entre, au mur les formations sous-jacentes variées et au toit, les Marnes des Abergements et les Couches du Chailley, du Kimméridgien terminal-Tithonien inférieur. Les levés cartographiques sur les feuilles à 1/50 000e Saint-Rambert, Seyssel, Nantua et Saint-Julien-en-Genevois ne laissent pas de doute sur l'unité de la formation.

2.2.2.1. Le substratum des Calcaires d'Orbagnoux

- *La Formation des Calcaires de Tabalcon* (Bernier, 1984a) (= « Calcaires à *Tubiphytes* » Bernier *in* Bernier & Gaillard, 1979, 1980 ; Bernier & Courtinat, 1979), qui terminent les faciès à ammonites (encore présentes, mais rares), constituent le substratum normal des Calcaires d'Orbagnoux, avec des aspects variés, souvent en bancs épais massifs, sculptés en reliefs ruiniformes ou à débit plaqueté grossier, localement à silex (forêt de Brénaz, la Dorche). Le passage aux Calcaires d'Orbagnoux est souvent progressif et les silex sont présents, parfois même fréquents, à la partie inférieure des Calcaires d'Orbagnoux (lac de Bartherand).
- *Les « Calcaires de Grange Neuve » nov. nom.* [= « Calcaires crayeux à céphalopodes » (Bernier, 1984a) et « Calcaires crayeux supérieurs » Bernier (*in* Bernier & Gaillard, 1979, 1980 ; Bernier & Courtinat, 1979)]. Les « Calcaires de Grange Neuve » sont considérés comme une différenciation locale de la Formation des Calcaires de Tabalcon, comme les « Calcaires à silex », qui ont pu être distingués localement. Les conditions locales d'affleurement participent sans doute aussi à leur différenciation.
  Ce faciès est connu le long de la D 123, sur le flanc oriental du Grand-Colombier, à Grange Neuve et Virieux-Martin, au-dessus de Corbonod/Orbagnoux (feuille Seyssel). Sous les faciès laminés sont différenciés des calcaires blancs ou de teinte claire, crayeux, à silex, ammonites, bivalves, rares brachiopodes et échinides, parfois avec un débit en plaquettes irrégulières, à végétaux et poissons, à la partie supérieure, où déjà apparaissent des laminites bitumineuses. On peut leur rattacher aussi les affleurements de la vieille route du col de la Lèbe (D8b), au lieu-dit la Lèbe, sur St-Rambert-en-Bugey, également des calcaires crayeux, blancs, à débit en plaquettes irrégulières, à ammonites. Les « Calcaires de Grange Neuve » participent à peine à la combe déterminée pour l'essentiel par les Calcaires d'Orbagnoux et ont été cartographiés avec les Calcaires de Tabalcon. Avec les Calcaires d'Orbagnoux, la limite n'est pas tranchée et n'a jamais été définie dans une coupe de référence ; ainsi, dans la coupe de la Dorche (Bernier, 1984a), les premiers niveaux (15 à 18) à débit en plaques, un peu bitumineux et traces de végétaux sont mis dans la Formation des Calcaires d'Orbagnoux, caractères déjà présents dans les niveaux élevés des « Calcaires de Grange Neuve ». Le début des Calcaires d'Orbagnoux à la Dorche pourrait correspondre plutôt au banc 19 de Bernier (1984a, p. 434).
- *Les autres faciès ou formations au mur des Calcaires d'Orbagnoux* se rencontrent sur les bordures du chenal avant que les Calcaires d'Orbagnoux (et la combe) ne disparaissent. En limite nord-ouest de leur domaine d'extension, ce sont la Formation des Couches de Prapont (Énay, 1965, non Bernier, 1984a), entre le col de Belleroche et le Poizat, qui rapidement remplacent les Calcaires d'Orbagnoux (Bertrand, 1887 ; Énay, 1965). A l'est et au sud, avant de disparaître, les Calcaires d'Orbagnoux recouvrent les calcaires avec édifices coralliens de la Haute-Chaîne (Crêt du Nû, Montagne de Chamoise à l'est de St-Champ-Chatonod), ou les dolomies de remplacement (rocher de Châtillon au-dessus d'Anglefort ; Monts de Marignieu). Au nord du Crêt du Nû (combe du Tumet), sont bien développés des faciès de transition, véritables calcaires à débris triturés bien calibrés, à débit en plaquettes grossières, à texture finement grenue, parfois légèrement crayeux ; le débit en plaquettes peut disparaître, les éléments grossiers deviennent plus nombreux, faisant le passage aux faciès crayeux associés aux calcaires construits du Crêt du Nû et des Plans d'Hotonnes (sur la Chèvre).

2.2.2.2. Le recouvrement (ou toit) des Calcaires d'Orbagnoux

Les Calcaires d'Orbagnoux sont recouverts par le Membre des Marnes des Abergements Bernier, 1984a (= « Marnes bleues à *E. virguliana* » Énay, 1982) de la Formation des Couches du Chailley. La coupe type est sur la feuille Saint-Rambert-en-Bugey où se trouve le seul bon affleurement, dans la tranchée de la D 39c, entre le Petit- et le Grand-Abergement. Elles ne sont généralement pas visibles à l'affleurement et elles sont cartographiées avec les Calcaires d'Orbagnoux. Sous leur faciès normal, elles ont la même extension que le chenal des Calcaires d'Orbagnoux. Vers le NNW, leur correspondent des calcaires argileux flammés, bleus, à taches rougeâtres, avec petits ptérocères et bivalves, souvent couverts par les éboulis ou la végétation, formant un talus sous la première barre des calcaires bioturbés (à tubulures) des Couches du Chailley, avec lesquelles ces niveaux sont cartographiés. Dans la zone de passage entre les Calcaires d'Orbagnoux et les Couches de Prapont, sur le flanc sud-est de l'anticlinal des Moussières, à partir de la grange du Mortier vers le nord, ce sont ces niveaux qui donnent une zone déprimée bien nette au toit des Couches de Prapont.
En résumé, les Calcaires d'Orbagnoux et les Marnes des Abergements, comme la combe qui leur correspond, disparaissent toujours au toit des Couches de Prapont ou des faciès avec édifices coralliens et équivalents (dolomies), incluant les Calcaires de Landaize, sous le même recouvrement des Couches du Chailley.

2.2.3. Stratigraphie et divisions possibles des Calcaires d'Orbagnoux

La connaissance de la formation repose sur les observations faites dans la carrière (maintenant comblée) d'Armailles (feuille Belley) et sur les exploitations en galeries, celle abandonnée de St Champ-Chatonod (feuille Belley) ou celle encore en activité à Orbagnoux, commune de Corbonod (feuille Seyssel), également le lit ou ravin de la Dorche. Bernier & Énay (1972) avaient déjà noté la loca-

lisation «*des niveaux à fine lamination et imprégnation bitumineuse (...) dans la partie la plus orientale du bassin, suivant une bande qui borde exactement la barrière sur sa face interne*». La nouvelle cartographie du chenal des Calcaires d'Orbagnoux souligne mieux la position singulière des sites exploités ou ayant fait l'objet de tentatives d'exploitation. Il n'est donc pas établi si la succession et le développement de la formation sont partout les mêmes que ceux décrits dans ces localités par Bernier (Bernier & Gaillard, 1979, 1980; Bernier & Courtinat, 1979; Bernier 1984a), plus particulièrement Orbagnoux qui a fait l'objet des études récentes et les plus complètes (Tribovillard *et al*., 1991, 1992, 1999, 2000), auxquelles on se reportera pour plus de détails, si nécessaire. En dehors de ces localités, il est rare de pouvoir observer une succession complète de la formation. A noter que les fouilles préliminaires pour la recherche de pierres lithographiques à Cormaranche-en-Bugey, près des Teillères (Grange-Tellière à l'époque) ont montré la même superposition de «*calcaires lithographiques*» en bancs «*beaucoup plus minces en moyenne que ceux de Creys, Cerin et Ordonnaz*» et de niveaux inférieurs renfermant du bitume (Delafond, 1880).

2.2.3.1. Les types lithologiques principaux

Les trois types lithologiques reconnus dans la localité de référence d'Orbagnoux constituent la Formation des Calcaires d'Orbagnoux, qui alternent et passent de l'un à l'autre, avec ou sans transition (Tribovillard *et al.,* 1991, 1992, 1999, 2000).

- Les *laminites parallèles*, bitumineuses, sont constituées de feuillets millimétriques ou lamines, plus ou moins sombres, qui alternent, regroupés en paquets centimétriques, clairs ou sombres en fonction des feuillets élémentaires dominants. La régularité de la lamination est parfois perturbée de différentes façons: troncatures ou dispositions entrecroisées, toujours sous des angles faibles; épaississements localisés en forme de nodules, parfois silicifiés, centimétriques à décimétriques; convolutes encadrées de lamines non perturbées.
- Les *lamines ondulées* sont parallèles à la stratification ou en forme de dômes décimétriques ressemblant aux stromatolithes de milieu calme du domaine intertidal à subtidal supérieur, voire sursalé. A ces laminites ondulées sont associés les lits à cristaux de gypse rencontrés à deux niveaux dans l'anticlinal du Grand Colombier et le massif de Retord (Bernier & Énay, 1972; Bernier, 1984a).
- Les *calcaires massifs,* parfois laminés, de teinte claire, alternant avec des laminites, sont faits de micrite très pure sans minéraux argileux. En lame mince, le microfaciès est une pelmicrite bioclastique de texture wackestone à nombreux organismes et bioclastes.

2.2.3.2. «Calcaires en plaquette st. s.» et «Laminites bitumineuses»

A l'échelle de la formation, ces différents faciès ne sont pas également répartis. Les laminites planes et ondulées sont plus développées dans la moitié inférieure, en deux niveaux, épais chacun d'environ 4,50 m, séparés par un intervalle de 2,50 m de calcaires massifs, laminés au sommet, auxquels il faut ajouter les calcaires au mur du premier niveau de laminites exploités (non représentés dans la coupe détaillée donnée par Tribovillard *et al*., 1991, 1992), soit un total d'un peu moins de 18 m. Dans la partie supérieure, épaisse d'un peu plus de 12 m, dominent les calcaires massifs ou laminés, intercalés de niveaux peu épais de laminites parallèles.

Ainsi, bien que ces deux types lithologiques ne soient pas exclusifs l'un de l'autre, il serait possible de séparer un membre inférieur de laminites bitumineuses et un membre supérieur plus calcaire, qui pourraient correspondre assez bien aux «Laminites bitumineuses» (avec niveaux à cristaux de gypse au sommet) et aux «Calcaires en plaquettes *st s.*» de Bernier (1984a). Mais, l'unité (ou membre ?) des «Calcaires en plaquettes *st. s.*», identifiée à Grange Neuve, n'est pas indiquée à Orbagnoux/la Dorche (où un seul niveau à cristaux de gypse est présent) et dans un travail plus récent, Tribovillard *et al*. (1999) attribuent la totalité de la succession décrite dans les premiers articles à l'unité des «Laminites bitumineuses», épaisse de 25 m, et ajoutent quelques mètres de «Calcaires en plaquettes *st. s*». Il ne paraît pas possible de corréler exactement les coupes décrites par Bernier (1984a, fig. 148) et par Tribovillard *et al.* (1991 et 1992, fig. 2), pas plus qu'avec celle donnée par Barale (1981, p. 236).

2.2.3.3. Organisation en séquentielle de la formation

Dans la seule coupe de Grange Neuve, Bernier (1984a, pp. 404 et 562) distingue dans la Formation des Calcaires d'Orbagnoux deux séquences régionales correspondant aux deux niveaux principaux de laminites et aux deux horizons avec cristaux de gypse. Les laminites sont placées en début d'une séquence de trois termes; de haut en bas:

(3) les calcaires massifs,
(2) les laminites ondulées à cristaux de gypse,
(1) les laminites parallèles.

A Orbagnoux/la Dorche, la succession plus détaillée de Tribovillard *et al*. (1991, 1992) suggère un nombre plus élevé de séquences, en particulier dans le membre supérieur, et un autre agencement des lithofaciès. Les différents faciès s'enchaînent pour constituer une séquence élémentaire, également de trois termes, mais inverse de celle admise par Bernier; toujours du haut vers le bas:

(3) les laminites ondulées,
(2) les laminites parallèles et
(1) les calcaires massifs.

Les calcaires massifs montrent un contact inférieur franc, parfois ondulé, alors que le passage aux laminites sus-jacentes est progressif, quelquefois avec interposition de

calcaires laminés. La partie inférieure, à faciès laminites dominant, compte seulement deux rythmes complets (en incluant les calcaires au mur du premier niveau de laminites), auxquels s'ajoutent des rythmes tronqués à la base (absence des calcaires massifs). Au contraire, la partie supérieure, à dominante calcaire et pratiquement sans laminites ondulées, est faite de nombreux rythmes tronqués à leur sommet, correspondant à un confinement moindre.

2.2.3.4. Quel nom pour la formation ?

Outre qu'elles ne sont pas clairement définies, il n'est pas établi que les divisions reconnues par Bernier (1984a, p. 595) à Grange Neuve soient identifiables dans tout le domaine d'extension des Calcaires d'Orbagnoux. Il paraît donc préférable de les traiter comme une formation unique, au sein de laquelle il est possible de reconnaître localement des ensembles distincts, sans que ceux-ci soient formalisés comme membres selon le Code de Nomenclature Stratigraphique. En outre, l'utilisation de « Calcaires en plaquettes » à la fois pour l'ensemble de la formation et pour une partie de celle-ci est une source d'ambiguïté. Reste que les diverses appellations rappelées ci-dessus ne satisfont pas aux recommandations du Code de Nomenclature Stratigraphique pour la construction des noms de formation, qui doivent renfermer un nom de localité, si possible celui de la localité type. Dans le cas présent il convient donc de désigner les *ex* Calcaires en plaquettes *l. s.* (incluant les « Laminites bitumineuses » et les « Calcaires en plaquette *st. s.* ») comme Formation des Calcaires d'Orbagnoux ou Formation d'Orbagnoux.

2.2.4. La matière organique et les restes organiques

La ***matière organique*** est présente dans toute la formation, mais répartie inégalement entre les trois types lithologiques (Gubler & Louis, 1956 ; Tribovillard *et al.*, 1991, 1992, 2000).

Elle est abondante avec une excellente conservation dans les laminites parallèles. La teneur en carbone organique total (COT) est de 8 à 12 % dans les lamines sombres, plus faible (autour de 5 %) dans les lamines claires. Il s'agit de matière organique de type I, riche en hydrogène et pauvre en oxygène, à laquelle on reconnaît souvent une origine algaire, habituellement dans des milieux laguno-lacustres.

Dans les laminites ondulées, la matière organique est peu abondante (moins de 1 %) et de type mixte, de type I dans les lamines ondulées sombres, de type II dans les lamines ondulées claires ; cette dernière, enrichie en oxygène par rapport au type I, est caractéristique d'un milieu marin. Dans les calcaires massifs, la matière organique, peu abondante (moins de 1 %), se situe aussi dans le domaine du type II.

Les ***restes organiques***, en particulier, les ***micro-organismes*** distinguent aussi ces différents types lithologiques. Les coccosphères et les coccolithes sont les constituants presque exclusifs des lamines parallèles claires, dominés à 90 % par *Cyclagelosphaera margerelii* Noël, les 10 % restants représentés par *Biscutum dubium* Noël. La première espèce est seule présente et abondante dans les lamines parallèles sombres. Les autres micro-organismes sont des foraminifères benthiques et des ostracodes.

Dans les lamines ondulées, les micro-organismes sont rares, quelques miliolidés et ostracodes ; par contre on y observe des tapis microbiens ou algaires, parfois déchirés ou soulevés et de nombreux pellets.

Les ***microrestes organiques*** sont nombreux dans les calcaires massifs : radioles d'oursin, sclérites d'holothurie, ostracodes, foraminifères benthiques, algues (*Thaumatoporella parvovesiculifera* Raineri) et nombreux dinoflagellés, déjà étudiés par Deflandre (1939, 1941). Le microplancton a été étudié par Bernier & Courtinat (1979, les spores et pollens par Sittler (1954), Courtinat (1979), les scolécodontes par Taugourdeau (1973).

2.2.5. Macroflores et macrofaunes

Les ***macrorestes végétaux*** sont fréquents dans les laminites parallèles et les calcaires massifs, en particulier les frondes de *Zamites* (Bennettitales), également des Gingkoales, des Cycadales, des Ptéridospermales et des Filicales (Carpentier, 1938, 1939a, b ; Barale, 1981), arrivés dans le chenal des Calcaires d'Orbagnoux par flottation à partir de territoires émergés plus ou moins éloignés.

La ***macrofaune*** est relativement pauvre, surtout constituée de formes nectoniques, poissons et ammonites, rencontrés dans les laminites parallèles et les calcaires massifs. Les ammonites sont souvent accompagnées de leurs aptychus *in situ* ou à proximité immédiate de l'ouverture (cf. Bernier, 1984a, pl. 29, figs 2-3). Si elles ne vivaient pas sur place, comme il est probable, elles sont parvenues dans le chenal ou le lagon avec le corps encore en place dans la coquille. Les lits avec lamellibranches à valves étalées (Bernier & Énay, 1972 ; Bernier, 1984a) et les niveaux à ophiures (Énay & Hess, 1962, 1970) sont plus localisés et liés à des émersions locales et/ou temporaires. De même pour le niveau avec des restes d'isopodes rapprochés d'*Archaeoniscus brodiei* Milne-Edwards du Purbeckien du Dorset, découverts récemment à Brénod (combe de la Chandeleuse) (Vannier *et al.*, 1999), sur le bord nord-ouest du chenal des Calcaires en plaquettes.

2.2.6. Conditions de dépôt et environnements des Calcaires d'Orbagnoux

Les reconstitutions proposées s'accordent sur un milieu très calme où la mise en place des sédiments avait lieu par décantation, sans autre influence terrigène que les débris végétaux continentaux qui interviennent peu dans le pa-

lynofaciès. L'étude géochimique de la matière organique (Gubler & Louis, 1956 ; Tribovillard *et al*., 1991, 1992, 2000) indique des conditions de dépôt appauvries en oxygène dissous dans un environnement carbonaté proximal vraisemblablement sursalé. Il semble que plusieurs types d'apport organique ont coexisté dans un milieu de sédimentation proche des sources de matériel. Les laminites ondulées ou en dômes indiquent des conditions de dépôt confinées peu profondes (lits bactériens ou algaires, fentes de synérèse, cristaux de gypse). Les laminites parallèles correspondent à des conditions de milieu plus ouvertes dans des eaux sursalées et/ou pauvres en oxygène dissous, au moins en profondeur (microfaune benthique abondante et diversifiée, nannoflore abondante, mais à petit nombre d'espèces, production algaire de surface). Les calcaires massifs témoignent d'un milieu moins confiné, mais encore en deçà des conditions du milieu marin ouvert (benthos abondant et diversifié, nannoflore monospécifique, algues et dinokystes nombreux).

L'enchaînement des trois types lithologiques traduit des oscillations discrètes dans le confinement du chenal des Calcaires d'Orbagnoux, affectant la salinité et la teneur en oxygène dissous, sans doute contrôlées par les possibilités de communication avec la mer ouverte au travers du haut-fond carbonaté formant barrière et situé plus à l'est, à la faveur de passes plus ou moins pérennes ou des variations du niveau de la mer, voire à l'occasion de tempêtes. L'alternance laminites claires-laminites sombres des laminites bitumineuses a été interprétée comme le résultat d'une alternance saisonnière d'organismes planctoniques et nectoniques, dans un corps d'eau superficiel oxygéné, accumulés sur le fond après leur mort, dans un corps d'eau inférieur anoxique (Bernier *et al.,* 1972, 1991a, c ; Bernier, 1984a). Tribovillard *et al*. (1991, 1992) envisagent aussi que l'alternance puisse être liée, au moins en partie, à des variations climatiques, peut-être d'ordre saisonnier, se traduisant par des précipitations et un ruissellement périodiquement plus abondants, en raison du cachet estuarien (apports continentaux proximaux) des lamines claires.

2.2.7. Epaisseur de la Formation des Calcaires d'Orbagnoux

Les conditions d'affleurement ne sont guère favorables à une bonne appréciation de l'épaisseur de la formation et de ses variations. Gubler & Louis (1956) indiquent plus de 60 m dans le centre du « bassin » et 4 à 5 m sur ses bordures (Valserine, Retord, Hauteville). Donzeau *et al.* (1997) donnent même plus de 80 m sur la feuille St-Julien-en-Genevois où une partie des « Calcaires plaquetés » de Donzeau *et al.* (1997) ne relèveraient pas de la Formation des Calcaires d'Orbagnoux. Bernier (1984a) a mesuré environ 20 m à Grange Neuve, avec une épaisseur à peu près égale pour les « Laminites bitumineuses » et les « Calcaires en plaquettes *s. st.* », 4 à 5 m pour les seuls niveaux laminés à Armailles et 37 m à Saint-Champ-Chatonod (lac de Bartherand), où les deux unités ne peuvent être distinguées, bien que les niveaux bitumineux soient plus fréquents à la partie inférieure, intercalés de niveaux biodétritiques à algues et foraminifères et de bancs à silex. A Orbagnoux/la Dorche, où Jacquemin (1891) indique 80 m, la formation est épaisse de 32 m pour Barale (1981), 33 m (à partir du niveau 15) ou d'un peu moins de 31 m (à partir du niveau 19) chez Bernier (1984a), 27 m chez Tribovillard *et al*. (1999, 2000), mais la plus grande partie des « Calcaires en plaquettes *s. st.* » de la partie supérieure manque.

Il s'agit d'épaisseurs actuelles, après compaction et l'épaisseur originelle était certainement plus importante, en particulier pour le membre inférieur dans lequel dominent les laminites qui ont le taux de compaction le plus élevé. Celui-ci est estimé à 1/7e par Bernier, à partir de l'observation d'un nodule siliceux moulés par les lamines encaissantes (1984a, pl. 28, fig. 12). Les individus d'une même espèce d'ammonite (*Aspidoceras polysarcum* Fontannes), conservés en volume dans les calcaires massifs (voir Pl. I, fig. 5a, b) et à l'état de compression dans les laminites (voir Pl. I, fig. 6), donnent des valeurs plus fortes, jusqu'à 1/20e ! Si on retient une valeur intermédiaire comprise entre 1/13e et 1/15e, l'épaisseur de la formation avant compaction aurait dépassé 150 m. Sans doute l'épaisseur réelle du dépôt n'a-t-elle jamais atteint cette valeur extrême, la compaction ayant dû commencer à jouer avant même que tout le dépôt soit effectif, d'autant que les trois quarts des laminites sont dans la partie inférieure de la formation. Une centaine de mètres paraît une grandeur acceptable pour l'épaisseur maximale de la formation, probablement moins sur les bordures.

2.2.8. L'âge des Calcaires d'Orbagnoux

Très tôt ils ont été datés du Kimméridgien et plus tard reconnus du Kimméridgien supérieur, zones (devenues sous-zones) à Subeumela et Setatus (Énay & Hess, 1962), ou zone à Beckeri (Énay, 1965). D'une part, les Calcaires de Tabalcon sous-jacents ont livré des faunes de la zone à Eudoxus à Pra-Devant (Énay, 1982) et aux Abergements (feuille St Rambert-en-Bugey) (Énay & Hess, 1962). D'autre part, les « Calcaires de Grange Neuve » sous-jacents à la formation et les Calcaires d'Orbagnoux renferment une faune de la zone à Beckeri, encore en partie inédite, dont quelques éléments seulement ont fait l'objet de citations (en partie erronées) : *Silicisphinctes siliceus* (Qu.), *Virgataxioceras setatum* (Schneid), *Taramelliceras acallopistum* (Font.), *Sutneria bracheri* Berckh., *Aspidoceras polysarcum* Font. (Énay & Hess, 1962 ; Énay, 1965, 1982), reprises dans Bernier (1984a). Enfin, les Couches du Chailley, qui recouvrent partout les Calcaires d'Orbagnoux, ont livré *Gravesia irius* (d'Orb.) à St-Germain-de-Joux et Martignat (Énay, 2000 ; Mangold & Énay, 2004), espèce indice de la dernière sous-zone du

Kimméridgien (Hantzpergue, 1987, 1989), mais en dehors du domaine des Calcaires d'Orbagnoux où aucune *Gravesia* n'a été trouvée. Cette question sera revue à partir de l'étude des faunes d'ammonites, objet du présent travail.

2.3. La Formation des Calcaires de Cerin (= «Calcaires lithographiques» Jacquemin, 1891) et **faciès assimilés** (= «Calcaires plaquetés» Krummenacher, 1971, *pars*; Donzeau *et al*., 1997, *pars*).

Jacquemin avait proposé «*Calcaires compacts ou lithographiques, 2e niveau*» pour les distinguer d'un premier niveau de calcaires bien lités à grain fin, avec lesquels ils ont parfois été confondus (Riche, 1897, 1905, 1907), et renommés Calcaires pseudolithographiques par Riche (1898). Jacquemin mettait dans sa formation des niveaux très différents, dont les niveaux alors exploités à Cerin et Ordonnaz, mais aussi les calcaires en plaquettes bitumineux d'Armailles, Orbagnoux, la Lèbe, la Rochette et d'autres plus éloignés encore. L'appellation sera utilisée, de façon informelle et avec une acception plus restreinte, par Riche (1897, 1900, 1905, 1907 = «*Virgulien, faciès lithographique*») qui ne les sépare pas nettement des Calcaires d'Orbagnoux.
Les sites et affleurements de pierres lithographiques les plus connus sont dans l'Ile Crémieu et le Bas-Bugey. Ils offrent des conditions d'affleurement différentes, en régime tabulaire monoclinal pour les premiers, plissé et faillé pour les seconds. A ces sites classiques seront ajoutés les niveaux décrits comme «Calcaires en plaquettes» dans la partie sud-est du Grand-Colombier-de-Culoz par Énay & Hess (1970) et «Calcaires plaquetés» dans l'anticlinal du Grand-Crêt-d'Eau (feuille St-Julien-en-Genevois, Donzeau *et al.*, 1997), dont les conditions de gisement sont très semblables. Mais le faciès n'est pas franchement «lithographique» ce qui pourrait remettre en question le nom donné à la formation.

2.3.1. Faut-il renommer la Formation des «Calcaires lithographiques»?

Après Cayeux (1935), Bernier (1994) s'est essayé à définir précisément ce qu'est un calcaire lithographique en regard des classifications des roches calcaires les plus récentes (bibliographie dans Bernier, 1994), pour conclure par cette évidence qu'une définition simple, mais rigoureuse est «*un calcaire qui peut être utilisé en lithographie*»! La finesse du grain du sédiment est certes une condition nécessaire, mais d'autres caractéristiques sont également exigées (homogénéité, absence de matières ou corps étrangers et de cavités, couleur, épaisseur et résistance suffisantes, grandes dimensions des pierres, etc.).
C'est ainsi que dans les exploitations de Cerin (Ain) et Creys (Isère), à peine 10% des pierres extraites étaient aptes à servir de pierre lithographique, 15 à 20% étaient utilisés pour dallages et 70 à 75% du volume extrait constituaient les déblais dont l'élimination pesait lourdement sur le coût d'exploitation. De même, autour de Cerin, d'autres sites ou carrières ont fait l'objet de recherches (Lompnaz, Innimond) ou de tentatives d'exploitation (Ordonnaz), qui ont été rapidement abandonnées, sans que les raisons de cet abandon apparaissent clairement.
Les affleurements du Grand-Colombier (Énay & Hess, 1970) et du Grand-Crêt-d'Eau (Donzeau *et al*., 1997) sont différents entre eux et ce sont les conditions de gisement, exposées en détail plus loin, qui justifient de les réunir. Mais également de les séparer des véritables Calcaires d'Orbagnoux et de les rapprocher des Calcaires de Cerin. Ces mêmes conditions de gisement expliquent aussi les différences nettes entre ceux du Grand-Colombier, d'aspect sableux à cassure grenue, et ceux du Grand-Crêt-d'Eau, à grain beaucoup plus fin. Ces derniers sont ainsi plus proches du faciès lithographique, mais le critère de leur utilisation pour la lithographie fera toujours défaut.
Dans ces conditions, et si on réunit ces différents affleurements dans une même unité lithostratigraphique, le nom de «Calcaires lithographiques» peut sembler inadapté et devoir être remplacé par une autre dénomination ne faisant pas nécessairement référence à cette utilisation particulière, propre à certains niveaux ou affleurements localisés. ***Formation des Calcaires lithographiques de Cerin*** ou mieux ***Formation des Calcaires de Cerin*** est le nom retenu et utilisé ici.

2.3.2. La Formation des Calcaires de Cerin dans le Bas-Bugey et l'Ile Crémieu

Très tôt, sa richesse en fossiles, en particulier de vertébrés (poissons et reptiles), a valu la célébrité au gisement de Cerin (commune de Marchamp, Ain), célébrité qui a occulté tous les autres sites du Bas-Bugey et, surtout, ceux de l'Ile Crémieu, moins riches en fossiles. La carrière abandonnée de Creys (dans l'Isère) est de plus grande ampleur et a certainement fourni une plus grande quantité de pierres lithographiques; ainsi selon Delafond (1880) «*les pierres de Creys seraient moins avantageuses, comme coloration, que celles des autres gisements (...), mais (...) elles donneraient en général de plus grands formats*». Toujours selon Delafond (1880), les bancs de Cerin «*fournissent une moins grande proportion de pierres lithographiques, par compensation, ils donnent (...) une plus grande proportion de dallages*».
La fouille paléontologique et paléoécologique, engagée dès 1969 et démarrée en 1975, sur Cerin (Barale *et al.*, 1985; Bernier *et al*., 1991a), a amplifié la situation au point que la formation est pratiquement connue au travers de ce seul gisement singulier. Une approche plus large est nécessaire et sera faite à partir des autres sites ou affleurements, certains déjà anciens, mais souvent ou-

bliés, d'autres mis en évidence récemment, intégrés aux cartes géologiques récentes ou restés inédits.

2.3.2.1. Les sites actuellement reconnus dans le Bas-Bugey

Gisement célèbre par ses restes fossiles, Cerin n'est pas le seul site du Bas-Bugey. Très tôt, des fouilles faites au sud «*à 1 km de distance, vers Innimont*» (probablement le Crot Charveyron) et du côté nord, «*sur la commune de Lompnaz à 2 km environ de Cerin*» (flanc sud du plateau de Charmille) ont accrédité l'idée de «*la continuation régulière du banc*» (Delafond, 1880). C'est aussi l'opinion de Saint-Seine (1949, 1950) pour qui «*les calcaires lithographiques se suivent sur plusieurs kilomètres sans être limités par aucune muraille corallienne*». Depuis il est apparu clairement que ces affleurements sont autant de sites distincts et que les Calcaires de Cerin ne sont pas un niveau continu, comme l'ont montré les levés cartographiques détaillés à 1/25 000e réalisés dans le cadre des stages de terrain des étudiants de l'Université Cl. Bernard-Lyon 1, dirigés par R. Énay, C. Gaillard et J.-P. Bourseau, et intégrés, en partie seulement, à la feuille Belley (Kerrien *et al*., 1990).

Les sites actuellement reconnus sont au nombre de huit, répartis entre Cerin au sud et Ordonnaz au nord (Fig. 3). Ces divers sites sont distribués dans plusieurs des unités tectoniques reconnues par Kerrien *et al*. (1990) : synclinal Cernay-La Morgne-Ambléon (Fig. 3, sites [1] à [5]), flanc ouest de l'anticlinal Chariot-la Grande Bête-Innimond (Fig. 3, site [6]), flanc ouest de l'anticlinal du Molard Dedon (Fig. 3, site [7]) et synclinorium Ordonnaz-Arandaz-Buisson-aux-Loups (Fig. 3, site [8]).

(1) Crot Charveyron, le long de la D41b et du chemin qui, depuis Cerin, rejoint la D41b au point 763, sur la commune de Marchamp ;
(2) Carrière de Cerin, sur la commune de Marchamp ;
(3) Champ Barrone, le long de la D41b et dans la dépression entre la Croix Broizet et le point coté 835, sur la commune d'Innimond (non porté sur la feuille Belley) ;
(4) Bois de Grouin-Plateau de Charmille, à cheval sur les communes de Marchamp et de Lompnaz ;
(5) Sud de la Gravelle, sur la commune de Lompnaz, peut-être l'extrémité nord des affleurements du plateau de Charmille-Bois du Grouin ;
(6) Bord nord du Creux de Luidon, sur la commune de Lompnaz ;
(7) Creux Guillon, flanc nord-ouest du Molard Dedon, sur la commune d'Ordonnaz (non porté sur la feuille Belley) ;
(8) Ordonnaz, la Ville d'en bas, accès aux anciennes exploitations à partir de la D32.

La disposition grossièrement sud-nord des sites connus n'est pas considérée comme significative, en raison même de leur répartition dans plusieurs unités tectoniques séparées par des failles majeures NW-SE qui ont dirigé le plissement. S'y ajoute un jeu longitudinal avec

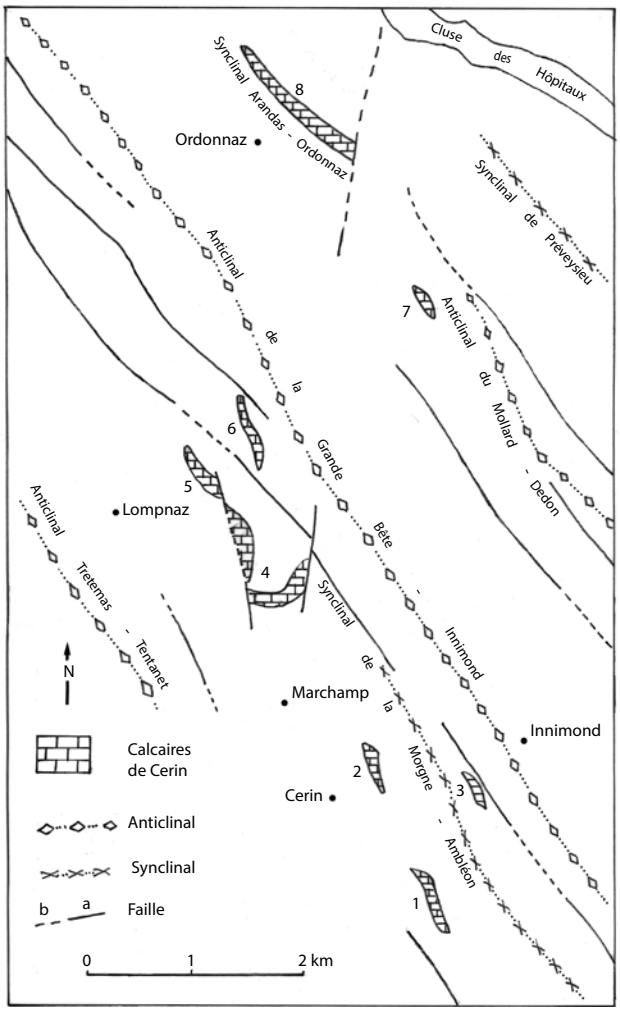


Fig. 3 : Affleurements de la Formation des Calcaires lithographiques de Cerin dans le Massif du Bas-Bugey ou Massif de Portes-Mollard Dedon. D'après la feuille à 1/50 000 Belley (Kerrien *et al*., 1990) et les levés de l'auteur pour les affleurements non portés sur la feuille Belley. (voir le texte).

coulissage en décrochement senestre des différents compartiments qui trouve son expression dans les écailles d'Ambérieu-en-Bugey, «en bout» (= NW) du massif de Portes-Mollard Dedon (ou faisceau du Bas-Bugey occidental), chevauchantes sur l'avant-pays.

2.3.2.2. La Formation des Calcaires de Cerin dans l'Ile Crémieu (Fig. 4)

Leur exploitation a débuté plus tardivement (vers ? 1855) sur le site de Creys (Fig. 4, site [1]), le plus fréquemment cité, souvent par comparaison avec Cerin. Le second site, Morestel (Fig. 4, site [2]), est moins souvent cité (Lory, 1851, 1860 ; Falsan & Dumortier, 1873).

Les autres affleurements reconnus (Fig. 4, sites [4] à [6]), certains aussi importants que ceux exploités à Creys (Monts Royaux, Daleygnieu), figurent sur la feuille à 1/50 000e, La Tour-du-Pin (Gigout *et al*., 1976). A l'ex-

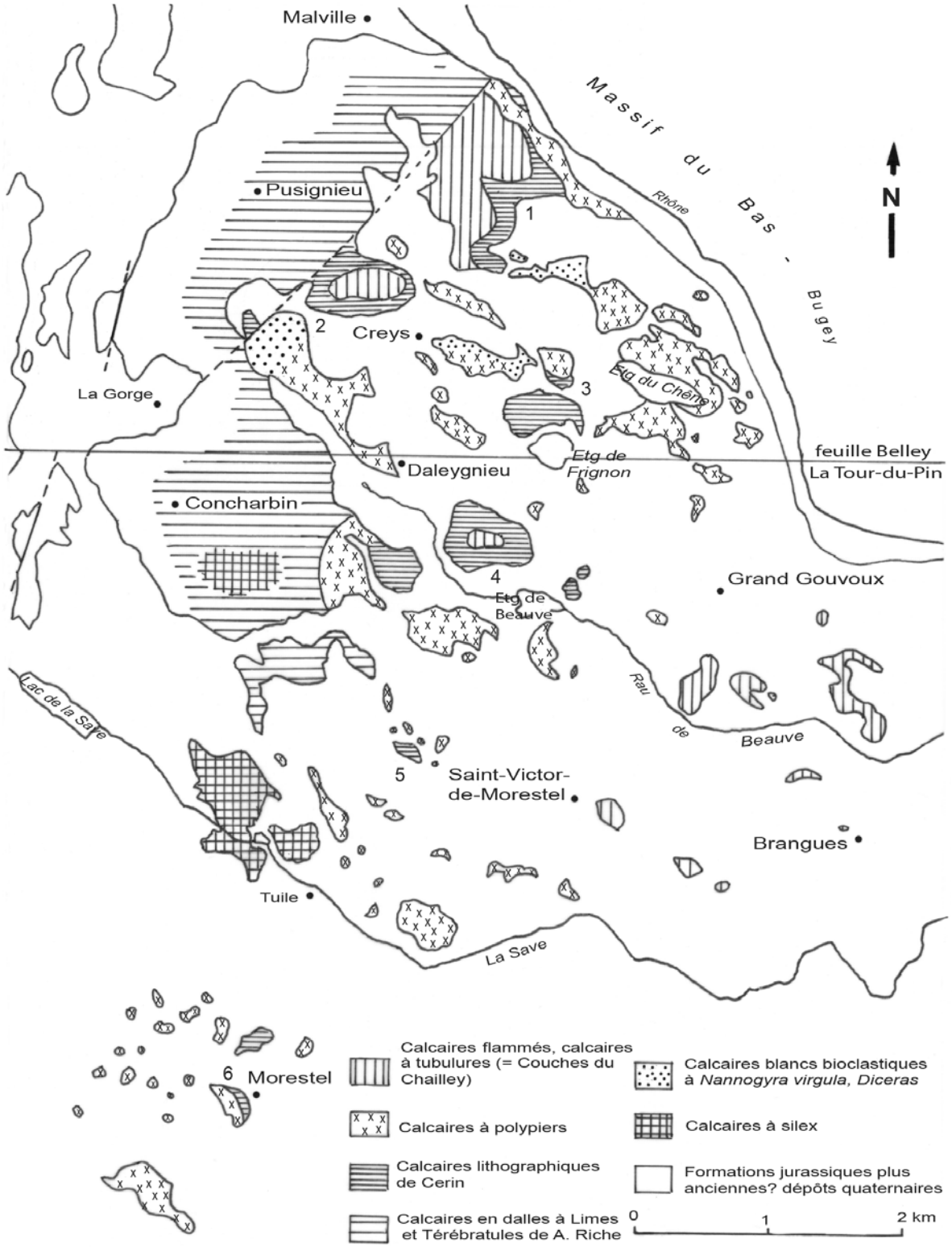


Fig. 4 : Affleurements de la Formation des Calcaires lithographiques de Cerin et faciès associés du Kimméridgien supérieur et Tithonien basal dans l'Ile Crémieu. D'après la carte à 1/50 000 de La-Tour-du-Pin (Gigout *et al.*, 1976) et les levés anciens (1956-1976) de l'auteur pour la feuille Belley. (1 à 6 : voir le texte).

ception de ceux exploités dans la carrière de Creys, ils n'ont pas été portés sur la feuille Belley (Kerrien *et al.*, 1990) [sites (1) à (3)].

Six sites sont connus, entre le Rhône au nord et Morestel au sud:

(1) Monts Royaux, entre le Rhône et Creys, sur la commune de Creys-et-Pusignieu;
(2) Grande carrière de Creys et bord sud-ouest du marais de Servanoux (ce dernier cartographié en Calcaires pseudolithographiques de l'Oxfordien supérieur = J6, sur la feuille Belley), commune de Creys-et-Pusignieu.
(3) Bord nord de l'Etang de Frignon et bord sud de la butte de l'Ucle, au sud-est de Creys, sur la commune de Creys-et-Pusignieu;
(4) Daleygnieu, au sud et sud-est du hameau: butte du Bessay, sur la commune de Creys-et-Pusignieu, butte de Bouan, sur les communes de Creys-et-Pusignieu et Saint-Victor-de-Morestel, et affleurements de Montoizel, sur la commune de Saint-Victor-de-Morestel;
(5) Petits affleurements dans le glaciaire entre Chanos et Nizeret, commune de Saint-Victor-de-Morestel;
(6) Morestel, dans la ville, flanc est du relief avec les vieux quartiers et ancienne carrière des Roches, au nord du bourg.

Les conditions d'affleurement des Calcaires lithographiques sont meilleures que dans le Bas-Bugey, par suite de la disposition monoclinale et du faible pendage des couches. Les affleurements des Monts Royaux ou Daleygnieu sont aussi importants que ceux exploités à Creys. Par contre, le développement des dépôts glaciaires masque souvent les relations entre ces divers sites et avec les autres formations.

2.3.2.3. Mode de gisement des Calcaires de Cerin

Malgré la tectonique et les conditions d'affleurement pas toujours très favorables (éboulis, glaciaire, végétation), les levés cartographiques à 1/20 000e et 1/25 000e et les observations faites sur l'ensemble des affleurements connus dans l'Ile Crémieu, le Bas-Bugey et le massif du Grand-Crêt-d'Eau convergent vers un mode de gisement en grandes lentilles enchâssées dans les formations encaissantes, qui rappellent les «schüsseln» (= assiettes) de Roll (1933, 1934) illustrées plus récemment par Viohl (1992) et Röper (2005) en Bavière et Dietl & Schweigert (2011, fig. 36) dans le Wurtemberg (Nusplingen).

Dans le Bas-Bugey: Parce qu'il a été exploité sur presque toute sa longueur, la disposition en grande lentille est bien nette pour le site de Cerin, à partir du point de vue de la butte de Vercra. Des deux côtés, au-delà des anciennes exploitations, les calcaires lithographiques disparaissent et sont remplacés par les «Calcaires à polypiers» et/ou les Calcaires de Landaize (ces deux faciès ne sont pas séparés sur les cartes). Dans la fouille scientifique, les calcaires lithographiques reposent, selon Bernier, sur les Calcaires de Landaize (Bernier, 1984a; Bernier *et al.*, 1994a), mais elle est en situation relativement marginale par rapport au centre de la lentille. En contrebas de la partie la plus développée de l'exploitation et du chemin d'accès, sur le côté nord du talus de déblai, on peut observer le passage vertical des Calcaires de Tabalcon aux Calcaires de Cerin. Vers le nord comme vers le sud, ils sont relayés par l'ensemble «Calcaires à polypiers»–Calcaires de Landaize. Dans la côte du Vignier et dans les falaises de la Blettone cet ensemble supporte les Couches du Chailley.

Ce sont également les Calcaires de Tabalcon qui forment le substratum des Calcaires de Cerin dans les anciennes exploitations d'Ordonnaz, peut-être aussi au Bois de Grouin-Plateau des Charmilles. Les conditions d'affleurement sont moins favorables dans les autres sites, en particulier à la Garenne le substratum est fortement dolomitisé. Les calcaires lithographiques recouvrent l'ensemble «Calcaires à polypiers»–Calcaires de Landaize à Champ Barrone et aussi au Creux Guillon. C'est, semble-t-il, la même situation au Crot Charveyron et à Luidon. La diversité des substratums correspond sans doute à des situations différentes des affleurements par rapport à l'extension de chaque cuvette occupée par les Calcaires de Cerin.

Dans l'Ile Crémieu: Le substratum des calcaires lithographiques n'est jamais visible dans les exploitations de Creys et Morestel. La cartographie du secteur à l'ouest de Creys et de Daleygnieu (le Bessay), où le glaciaire n'est pas très développé, montre que les calcaires lithographiques succèdent à la Formation des Calcaires de Passins nom. nov. (= «Calcaires à Limes et *Terebratula farcinata*» de De Riaz, 1895), localement avec de petits biohermes à spongiaires, ou aux «Calcaires à silex» (Énay, 1955, 1958; in Gigout *et al.*, 1976).

Ce dernier faciès a été séparé uniquement sur la feuille de La Tour-du-Pin (Gigout *et al.*, 1976), au NW de Tuile (Roche Plage), au SE de Concharbin (Buclay), près du Marteray (les Rivaux) et au NE de Passins (les Charmieux). Des niveaux avec silex sont également présents sur la feuille Belley, bien que non mentionnés dans la notice (Kerrien *et al.*, 1990). Très localement (Salagnon, carrière au revers de l'extrémité ouest de la butte au lieu-dit La Garenne; Saint-Victor-de-Morestel, à Roche-Plage, près de Tuile), ils ont le faciès de calcaires blancs, parfois crayeux, à silex, brachiopodes (térébratules, rhynchonelles) et bivalves (pectinidés, limidés), nautiles et rares ammonites (surtout des oppéliidés), et rappellent beaucoup les Calcaires de Grange Neuve (= «Calcaires crayeux à céphalopodes», Bernier, 1984a), près de Corbonod et au Col de la Lèbe.

Ces formations sont l'équivalent local des Calcaires de Tabalcon et supportent également les «Calcaires à coraux *s. l.*». A l'est et au sud-est, les reliefs qui émergent du glaciaire juxtaposent Calcaires de Cerin et «Calcaires à coraux *s. l.*». Sauf à multiplier les failles, ces faciès paraissent bien équivalents et, comme dans le Bas-Bugey, les calcaires lithographiques sont disposés en grandes lentilles dans les «Calcaires à coraux *s. l.*». Le contact

entre ces deux faciès est accessible en deux points seulement, 1) à Morestel, les «Calcaires à coraux *l. s.*» forment l'essentiel du relief de la vieille ville à l'ouest, bordés à l'est, en bordure même de la rue principale, par les Calcaires de Cerin ; 2) à l'est de Daleygnieu, les «Calcaires à coraux *l. s.*» de la butte de l'Ucle passent vers le sud aux calcaires lithographiques de l'Etang de Frignon.
Près de Dalaygnieu, Barale (1981, p. 225) décrit la succession suivante, remarquable (i) par la faible épaisseur (15 m) des Calcaires de Cerin, (ii) par l'absence des niveaux inférieurs laminés et à silex connus à Cerin, les «Laminites bitumineuses à silex» de Bernier (1984a) distinguées des «Calcaires lithographiques *st. s.*» à la partie supérieure :

- 10 m de calcaires mal lités avec niveaux à nodule siliceux (taille des nodules siliceux jusqu'à 10 cm de diamètre), absence de végétaux, nombreux lamellibranches et petits brachiopodes,
- 12 m de calcaires riches en végétaux, bancs de taille variable, quelques centimètres à 15-20 cm, de couleur claire, jaune ou plus souvent crème séparé par des joints calcaréo-argileux riches en «bouillie végétale». Présence de quelques géodes de calcite.
- 15 m de calcaires exploités autrefois comme pierre lithographique.
- 3 m environ de calcaires mal lités, à débit irrégulier, granuleux au toucher, riches en tubulures de quelques mm à 10 mm de diamètre, parfois orientées perpendiculairement à la stratification, avec un niveau à térébratules et riche en *Zamites feneonis*, considérés comme le sommet des calcaires en plaquettes (*recte* Calcaires de Cerin).
- 15 m (?) de calcaires blancs ou blonds, à nérinées, sans végétaux fossiles attribués au «Portlandien» (*recte* Tithonien).

Lentilles indépendantes ou anastomosées ? Les deux situations coexistent dans les affleurements de Bavière (Freyberg, 1968 ; Barthel, 1978, fig. 22). Dans le Bas-Bugey, la tectonique et la dispersion des sites de Calcaires de Cerin dans des unités structurales différentes ne permettent pas de trancher entre ces deux possibilités. Implicitement au moins, ils ont été généralement considérés comme des lentilles distinctes indépendantes, admises comme synchrones ; les différences dans le contenu faunique et floristique ne pouvaient que conforter ce point de vue. Pour ceux de l'Ile Crémieu, la disposition monoclinale avec un faible pendage vers l'ESE, proche de celle de Bavière, offre de meilleures conditions d'observations, malgré la présence des dépôts glaciaires. Sauf à multiplier les failles, un dispositif comparable à celui décrit en Bavière (Freyberg, 1968 ; Barthel, 1978, fig. 22) est très vraisemblable.

2.3.3. Les faciès assimilés aux Calcaires de Cerin

Sont maintenant assimilés aux Calcaires de Cerin du Bas-Bugey et de l'Ile Crémieu des niveaux attribués jusqu'ici aux «Calcaires en plaquettes» dans le massif du Grand-Colombier-de-Culoz (Énay & Hess, 1970) et aux «Calcaires plaquetés» dans le massif du Grand-Crêt-d'Eau (Donzeau *et al.*, 1997).

2.3.3.1. Les «Calcaires en plaquettes» du Rocher de Milvendre, à Culoz

Dans leur description des affleurements de la route touristique de Culoz au Grand-Colombier, Énay & Hess (1970) soulignent que «*la lithologie est assez différente à la fois de celle du faciès lithographique de Cerin et de celle du faciès bitumineux d'Armailles-Orbagnoux*». L'attribution aux «Calcaires en plaquettes» signifie justement que calcaires lithographiques et calcaires laminés bitumineux sont alors considérés comme deux faciès du remplissage du même chenal des «Calcaires en plaquettes». Si on convient de distinguer plus nettement les «Calcaires lithographiques» (ou Formation des Calcaires de Cerin) et les «Calcaires en plaquettes» (ou Formation des Calcaires d'Orbagnoux), les niveaux de Culoz sont plus proches des premiers que des seconds, sinon par la lithologie, du moins par leur mode de gisement.
En effet, les «Calcaires en plaquettes» de Culoz sont «*totalement circonscrits par les calcaires massifs de faciès subrécifal, sinon récifal*» (Énay & Hess, 1970), ce qui expliquerait la dolomitisation secondaire plus ou moins développée, responsable de l'aspect sableux ou finement grenu. Déjà il était proposé un «*dépôt dans des parties déprimées de la construction corallienne à la manière des «Schüsseln» du Weisser Jura epsilon et zeta de Souabe*» (Roll, 1933, 1934). Les relations avec la Formation des Calcaires de Landaize, décrits dans le même secteur (Bernier & Énay, 1972 ; Bernier, 1984a), dans la partie la plus basse de la falaise des calcaires du Jurassique supérieur, près de Landaize, commune de Culoz (localité type), restent encore à déterminer.

2.3.3.2. Les «Calcaires plaquetés» du massif du Grand-Crêt-d'Eau

La feuille à 1/50 000 Saint-Julien-en-Genevois figure plusieurs affleurements de «Calcaires plaquetés», appellation qui groupe les «Calcaires en plaquettes *l. s.*» (= «Laminites bitumineuses et Calcaires en plaquettes») et «*d'autres calcaires lithographique type Cerin*» (Donzeau *et al.,* 1997), déjà cités et attribués aux Calcaires d'Orbagnoux dans les diplômes de fin d'étude des élèves de l'Institut Français du Pétrole au début des années 50, J. Canaple, P. Poujol et P. Veyretout (1952).
Ici sont séparés les affleurements au NW de la Haute-chaîne et ceux connus dans le massif du Grand-Crêt-d'Eau (Fig. 5).

- Au NW de la Haute-chaîne, les affleurements indiqués entre Tacon et Chézery, profondément dilacérés par les structures associées à la faille complexe du Vuache, représenteraient l'apophyse nord du chenal des Calcaires d'Orbagnoux, bien caractérisés à Forens (= Roc à l'Aigle), moins nettement dans les autres affleurements

(rocher de Béloz, le Cruchon et Montagne des Moines). Les descriptions détaillées de Veyretout effectuées au cours d'une excursion avec le chanoine Carpentier dans le secteur Roc à l'Aigle-Forens témoignent de la qualité des affleurements bien meilleure qu'actuellement.

- Dans le massif du Grand-Crêt-d'Eau, les affleurements du Crêt des Frasses (route forestière de Menthières au col du Sac) et de son flanc oriental (sous le Crêt du Miroir et sous le chalet du Sac) sont meilleurs. Le faciès est plus nettement à grain très fin, sinon lithographique, et l'affleurement à la terminaison de la route forestière sous le chalet du Sac a livré une fronde de la Bennettitale, *Zamites feneonis* Pomel, conservée dans un nodule siliceux (FSL 341460). Le mode de gisement est le même que celui des calcaires de Culoz et des Calcaires de Cerin dans cette localité et à Creys, c'est-à-dire une extension horizontale limitée entre les faciès de plateforme carbonatée auxquels ils passent latéralement (Donzeau *et al.,* 1997).

Par contre ces affleurements différeraient par le substratum ou le recouvrement des « Calcaires plaquetés ». Deux dispositifs auraient été reconnus (Tab. 1) :

- Les « Calcaires plaquetés » sont compris entre les Calcaires de Tabalcon et les formations du Kimméridgien terminal-Tithonien (Couches du Chailley et Tidalites de Vouglans), disposition comparable à celle connue pour les Calcaires d'Orbagnoux et les Calcaires de Cerin du Bas-Bugey et de l'Ile Crémieu : au Roc à l'Aigle [= Forens], au Crêt des Frasses et à la Montagne des Moines, dans l'anticlinorium du Grand-Crêt-d'Eau.
- Le substratum des « Calcaires plaquetés » est formé, soit par les Calcaires de Tabalcon, soit par les faciès récifaux, et ils supporteraient les Calcaires de Landaize. Cette situation originale est connue au NE de l'accident oriental du Vuache (Chalet du Sac et Crêt du Miroir) et serait aussi celle du Rocher de Béloz et du Cruchon, également du Rocher de Léaz, où les affleurements sont de très mauvaise qualité et difficiles à interpréter. Elle n'a jamais été rencontrée ailleurs, ni pour les Calcaires d'Orbagnoux, ni pour les Calcaires de Cerin du Bas-Bugey et de l'Ile Crémieu.

La complexité tectonique du secteur incite à la prudence et un nouvel examen des relations stratigraphiques entre ces différentes formations est nécessaire avant toute interprétation des relations telles que décrites par Donzeau *et al.* (1997).

2.3.4. Lithologies, organisation et épaisseur des Calcaires de Cerin

On trouvera dans la littérature des descriptions détaillées qui concernent essentiellement, sinon exclusivement, les calcaires lithographiques de la falaise de Cerin (Bernier *et al.*, 1983 ; Bernier, 1984a).

2.3.4.1. A l'échelle du banc

Le caractère le plus remarquable de la formation est la disposition en bancs plans et relativement réguliers, d'une épaisseur moyenne de 10 cm. La régularité de la stratification traduit certainement un contrôle de la sédimentation par des phénomènes répétitifs rythmiques, probablement climatiques.

Etudié en lames minces aux microscopes optique et électronique, le calcaire apparaît homogène et formé de grains de très petites dimensions, de l'ordre du micron, d'origine détritique et produit de la destruction de tests et squelettes calcaires d'organismes après leur mort. L'uniformité du sédiment n'empêche pas de reconnaître des détails d'organisation du banc au sein duquel se succèdent, de bas en haut, la boue calcaire homogène, la boue calcaire bioturbée par des organismes fouisseurs qui ont laissé les traces de leur activité sous la forme de fins canalicules millimétriques, les voiles algaires faits de feuillets d'épaisseur inframillimétrique, éventuellement des indices d'érosion avec traces ferrugineuses du sommet du banc.

Les surfaces de bancs révèlent également l'existence de

Tableau 1 : Les différents dispositifs stratigraphiques des sites de « Calcaires plaquetés » de la feuille à 1/50 000 Saint-Julien-en-Genevois

Types de succession Situation structurale	Calcaires de Landaize J^{8L} **« Calcaires plaquetés »** J^{8P} Calc. de Tabalcon/Récifal $J^{8T/R}$	C. du Chailley/Tidalites de Vouglans J^{9} **« Calcaires plaquetés »** J^{8P} Calcaires de Tabalcon J^{8T}
SW du Vuache et Sandézanne	Rochers de Léaz Le Cruchon Rochers de Béloz	—
Anticlinorium du Grand-Crêt-d'Eau	—	Roc à l'Aigle (Forens) Crêt des Frasses (Crêt-d'Eau) Montagnes des Moines
NE de l'accident oriental du Vuache (rampe latérale des chevauchements du Crêt de Chalam et du Reculet)	Est du Chalet du Sac (T/R) Est du Crêt du Miroir (T/R)	—

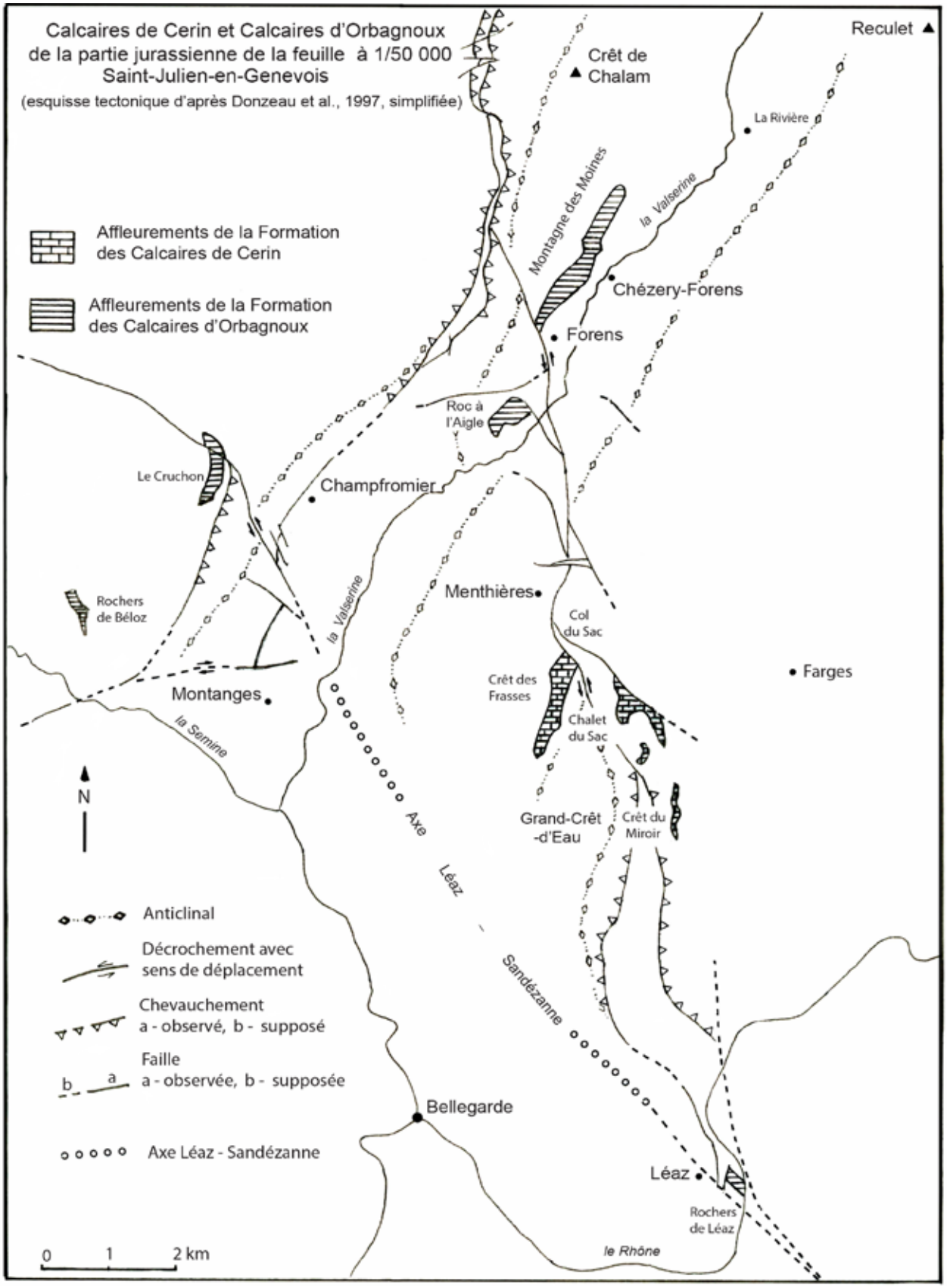


Fig. 5 : Affleurements des Formations des Calcaires lithographiques de Cerin et des Calcaires bitumineux d'Orbagnoux (= « Calcaires plaquetés » de Donzeau *et al*., 1997) sur la feuille à 1/50 000 de Saint-Julien-en-Genevois. Esquisse tectonique simplifiée, d'après Donzeau *et al*. (1997), complétée pour la toponymie.

courants et de pentes (orientations privilégiées des restes fossiles, rigoles de ravinement, figures de glissement) et la preuve d'émersions temporaires (traces de locomotion de vertébrés, traces de gouttes de pluie). C'est également sur les surfaces de bancs que sont accumulés les restes fossiles, toujours à l'état de compression ou d'empreintes. Les fossiles conservés en volume à l'intérieur des bancs calcaires sont rarissimes. L'exception est la carrière de Creys qui a livré un ensemble de natices d'assez grande taille (jusqu'à 10 cm de l'apex à la base de l'ouverture), du genre *Ampullina*, conservées dans les collections du département des Sciences de la Terre de Lyon, très peu ou pas déformées.

2.3.4.2. A l'échelle de la formation

Dans la seule localité de Cerin, le chantier de la fouille paléoécologique a permis de reconnaître deux divisions, les « Calcaires lithographiques *s.s.* » à la partie supérieure, seuls exploités, et les « Laminites bitumineuses à silex » reconnues sur un peu moins de 3 m, à la partie inférieure. Selon Bernier (1984a, figs 189-190 et 192-193) et Bernier *et al.*, (1983, pp. 16-17 ; 1991a, fig. 4), les « Calcaires lithographiques *st. s.* » correspondraient aux « Calcaires en plaquettes *st. s.* » des Calcaires d'Orbagnoux, mais les laminites bitumineuses inférieures de Cerin auraient pour équivalent les seules laminites supérieures de la Formation d'Orbagnoux (au-dessus des niveaux de laminites à pseudomorphoses de gypse). Cette corrélation reste à confirmer, sinon à prouver.

L'épaisseur de la formation est très variable et, sauf pour les niveaux de laminites de la partie inférieure et les interbancs des calcaires lithographiques *s. s.*, la compaction postérieure au dépôt a probablement moins d'importance que dans la Formation des Calcaires d'Orbagnoux. Dans la localité type de Cerin, Saint-Seine (1949, 1950) donne une épaisseur de 25 m, dans la partie centrale de la lentille, sans atteindre la base de la formation, située largement au-dessous du front de taille de l'ancienne carrière et du chemin d'accès. Elle est supérieure à celle mesurée dans la fouille paléoécologique, en situation marginale, de l'ordre de 15 m jusqu'au substratum reconnu dans l'excavation inférieure (Bernier, 1984a ; Bernier *et al.*, 1983, fig. 3 ; 1991a, figs 3 et 7).

2.3.4.3. Dans l'Ile Crémieu

L'épaisseur reconnue par Barale (1981) est de 30 à 35 m à Morestel, carrière des Roches, et 40 m dans la carrière de Creys, où la base de la formation n'est pas visible. Si les laminites à silex y sont présentes, ce qui n'est pas établi sûrement, on ne connaît pas leur importance par rapport à la partie connue de la formation. L'absence de ces dernières près de Daleygnieu, selon Barale (1981), a été signalée plus haut, de même que la faible épaisseur de la Formation des Calcaires de Cerin, ces deux aspects pouvant être liés à une situation de l'affleurement très marginale par rapport à la lentille dont il faisait partie. A contrario, il n'est pas sûrement établi que le schéma de la localité type puisse être transposé tel quel à tous les sites des Calcaires de Cerin.

2.3.5. La faune et la flore des Calcaires de Cerin

Des inventaires partiels des faunes et des flores des Calcaires lithographiques ont été donnés successivement par Thiollière (1849 à 1873), Woodward (1889, 1895), Eastman (1914), de Saint-Seine (1949) et Wenz *et al.* (1994), pour les poissons, Thiollière & Meyer (1851), Gervais (1871), Lortet (1892), Cocude-Michel (1963), Fabre (1981) et Buffetaut *et al.* (1990) pour les reptiles, Falsan & Dumortier (1873), de Saporta (in Thiollière, 1873), Barale (1981) pour les végétaux, Bernier *et al.* (1991b) pour les algues, Dumortier (1873), Gaillard *et al.*, (2006), pour les Scyphozoaires (méduses), de Loriol in de Loriol & Bourgeat (1886-1889, 1895), Bourseau *et al.* (1991, 1994), Breton *et al.*, (1994) pour les rares échinodermes, Gaillard (2011) pour les Limules, Dumortier (1873) pour les quelques bivalves connus, Taugourdeau (1973) pour les scolécodontes, Charbonnier *et al.* (2013), Audo *et al.* (2014) pour quelques crustacés décapodes et Énay *et al.* (1994) pour les ammonites.

La fouille paléoécologique de la carrière de Cerin a ajouté des taxons (ophiures, ammonites) et des traces de locomotion ou de nage d'invertébrés (Gaillard, 2011) et de vertébrés, absents jusqu'alors, et a permis de mieux connaître leur répartition au sein de la formation. Dans la période récente, l'inventaire complet des organismes et de leurs traces trouvés dans les Calcaires lithographiques a été donné par Bernier *et al.* (1983, 1991a, 2014) et Gaillard (2007). Sauf pour les végétaux, ces inventaires concernent presque exclusivement le site de Cerin, le seul à avoir livré une telle variété de formes animales. Les restes végétaux y sont plus rares, au contraire des sites de Creys et Morestel qui livrent presque exclusivement des végétaux (Barale, 1981). Les autres gisements de calcaires lithographiques de l'Ile Crémieu et du Bas-Bugey (autres que Cerin) ne semblent pas avoir livré de faune ou de flore connue. Dans le massif du Grand-Crêt-d'Eau, a déjà été citée la fronde de la Bennettitale, *Zamites feneonis* Pomel (FSL 34146), dans l'affleurement à la terminaison de la route forestière sous le chalet du Sac.

2.3.6. Environnements et conditions de dépôt des Calcaires de Cerin

Ces aspects ont été souvent abordés à la fois dans des travaux scientifiques (Gaillard *et al.*, 1994b ; Gaillard, 2007 ; Billon-Bruyat, 2003 ; Bernier *et al.*, 2014) et dans des ouvrages de vulgarisation grand public (Barale *et al.*, 1985 ; Musée de Lyon, 1985 ; Anonyme, 1987 ; Dominjon, 1992 ; Muséum de Lyon, 2004) ou à destination des enseignants du Secondaire (Musée de Lyon/CRDP, 1985). Les interprétations proposées reposent toutes sur le seul site de Cerin, dont l'extrapolation aux

autres gisements de calcaires lithographiques ne peut être faite qu'avec réserve. Déjà, Cerin est un gisement singulier par sa richesse et plus encore la variété de sa faune et de sa végétation qui ne se retrouvent dans aucun des autres sites, même les plus activement exploités comme celui de Creys. Pour trouver un équivalent de Cerin, il faut aller jusque dans le sud de l'Allemagne, où Röper (2005) décrit «*a small Cerin in Bavaria*» aussi en Espagne (Broili, 1932).

Les interprétations anciennes ne séparent pas nettement les Calcaires (lithographiques) de Cerin et les Calcaires (en plaquettes) d'Orbagnoux et les descriptions de leur environnement par de Saporta (in Thiollière, 1873, p. 41), Lortet (1892) ou Macfarlane (1923a, b) ressortissent plus de l'anecdote (voir de Saint-Seine, 1949, pp. 307, 310).

Dans son interprétation du chenal isolé en arrière d'un récif-barrière développé plus à l'est, Saint-Seine (1949, 1950) récuse l'idée que Cerin soit un «lagon», comparable par son mode de gisement aux affleurements de Bavière. Il ne voit «*dans le voisinage immédiat de Cerin aucune trace de récifs*» et «*les calcaires lithographiques s'y suivent sur plusieurs kilomètres sans être limités par aucune muraille corallienne*». Il évoque la présence d'îles coralliennes basses auxquelles serait associée une mangrove, à l'origine des faunes et des flores terrestres. Il décrit la structure de ces îles basses boisées du chenal de la Grande Barrière d'Australie, dont il admet l'existence dans le chenal, sans faire le lien avec les données du terrain. La faible taille des vertébrés véritablement terrestres s'oppose à l'existence de surfaces émergées de grande extension et plaide pour des îles de faible étendue [les traces du fameux dinosaure sauteur, *Saltosaurus latus* (Bernier, 1984b; Bernier *et al.,* 1984) ont été réinterprétées comme celles d'une tortue marine nageant à une faible distance du fond du lagon].

Toujours dans l'interprétation de Saint-Seine, les variations des conditions de milieu dans le chenal (température, teneur en oxygène de l'eau) expliqueraient l'abondance des poissons, dont certains auraient été fossilisés «*dans un état évident d'asphyxie*». Cette question du caractère allochtone des organismes et de leur état, déjà morts, moribonds ou vivants, à leur arrivée dans le lagon a été débattue et démontrée pour les ophiures (Énay & Hess, 1970; Bourseau *et al.,* 1991), les astéries (Breton *et al*., 1994) et les échinides (Bourseau *et al.,* 1994), également les ammonites (Énay *et al*., 1994; voir 4.1 et 4.2).

Note à propos de Bourseau *et al.* (1991, p. 796): contrairement à ce que disent ces auteurs, Énay & Hess (1970, p. 1105) concluent ainsi «*les Ophiures de Culoz ont été, soit déplacées et retournées après leur mort sur place, soit apportées déjà mortes et, dans ce cas, n'ont pas vécu là où nous les trouvons maintenant*» (déjà en italiques dans le texte original). Si l'autochtonie est évoquée dans la discussion, en référence aux travaux de Bantz (1969) sur les ophiures de Solnhofen, elle ne concerne pas les formes étudiées et encore moins le site de Cerin, où les ophiures étaient alors inconnues.

L'interprétation plus récente de Bernier (1984a, 1985), et Bernier *et al*. (1983, 1991a), également plus complète et plus détaillée, diffère de celle de Saint-Seine. Elle admet que le lagon de Cerin communiquait difficilement et seulement de façon épisodique avec la mer ouverte et représentait un milieu stagnant, peu oxygéné et peu favorable à la vie. Episodiquement (grandes marées, tempêtes…), les eaux marines oxygénées pénétraient dans le lagon en même temps que des organismes de mers ouvertes qui s'y trouvaient piégés; de même pour les débris végétaux transportés depuis les zones émergées, les îles basses déjà évoquées, par Saint-Seine (1946, 1949). Leur survie était brève et, rapidement, les cadavres des organismes de milieu marin ouvert, les uns arrivés morts ou moribonds, les autres morts sur place, rejoignaient le fond du lagon où leur enfouissement et leur fossilisation étaient facilités grâce à la finesse du sédiment et quelquefois à la protection d'un voile algaire développé sur le fond.

L'exploitation scientifique banc par banc conduite par Bernier a montré une nette subdivision et des différences significatives entre la partie inférieure (exploitées sur environ 2,50 m), à texture laminée avec imprégnation bitumineuse et silex, plus riche en organismes, et les niveaux supérieurs (moins de 15 m), plus calcaires, à faune moins abondante et moins variée, mais plus riche en végétaux. Cette succession traduit une évolution d'un milieu plus souvent en eau, où les influences marines sont fortes, vers un milieu avec des émersions plus fréquentes et plus prolongées. Elle est mise en relation par Bernier (1984a) avec des émersions épisodiques du haut-fond carbonaté soumis à érosion, dont les débris constitueraient la Formation des Calcaires de Landaize.

Bien que son environnement océanique soit très éloigné de l'environnement de marge continentale de Cerin et que la lagune de Cerin ne soit pas un lagon d'atoll, le lagon de l'Ile d'Aldabra offre un écosystème actuel qui présente beaucoup de similitudes avec le paléoécosystème de Cerin (Gaillard *et al*., 1994a), tant sur le plan des environnements et des mécanismes sédimentaires en jeu (dépôt de type lagunaire, environnement corallien, communication difficile avec la mer ouverte, boue calcaire fine, émersions périodiques, voiles microbiens, etc.), que sur le plan de la faune (mélange d'organismes de provenances différentes, végétaux, importance des reptiles, etc.).

2.3.7. L'âge des Calcaires de Cerin et faciès assimilés

Dès les premières citations par Itier (1839), les Calcaires lithographiques de Cerin sont datés du Kimméridgien, âge repris par Falsan & Dumortier (1873). Dans le même temps, dans ses travaux sur les poissons fossiles, Thiollière (1849 à 1873) persiste à les classer dans le «Corallien», et si Tournier (1888) les date du Virgulien, c'est dans le cadre d'une nomenclature qui admet Séquanien/Virgulien/Bolonien/Portlandien. Carpentier (1939b,

1951) et Saint-Seine (1949), reviennent à un âge Kimméridgien sans plus de précision sur la position au sein de l'étage (Barale, 1971 ; Bernier & Gaillard, 1980 ; Bernier *et al.*, 1991a). L'unique ammonite connue de Creys, *Per.* sp. gr. *siliceus* (Qu.), maintenant reconnue d'âge Kimméridgien supérieur (zone à Beckeri, sous-zone à Setatum), a justifié d'attribuer au Tithonien inférieur les « Calcaires lithographiques » de l'Ile Crémieu (Énay, 1955). Sans revenir à la datation admise antérieurement pour le site de Creys, j'ai envisagé que les niveaux supérieurs des Calcaires de Cerin soient un peu plus récents que les « Calcaires en plaquettes », « *à la limite Kimméridgien/ Tithonien ou l'extrême base du Tithonien, au moins en partie* » (Énay *et al*., 1994).
La datation du Kimméridgien supérieur est la plus fréquemment acceptée, à l'image de celle, mieux établie, des Calcaires d'Orbagnoux (Énay & Hess, 1970 ; Bernier *et al.*, 1983 ; Bourseau *et al.*, 1991). L'exploitation scientifique de la carrière de Cerin livrera de rares ammonites, les premières collectées *in situ*, qui complètent le matériel conservé en collection. Comme pour les Calcaires d'Orbagnoux, cette question de l'âge sera revue après l'étude paléontologique du matériel déterminable.

2.4. Vue d'ensemble sur le « Complexe récifal Kimméridgien-Tithonien »

Cette vue d'ensemble est justifiée par la découverte récente des nouveaux sites reconnus dans la première chaîne des Monts Jura (Donzeau *et al.*, 1997) et regroupés sous le nom de « Calcaires plaquetés ». Une partie de ces sites, les plus au nord et les plus à l'ouest se relient sans peine à celui de Forens, connu très anciennement et toujours attribué à la Formation des Calcaires d'Orbagnoux. Par contre, ceux du massif du Grand-Crêt-d'Eau sont originaux, dans la mesure où ils sont attribués ici à la Formation des Calcaires de Cerin, jusqu'ici inconnue en dehors du Bas-Bugey et de l'Ile Crémieu. Ce schéma reste dans la ligne directe de ceux qui l'ont précédé, ce qui n'est pas le cas de l'interprétation donnée par Meyer (2000), que nous examinerons en préalable.

2.4.1. Le Complexe récifal Kimméridgien-Tithonien selon Meyer (2000)

L'originalité de l'interprétation proposée est incontestable, qui est à l'opposé de toutes les précédentes, ce qui ne garantit en rien sa vraisemblance. Déjà, tout en reconnaissant que « *leur concept est indispensable en cartographie* », les formations lithologiques des travaux antérieurs sont abandonnées et leur sont substitués des « *types de faciès* » (ou « *types d'environnement* ») définis dans le cadre du modèle de dépôt adopté. Relier les « *types de faciès* » (ou « *types d'environnement* ») de Meyer et les formations classiques des cartes géologiques récentes n'est pas chose facile (Fig. 6).
Le haut-fond carbonaté avec constructions récifales formant barrière et le chenal sont remplacés par plusieurs corps carbonatés ou/et construits et plusieurs ensembles de vasières d'âges différents. Non seulement (i) les faciès de plate-forme carbonatée et bioconstruits à coraux ne seraient plus un ensemble unique formant barrière et correspondraient à plusieurs phases récifales, mais (ii) il n'y aurait plus de chenal en situation d'arrière-barrière et « les Calcaires en plaquettes » ou « laminés bitumineux » (= Calcaires d'Orbagnoux éclatés) représenteraient plusieurs épisodes de vasières distincts.
Cette interprétation est construite à partir 1) d'un découpage séquentiel de 3e ordre basé sur l'enchaînement vertical des faciès et la corrélation latérale des environnements de dépôt ; 2) de l'identification de surfaces remarquables (limites de séquence, surfaces d'inondation maximale) utilisées pour corréler les cortèges sédimentaires, dans le cadre séquentiel de Hardenbol *et al.* (1998) et 3) de quelques datations palynologiques (dinokystes) de niveaux marneux (Membre des Marnes des Abergements, « Marnes grises »), rares (5 sites) et très discutables. Reprenons ces différents aspects de la construction.

2.4.1.1. Le découpage séquentiel de 3e ordre du transect sud (Meyer, 2000, p. 144, fig. 69)

Cette figure et le transect qu'elle illustre sont les plus représentatifs de son interprétation, d'autant qu'ils concernent les localités types des Calcaires d'Orbagnoux et des Marnes des Abergements. La partie ouest (gauche) représente un transect entre (le Col de la) Rochette et la Cluse du Fier (Fig. 6). Il est en désaccord total avec les observations de terrain réalisées « en continu » pour le levé des cartes géologiques ; en particulier, les Calcaires d'Orbagnoux sont « éclatés » en deux ensembles :

- Un premier ensemble correspond au « *développement précoce de Calcaires en plaquettes au sud-ouest du terrain étudié* » (Meyer, 2000, p. 76), à la Rochette et l'Abergement, auxquels succèdent des faciès de mer ouverte (Marnes des Abergements), associés à une surface d'inondation maximale (Marnes des Abergements), puis des faciès de lagon (Couches du Chailley), dans l'intervalle Kim 3 - Kim 4.
- Un deuxième ensemble développé entre les limites de séquence Kim 4 et Ti1 : les faciès de milieu protégé des Calcaires d'Orbagnoux, avec deux unités séparées par la limite de séquence Kim 5 et un niveau de « vasière confinée » (« Laminites à cristaux de gypse »), auraient pour équivalent latéral, vers l'ouest, les faciès de tidal flat des Tidalites de Vouglans et vers l'est, le front de récif des Calcaires de Tabalcon pour l'unité inférieure (« Laminites bitumineuses ») et les faciès de lagon (? Couches du Chailley) pour le niveau intermédiaire (« Laminites à cristaux de gypse ») et l'unité supérieure (« Calcaires en plaquettes *st. s.* »).

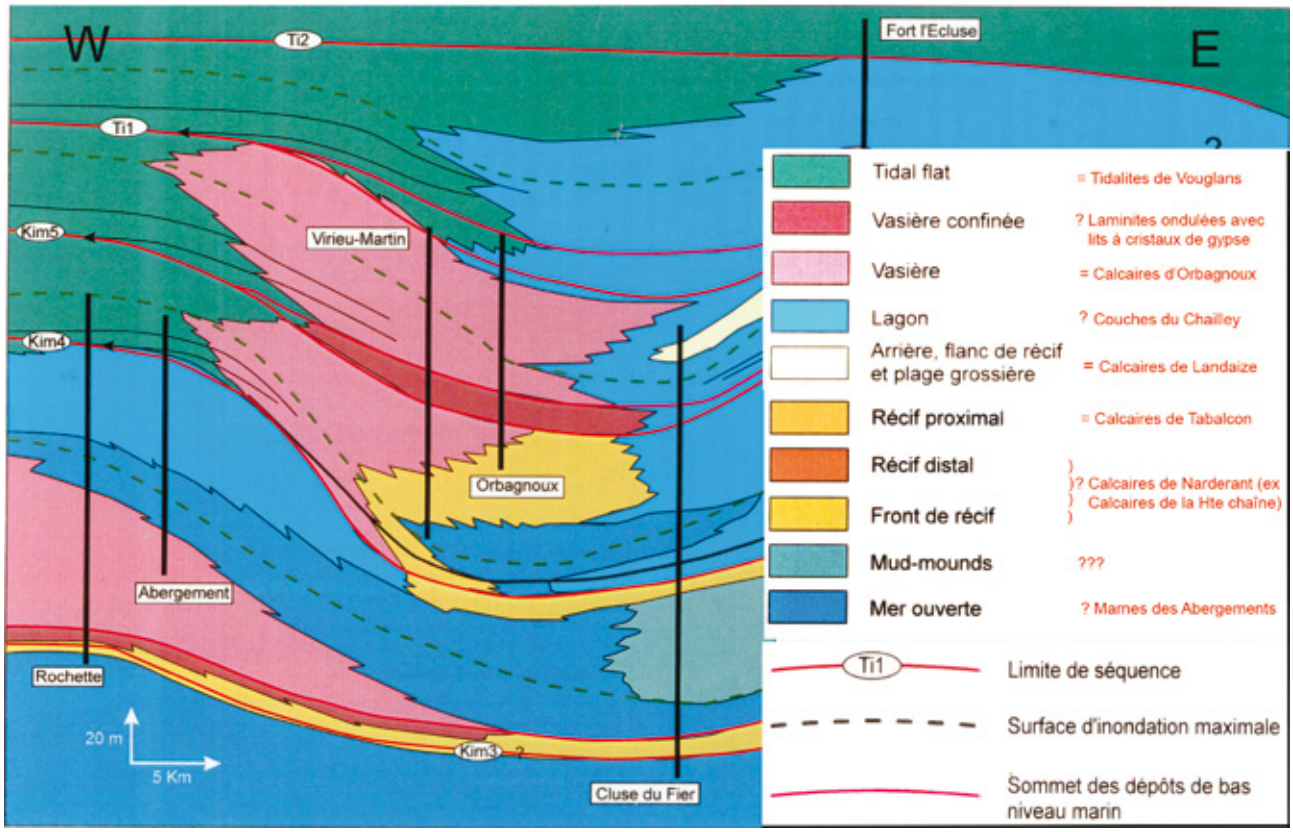


Fig. 6 : Extrait de la figure 69 de M. Meyer (2000) « Répartition des faciès et le découpage séquentiel de troisième ordre du transect sud ». Légende modifiée et complétée : équivalence établie (=), probable (?) ou inconnue (? ? ?) des milieux de dépôt ou environnements distingués par Meyer (2000) et les formations habituellement utilisées dans la région étudiée.

2.4.1.2. Quelles sont les données qui justifieraient une telle construction ?

Cette construction repose sur le découpage séquentiel et les âges attribués aux limites de séquence comme indiqué dans la figure. Les éléments de datation repris des auteurs antérieurs sont évoqués, mais leur exploitation reste en retrait sur ce qu'il est possible d'en déduire et certains travaux sont méconnus, tels Énay (1966) qui révise les données de Pelletier (1953) sur les *Gravesia* du Chailley et Énay (1969) sur le Salève. On ne peut faire reproche à Meyer de ne pas citer Énay (2000) sur le secteur de Prapont et Énay & Boullier (2000), sur le Tithonien du Salève, travaux publiés la même année que le travail de Meyer.

- Pour l'ensemble inférieur, dans l'intervalle Kim 3-Kim 4, la surface d'inondation associée aux Marnes des Abergements est datée du Kimméridgien supérieur, zone à Mutabilis au (Col de la) Rochette (p. 80, fig. 64) par référence à Bernier (1984a) et aux Abergements (p. 76, fig. 45), par la palynologie.
  Or, la zone à Mutabilis de l'échelle biochronologique subboréale a pour équivalent la zone à Acanthicum dans la province subméditerranéenne, à laquelle sont attribuées, dans le Jura méridional et l'Ile Crémieu, des formations largement sous-jacentes aux Calcaires d'Orbagnoux et de Cerin.
- Pour l'ensemble supérieur, les Marnes des Abergements ne sont visibles ni à Virieu-Martin (p. 80, fig. 67), ni à Orbagnoux (p. 78, fig. 57). En conséquence, est seulement évoquée la datation du Kimméridgien supérieur, limite zones à Eudoxus-Beckeri, des Calcaires de Grange Neuve et l'âge Tithonien inférieur de Ti1 n'est pas explicité. Sauf à envisager qu'il découle d'une corrélation avec les coupes dites du Chailley (*recte* le long de la D49, du Moulin de Charix au Chailley) (p. 76, fig. 47), de Prapont (*recte* D48a de la carrière des Mares à Plagne) (pp. 78-79, fig. 59) et celle des Avalanches (p. 76, fig. 46). De fait, à propos de Prapont, il est dit « *le découpage séquentiel de ce site est un bon point d'ancrage pour toutes les coupes assez proches* » (Meyer, 2000, p. 79). Dans ces mêmes coupes, les « Marnes grises » sont datées du Tithonien inférieur par la palynologie. Qu'en est-il de ces datations ?

2.4.1.3. Les faunes de dinokystes et leur apport pour les datations proposées

Les datations proposées concernent le Membre des Marnes des Abergements et le niveau nommé « Marnes

grises», soient 7 datations dans 5 coupes ou affleurements. La localité du (Val du) Fier n'est pas retenue, qui correspond probablement aux niveaux marneux visibles dans une ancienne carrière abandonnée qui a livré une faune de la zone à Divisum du Kimméridgien inférieur (Hirtz, 1948). En conséquence, parmi les espèces considérées comme «stratigraphiquement importantes» dans le tableau des pages 139-140, *Adorfia dityota pyrum* et *Endoscrinium luridum* n'interviennent que pour la coupe du Fier et ne sont donc pas vraiment significatives. Les âges admis pour les Marnes des Abergements et les «Marnes grises» reposent ainsi sur 5 des 7 espèces dont la distribution est donnée dans le Tableau 2.

Au départ, Marnes des Abergements et «marnes grises» sont «supposées d'âge Tithonien inférieur» (Meyer, 2000). Après discussion des associations de chaque site, sont retenus un âge Kimméridgien supérieur, zone à Mutabilis pour les Marnes des Abergements et un âge Tithonien inférieur pour les «Marnes grises», mais on notera :

- les extensions admises pour plusieurs des espèces utilisées diffèrent selon les auteurs ;
- l'échelle de référence est celle du domaine nord-ouest européen et il n'existe pas d'échelle de référence comparable pour le domaine téthysien où les études palynologiques sont rares et dispersées (Fauconnier, 1997) ;
- l'attribution au Tithonien inférieur des «marnes grises» reposerait sur une seule espèce, *Stephanelytron scarburghense*, espèce qui ne dépasserait pas la zone à Mutabilis (= zone à Acanthicum de l'échelle subméditerranéenne) : fréquente aux Abergements, elle est absente dans les coupes de Prapont, Tram et des Avalanches. Cette datation n'est pas justifiée, pas plus que l'attribution des Marnes des Abergements à la zone à Mutabilis (*recte* Acanthicum), pour deux raisons :
  - les «marnes grises» sont la continuation dans le domaine d'extension des Couches de Prapont des Marnes des Abergements du chenal des Calcaires d'Orbagnoux, avec un faciès plus calcaire (Énay, 1982 ; Bernier, 1984a ; Énay & Boullier, 2000 ; Mangold & Énay, 2004).
  - enfin, les calcaires à tubulures des Couches du Chailley qui, dans les coupes étudiées, succèdent aux Marnes des Abergements (les «marnes» grises» incluses) sont datés par *Gravesia irius* du Kimméridgien terminal (zone à Autissiodorensis, sous zone à Irius ou zone à Beckeri, sous zone à Ulmense) (Énay, 2000).

En résumé, je persiste à penser que les «Marnes grises» et les Marnes des Abergements sont un seul et même niveau, daté du sommet de la zone à Beckeri. Il est bien développé avec son faciès type dans le chenal des Calcaires d'Orbagnoux, moins typique, mais bien identifiable (voir notices des feuilles Saint-Rambert-en-Bugey et Nantua) dans le domaine des Couches de Prapont (*sensu* Énay, non Bernier), daté du Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri.

En conclusion, l'interprétation de Meyer s'inscrit dans une série d'autres travaux de la même école qui, manifestement, ne maîtrisent pas le calage temporel. Il n'est que de voir, dans le travail récent de Mazin *et al.* (2017), sur les traces de pas de dinosaures de Plagne, combien la figure 5 et les corrélations avec la série de la Dôle (Suisse) mettent en évidence le peu de fiabilité des datations proposées (à l'échelle de la zone d'ammonites !) avec l'échelle biochronologique méditerranéenne (et non «subméditerranéenne»).

2.4.2. L'organisation du complexe récifal kimméridgien révisée (Fig. 7)

L'organisation générale de l'ensemble récifal kimméridgien n'est pas modifiée dans ses lignes essentielles, mais quelques ajustements sont nécessaires et des éléments nouveaux sont ajoutés. Un complexe carbonaté développé sur la Haute-chaîne sépare le chenal occupé par les Calcaires d'Orbagnoux sur les chaînons jurassiens à l'ouest, de la haute mer, située à l'est.

Les Calcaires de Cerin sont un élément singulier du haut-fond carbonaté.

Tableau 2 : Distribution par site des espèces de dinokystes considérées comme «*stratigraphiquement importantes*» (Meyer, 2000, p. 138).

Coupes / Espèces	Les Abergements (Marnes des Abergements)			Prapont	Tram	Aval.
				(«Marnes grises»)		
	687	689	691	684	528	312
Subtilisphaera ? paeminosa	x	x	x	x	x	x
Subtilisphaera ? inaffecta	x	x	x	x	x	x
Perrisseiasphaeridium ingegerdiae	x	x	x	x	-	x
Gochteodinia mutabilis	x	x	x	x	x	x
Stephanelytron scarburghense	x	x	x	-	-	-
Aldorfia dityota pyrum	-	-	-	-	-	-
Endoscrinium luridum	-	-	-	-	-	-

2.4.2.1. Le haut-fond carbonaté et la Formation des «Calcaires de Narderant (nom nouveau pour les «Calcaires de la Haute-chaîne»)

Elle correspond à l'extension actuelle des «Calcaires construits de la Haute-chaîne» Énay, 1965. Cette dénomination doit être revue, qui laisse accroire qu'il s'agit d'un ensemble corallien comparable aux barrières récifales coralliennes actuelles (cf. Énay, 1965, fig. 2). Bien qu'aucune étude détaillée ne lui ait été consacrée, il faut concevoir celle-ci comme un complexe carbonaté associant des édifices bioconstruits à coraux de dimensions plus ou moins grandes, souvent de formes lenticulaires et des faciès divers para- ou/à périrécifaux, de lagon, de mud-mount etc.

L'épaisseur de la formation est très variable selon les localités (et aussi les auteurs), de moins de 20 m au Fort l'Ecluse à 80 m dans le cirque de Narderant près du Mont Reculet (Bernier, 1984a), mais à la Cluse de La Balme (ou Pierre Chatel) où Bernier lui attribue 30 m, Favre & Richard (1927) indiquent 150 m de «*Calcaires récifaux blancs, massifs, non stratifiés, localement subcrayeux ou saccharoïdes*», mais ne donnent pas de succession détaillée. Sans être expressément nommée comme telle, la formation est décrite plus en détail par Meyer (2000), en particulier dans la coupe dite «Reculet Sud» (p. 79, fig. 62) qui, aux différences d'épaisseur près (55 *vs* 80 m), n'est autre que celle de Narderant ou Reculet (NAR) de Bernier (1984a, p. 104, fig. 32). Cette coupe est située au cœur même de la Haute-chaîne jurassienne ; elle est donc tout indiquée pour être choisie comme coupe type de la Formation des Calcaires de Narderant *nom. nov.*, qui se substitue à l'ancien nom de «Calcaires construits de la Haute-chaîne» (Énay, 1965).

Le haut-fond carbonaté des Calcaires de Narderant s'étend sur les chaînons les plus orientaux du Jura méridional, d'une part, vers le NNE, au-delà de la Dôle, en Suisse, où elle disparaît sous le recouvrement tertiaire du Plateau molassique suisse, d'autre part, vers le SSW, jusqu'au Bas-Bugey et le sud de l'Ile Crémieu. La «forme d'ensemble» représentant un «J» majuscule évoquée par Bernier (1984a, p. 591) est un dispositif apparent qui résulte des érosions plus récentes. Son prolongement probable vers le SW, au-delà de l'Ile Crémieu, sur le bord oriental du Massif central, a disparu lors des érosions fini-crétacées et tertiaires.

2.4.2.2. Le chenal des Calcaires d'Orbagnoux

Contrairement aux Calcaires de Cerin dont les affleurements sont toujours limités en extension, et autant que les affleurements permettent d'en juger, les Calcaires d'Orbagnoux occupent une surface étendue continue, dont l'auteur a cartographié la plus grande partie à l'échelle du 1/20 000e pour les cartes géologiques à 1/50 000 de la France (Rumilly, Gidon *et al.*, 1970 ; Seyssel, Donze & Énay, 1972 ; La Tour-du-Pin, Gigout *et al.*, 1976 ; St-Rambert-en-Bugey, Énay, 1982 ; Nantua, Mangold & Énay, 2004 et St-Julien-en-Genevois, Donzeau *et al.*, 1997, *pars*, angle sud-ouest). Les autres affleurements, beaucoup moins étendus, ont fait l'objet de levés restés en partie inédits et non portés sur la feuille Belley (Kerrien *et al.*, 1990) et ceux, dont certains nouveaux, de la feuille St-Julien-en-Genevois (Donzeau *et al.*, 1997) ont tous été visités et revus (IV.3.2).

Le résultat est une représentation du chenal des Calcaires d'Orbagnoux (Fig. 5) différente, en particulier pour la partie méridionale, de celles données alors que les levés cartographiques étaient encore en cours (Énay, 1965 ; Énay & Hess, 1970 ; Bernier & Énay, 1972 ; Énay, 1982), la plus fréquemment reproduite étant celle de Bernier & Énay (1972) dans Bernier & Courtinat (1979), Barale (1981), Gorin *et al.* (1989), Tribovillard *et al.* (1992, 1999, 2000).

Le chenal des Calcaires d'Orbagnoux originel avait un développement en largeur (d'ouest en est) plus important que la représentation donnée dans la Figure 5. La référence pour la figure est la géographie actuelle et ne prend pas en compte la réduction en largeur liée à la tectonique (plissement et chevauchements), pas plus que le jeu des failles de décrochement, ni les «*volumes cachés entre le socle et les séries mésozoïques visibles en surface*» envisagés par Meyer (2000), pour le secteur au nord de la cluse de Nantua-Bellegarde, où le chenal est réduit à l'étroite bande d'affleurement de Forens. Dans la partie nord très rétrécie du chenal, le raccourcissement est estimé à 4 km (Reculet) et 2 km (Crêt de Chalam) par Donzeau *et al.* (1997).

Le chenal a son développement maximal au nord du décrochement senestre Cerdon-Culoz. De part et d'autre du large synclinal crétacé du Valromey, dans l'anticlinal des Moussières-Cormaranche-Forêt Gervais, à l'ouest, et l'anticlinal du Grand-Colombier-de-Culoz, à l'est, sauf une apophyse de calcaires avec constructions à coraux sur l'extrémité sud-est du Grand-Colombier, la ligne de crête et le flanc ouest jusqu'à hauteur de Brénaz.

A partir d'Hotonnes, vers le nord, l'avancée des calcaires à coraux du sommet 1231 (la Cha ou la Chèvre), près des Plans d'Hotonnes, et du Crêt du Nû, d'abord traités comme des îlots coralliens (Énay, 1965), réduit la largeur du chenal sur le plateau de Retord et circonscrit une sorte de diverticule dans lequel se situe le gisement encore en exploitation d'Orbagnoux. Cette réduction en largeur n'est qu'apparente et probablement liée en partie au jeu senestre du couloir de décrochement col de Richemont-col de la Cheminée, sa largeur réelle était probablement plus importante.

Plus au nord, déjà rétréci au niveau de Retord, le chenal se termine au-delà de la cluse de Nantua-Bellegarde, dans les affleurements de la feuille St-Julien-en-Genevois (Rochers de Beloz, le Cruchon, Roc à l'Aigle, Montagne des Moines, Forens), disjoints par les nombreux accidents liés à la faille complexe du Vuache et les structures associées (Donzeau *et al.*, 1997). C'est là qu'est le gisement de Forens qui a fait l'objet d'une tentative d'exploitation.

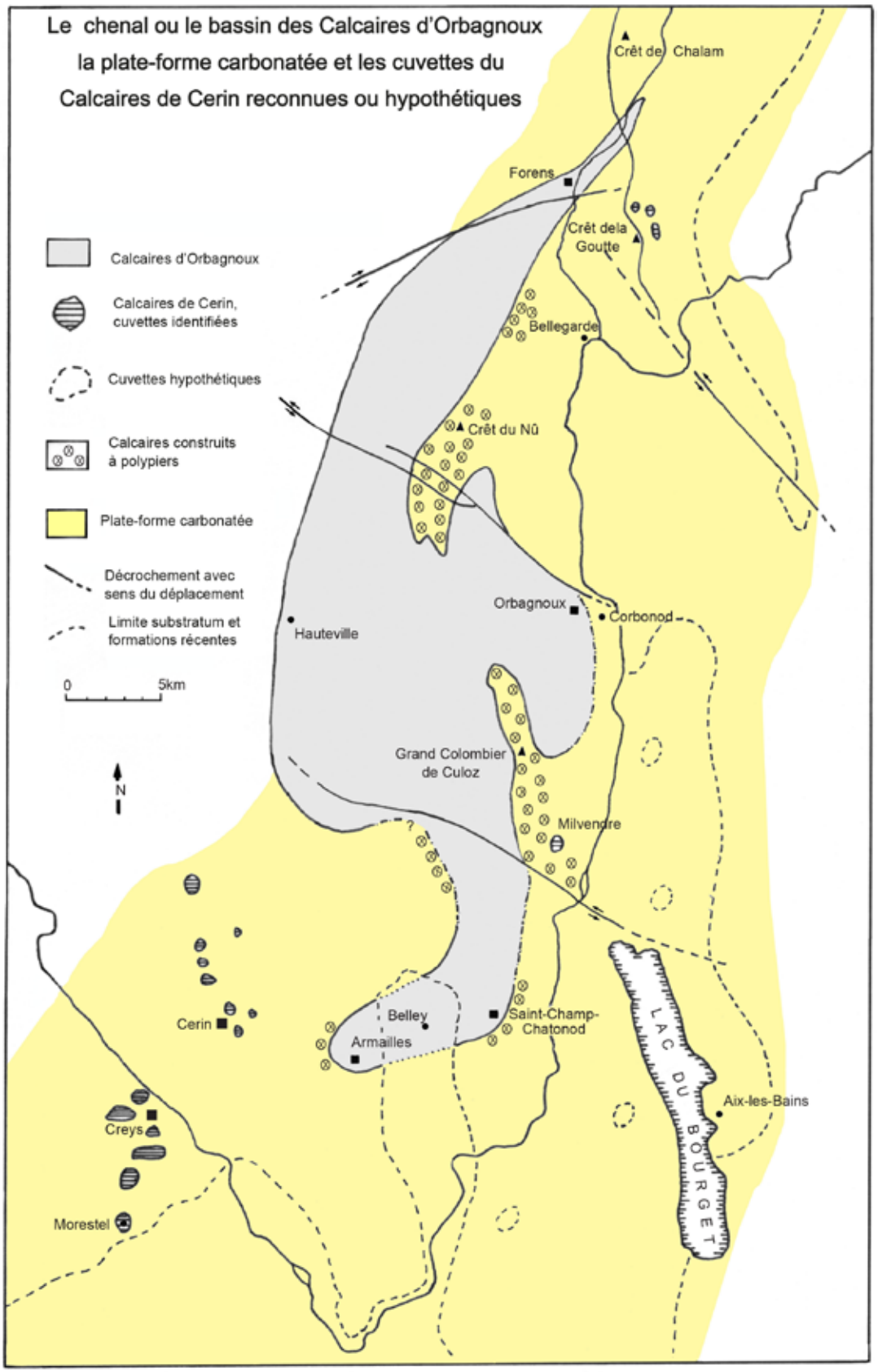


Fig. 7 : Le chenal des Calcaires d'Orbagnoux, les Calcaires de Narderant (= Calcaires de la Haute-Chaîne) et les cuvettes de Calcaires de Cerin identifiées (Ile Crémieu, Bas-Bugey, massif du Grand-Crêt-d'Eau) ou hypothétiques (entre Bellegarde au nord et Chambéry au sud). Les emplacements de ces dernières correspondent à des secteurs où les formations du Kimméridgien-Tithonien sont connues à l'affleurement.

Au sud de la faille de décrochement senestre Cerdon-Culoz. Les Calcaires d'Orbagnoux sont moins largement présents que ce qui était indiqué jusqu'ici. Si les affleurements connus à l'extrémité méridionale de l'anticlinal de la Forêt Gervais (Forêt du Fays) (non représentés sur la feuille Belley) se rattachent au domaine principal, ceux de la carrière près du lac d'Armailles/St-Germain-les Paroisses et de la bande d'affleurement de Marignieu-St-Champ-Chatonod sont dans une situation singulière. Les Calcaires à coraux sont déjà bien développés dans les falaises au-dessus de Virieu-le-Grand (Montagne de Sérémond) et (sauf dolomitisation) se poursuivent dans les Monts de Marignieu (Rochers de la Cra, Chavoley) et, au-delà des affleurements des Calcaires d'Orbagnoux du Lac de Bartherand (St-Champ-Chatonod), dans la Montagne de Chamoise et le massif de Parves-Pierre Chatel. Déjà, réunir Armailles et St-Champ-Chatonod est une hypothèse hardie, en raison (i) du recouvrement miocène du Bassin de Belley qui masque un vaste territoire entre ces deux sites et (ii) de l'accident frontal des Monts de Marignieu qui, outre sa structure chevauchante, a probablement joué aussi en décrochement.

Ces deux sites représenteraient ainsi une apophyse méridionale du chenal des Calcaires d'Orbagnoux reliée au domaine principal à hauteur du flanc inverse du pli du Grand-Colombier, où les Calcaires d'Orbagnoux affleurent à Virieu-le-Petit, dans les chemins menant au creux de la Grange de Fivole, et au-dessus de Chavornay, sous le sommet de Planapose (Énay & Hess, 1970). Ils ne sont pas indiqués sur la feuille Belley, mais la notice signale « *des niveaux finement lités à joints bitumineux* » à Béon. L'empreinte d'un périsphinctidé des collections de l'UFR des Sciences de la Terre de Lyon, trouvé en 1871 (? coll. Falsan) en éboulis dans une vigne à Culoz, est indiqué des Calcaires d'Orbagnoux, mais provient plus sûrement des affleurements de la route de Culoz au Grand-Colombier sous le rocher de Milvendre (Énay & Hess, 1970), dont il est donné maintenant une autre interprétation (voir 2.3.3.1).

2.4.2.3. Les lentilles ou « assiettes » des Calcaires (lithographiques) de Cerin

Il n'a pas lieu de revenir sur les conditions de gisements des Calcaires de Cerin exposées par ailleurs (voir 2.3.2.3), ni sur les environnements et les conditions de dépôt (IV.6) telles que reprises de la synthèse réalisée par Bernier (1984a), Bernier *et al.* (2014) et Bernier & Gaillard (2017), quand bien même certains aspects restent à préciser ou à confirmer.

Jusqu'ici, dans tous les schémas de répartition des faciès publiés, les seuls sites représentés sont ceux du Bas-Bugey et de l'Ile Crémieu. Bien que les « calcaires en plaquettes » de Milvendre sont décrits comme « *totalement circonscrits par les calcaires massifs de faciès subrécifal, sinon récifal* » (Énay & Hess, 1970, p. 1104), la figure 3 situe le site dans le chenal des Calcaires d'Orbagnoux et il est absent de toutes les représentations plus récentes (Bernier & Énay, 1972 ; Énay, 1982 ; Bernier, 1984a ; Bernier *et al.*, 1991a).

La découverte des nouveaux sites du Massif du Grand-Crêt-d'Eau sur la feuille Saint-Julien-en-Genevois (Crêt des Frasses, Crêt du Miroir) oblige à reconsidérer la question. Les Calcaires de Cerin ne sont pas un trait propre au Bas-Bugey et à l'Ile Crémieu, où ils ont sans doute leur meilleur développement en réponse à des conditions particulièrement favorables. S'y ajoutent les facteurs locaux qui font que leur mise en évidence y était plus facile que dans les hauts reliefs inhabités et couverts de forêts de la Haute-chaîne.

Les cuvettes de Calcaires de Cerin sont parties intégrantes du haut-fond carbonaté formant barrière dans son ensemble, comme l'atteste la découverte des nouveaux sites du Grand-Crêt-d'Eau. Il est donc justifié d'envisager et même de prévoir la découverte de nouveaux sites de Calcaires de Cerin dans les chaînons en situation intermédiaire entre ceux du Bas-Bugey–Ile Crémieu et ceux du Crêt-d'Eau : dans la Montagne des Princes et le Gros-Foug, la Montagne de Cessens, le Mont Landard et le Mont de la Charve, les Monts du Chat et de l'Épine, la Montagne de Parves-Mont Tournier (Fig. 5). Il faut placer nos espoirs dans les travaux de génie civil ou d'aménagement du territoire pour ouvrir de nouveaux affleurements comme ce fût le cas pour ceux du massif du Grand-Crêt-d'Eau.

2.4.3. Les niveaux à silex et leur signification comme outil de corrélations

Fréquents dans plusieurs formations du Jurassique moyen (Calcaires à entroques du Bajocien, Choin et Calcaires à silex du Bathonien), les silex ou assimilés (chailles, rognons siliceux) sont plus rares dans les dépôts du Jurassique supérieur. C'est le mérite de Bourgeat (1887) d'avoir reconnu « *la position des rognons siliceux du Jurassique supérieur dans le Jura méridional et (...) les conséquences qui en découlent* ».

2.4.3.1. Les niveaux à silex du Jurassique supérieur dans le Jura méridional

Bien avant Bourgeat, de nombreux auteurs avaient signalé la présence de silex dans des formations variées du Jurassique supérieur, à la cluse de la Balme et à la cascade de Glandieu (Falsan & Dumortier, 1873 ; Pillet, 1887b ; Révil, 1911), dans la cluse du Fier et le chaînon du Mont du Chat (Pillet, 1887a ; Révil, 1889, 1911), au Grand-Colombier de Culoz, au Mollard de Vions et à Chanaz (Choffat, 1887 ; Pillet, 1887d ; Hollande, 1885, Révil, 1911), au Lac d'Armailles (Pillet, 1887d), gisements visités par les participants à la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura en 1885. Selon les auteurs et les époques, ces niveaux sont dits séquaniens, ptérocériens ou kimméridgiens, mais, sauf exception (« schistes » d'Armailles), sont rarement bien

situés dans les formations actuelles. Constatant la continuité des niveaux à silex et la constance de leur situation dans la série du Jurassique supérieur, Bourgeat (1887) a même posé la question de savoir « *si ceux* (les silex) *de la Savoie et du Bugey ne pourraient pas à défaut de fossiles jouer un rôle analogue* », c'est-à-dire avoir une signification pour les corrélations.

Les études plus récentes signalent aussi l'existence de (niveaux à) silex mieux situés dans les formations reconnues : dans les Calcaires de Prapont (Énay, 1965), également sur la feuille de Saint-Rambert-en-Bugey (Énay, 1982), dans les niveaux qui deviendront plus tard les Calcaires de Tabalcon, également dans le Bas-Bugey, massif de Portes-Mollard Dedon (Sigal, 1962) et l'Ile Crémieu sur la feuille La Tour-du-Pin (Gigout *et al.*, 1976) où ils sont traités comme une unité distincte au toit des Calcaires moellons à Limes et Térébratules de A. Riche ; Barale (1981) note leur présence dans les calcaires lithographiques à Creys (Isère) et dans les calcaires bitumineux à Saint-Champ-Chatonod et Orbagnoux (Ain). L'inventaire le plus complet est fait par Bernier (1984a) qui, outre les localités déjà connues, fait état de silex, isolés ou en lit, dans un grand nombre des coupes décrites en détail et dans des formations très différentes. La signification de ces silex est même évoquée par Bernier, pour une éventuelle corrélation entre les Calcaires de Tabalcon de La Balme et les « Laminites bitumineuses à silex » du Lac de Bartherand, qui ne la retient pas et conclut « *c'est peut être accorder aux silex plus d'importance qu'ils ne méritent* » (Bernier, 1984a, p. 429).

Revenons sur ce sujet et, le temps de cette discussion, accordons quelque crédit à la présence des silex. Leur présence dans les Calcaires de Tabalcon et les Calcaires de Grange Neuve à Virieux-Martin est en bon accord avec l'option retenue qui fait des seconds un faciès particulier des premiers dans le chenal des Calcaires d'Orbagnoux, avant l'installation du faciès bitumineux. Leur correspondent également les Calcaires à silex distingués dans l'Ile Crémieu au toit des « Calcaires moellons à Limes et Térébratules » de A. Riche, équivalents des Calcaires de Tabalcon. De même, il n'y a pas d'objection à relier les silex de la base des Calcaires de Prapont (*sensu* Énay, *non* Bernier) et ceux des laminites inférieures des Calcaires d'Orbagnoux. Mais, présents dans les laminites inférieures des Calcaires d'Orbagnoux et les niveaux laminés à la partie inférieure des Calcaires de Cerin, les silex conduiraient à une corrélation très différente de celle admise par Bernier (1984a, c, fig. 210), qui fait de l'ensemble de la Formation de Cerin l'équivalent de la seule partie supérieure (2e niveau à cristaux de gypse et « Calcaires en plaquettes *st. s.* ») des Calcaires d'Orbagnoux ; d'où son refus poli d'accorder du crédit aux silex comme outil de corrélation.

Or, l'existence de niveaux à silex localisés à certains niveaux du Jurassique supérieur n'est pas propre au Jura méridional. Ils sont présents sur la marge nord du Bassin helvétique (Jura argovien, Souabe et Franconie), également sur la bordure cévenole du Bassin du Sud-Est (ou dauphinois) qui sera seule examinée.

2.4.3.2. Les niveaux à silex du Jurassique supérieur dans le Bassin du Sud-Est

Les silex ont été signalés sur la bordure cévenole, en Ardèche, par Toucas (1888, 1889, 1890) et sur la marge provençale par Guébhard (1902) et Kilian & Guébhard, (1905). Au Pouzin, la liste faunique donnée par Toucas (1890, p. 566) est du Tithonien inférieur basal, zone à Hybonotum/Lithographicum. Les Calcaires à silex des Alpes maritimes décrits par Guébhard et Kilian & Guébhard au toit de la Formation des « Calcaires lithographiques à *Nannogyra virgula* », sont d'âge incertain en l'absence de faunes caractéristiques, mais probablement dans le Kimméridgien supérieur/limite Kimméridgien-Tithonien.

La stratigraphie et les âges sont plus précis dans les travaux récents. Sur la bordure ardéchoise les silex se rencontrent dans la Formation des « Calcaires (ruiniformes) de Païolive », sur les feuilles à 1/50 000 de Privas (Elmi *et al.*, 1989), Aubenas (Elmi *et al.*, 1996), Bessèges (Thierry *et al.*, 2014), bien datés par ammonites, et leur prolongement ou équivalent sur les feuilles de Largentière (Elmi *et al.*, 1974) et Alès (Elmi *et al.*, 1967) ; vers le nord leur correspondent les « Calcaires ruiniformes massifs » de la feuille de Valence (Bornand *et al.*, 1977) et des « Calcaires à passées grumeleuses » sur celle de Crest (Chenevoy *et al.*, 1977), ces derniers mieux datés ; plus au sud, les silex sont encore présents dans la partie est de la feuille Le Vigan (Alabouvette *et al.*, 1988 ; Bodeur, 1979). En résumé, sur la bordure cévenole, partout où ces niveaux à silex livrent des faunes d'ammonites significatives, ils sont datés du Kimméridgien supérieur, partie supérieure de la zone à Eudoxus et zone à Beckeri (Atrops *et al.*, 1984). A la montagne de Crussol, les calcaires à silex près du point coté 386, épais de 9 m environ, ont livré à l'auteur une faune du Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri. Pour les sites des Alpes maritimes et du Var (Dardeau, 1983), les datations n'ont pas progressé depuis Guébhard (1902) et Kilian & Guébhard (1905). Cependant, les « Calcaires à silex » ont livré à F. Atrops (communication orale) une faune de la zone à Beckeri au col de Ferrier, près de Saint-Vallier-de-Thiey (Var).

Ainsi, la présence de ces silex traduit un événement à peu près synchrone dans le Bassin du Sud-Est, bien développé et daté le long de la bordure cévenole du Massif central, moins bien daté sur la marge provençale. Les domaines émergés les plus proches, Terres centrale, orientale et méridionale (G.F.E.J, 1980), malgré leur extension réduite et en partie recouvertes de leur couverture sédimentaire jurassique, sont certainement à l'origine de la matière première de ces silex. L'épaisse barre calcaire du Kimméridgien supérieur-Tithonien, à laquelle ils sont intégrés, et développée dans l'ensemble du bassin dauphinois, témoignerait selon Erhart et sa théorie de la Biorhexistasie (Erhart, 1956) d'une phase de biostasie,

période d'équilibre en couvert forestier de type tropical aboutissant à la séparation des minéraux résiduels de la pédogenèse restés sur place et de la phase migratrice soluble. La localisation des silex à un niveau bien précis de la série carbonatée du Kimméridgien supérieur-Tithonien est moins facile à expliquer, probablement liée à des conditions physico-chimiques du milieu au cours de la zone à Beckeri.
En résumé, l'âge de cet événement est bien établi dans le Kimméridgien supérieur final sur la bordure cévenole, moins sûrement, mais probablement aussi sur la marge provençale. Peut-on aller jusqu'à envisager la même datation pour les niveaux à silex du Jura méridional ? Malgré l'opinion catégorique de Bernier, la question reste posée.

3. IIe PARTIE – LES AMMONITES ET LE NAUTILE DES CALCAIRES D'ORBAGNOUX, DES CALCAIRES DE CERIN ET FACIÈS ASSOCIÉS

L'essentiel de l'étude paléontologique est consacré aux ammonites des deux formations qui sont l'objet principal de ce travail. Parce qu'elles participent de la stratigraphie et de la datation des formations étudiées, les ammonites des niveaux sous-jacents aux Calcaires d'Orbagnoux (les « Calcaires de Grange Neuve » et les Couches de Tabalcon) seront traitées également. Les faciès assimilés aux Calcaires de Cerin (Culoz, Rocher de Milvendre ; « Calcaires plaquetés » du massif du Grand-Crêt-d'Eau) n'ont pas encore livré d'ammonites.

3.1. Le matériel étudié

Les formes étudiées ont différentes origines, tant pour ce qui concerne leur localisation géographique ou au sein de chaque formation que pour les collecteurs. Nombreuses sont les pièces sans localisation stratigraphique précise dans la succession, soit des collectes anciennes retrouvées en collection [Département des Sciences de la Terre, Université Lyon 1 ; Centre d'Etude et de Conservation des Collections (CECC), Musée d'Histoire naturelle de Lyon], soit des collectes récentes occasionnelles. Les seules bien situées dans une succession sont celles de la fouille scientifique de la carrière de Cerin (Énay *et al.*, 1994) et celles des « Calcaires de Grange Neuve » et des Calcaires d'Orbagnoux de Barale (1981) et Bernier (1984a). Pas moins de 139 exemplaires ont été étudiés ou examinés, dont la distribution par site et par formation est donnée dans le Tableau 3.

3.1.1. Ammonites de la Formation des Calcaires d'Orbagnoux

Jusqu'à l'exploitation scientifique de la carrière de Cerin, cette formation se signalait par sa plus grande richesse (relative) en ammonites en regard des Calcaires de Cerin.

3.1.1.1. Distribution au sein de la formation (Tab. 3)
Sauf exception, les formes connues proviennent des niveaux exploités dans les exploitations anciennes (Armailles, Saint-Champ) ou encore active (Orbagnoux). Ils occupent la partie inférieure de la formation : niveau 6 de Barale (1981), 22 de Bernier (1984a) et GG 200-203 de Tribovillard *et al.* (1992), pour lesquelles les épaisseurs données par ces auteurs sont très différentes, de même

Tableau 3 : Distribution par site et par formation du matériel paléontologique étudié dans ce travail.

Sites	Nautilidés	Oppéliidés	Aspidocératidés	Périsphinctidés	Aulacostéphanidés	Aptychus	Indéterminés	Totaux par site
Cerin	--	26	15	11	--	3	19	74
Creys	--	1	--	--	--	--	--	1
Orbagnoux	--	1	2	1	--	--	--	4
Armailles	--	3	8	4	--	2	--	17
St Champ	--	--	4	--	--	--	--	4
Grange Neuve	1	2	7	13	--	--	--	23
La Lèbe	--	4	2	35	1	--	--	42
Pra Devant La Palud	--	2	1	4	2	--	--	9
Prapont Valfin	--	2	--	4	1	--	--	7
Ile Crémieu	--	15	--	2	2	--	--	19
Divers	--	--	--	1	--	--	--	1
Totaux par groupe	1	33	29	65	6	5	19	139

qu'il est très difficile de corréler les successions décrites par chacun d'eux.
Il est tentant de faire de ces niveaux l'équivalent des niveaux laminés connus à Cerin à la base des calcaires lithographiques (également à silex...), mais selon Bernier (1984a, c) ces derniers seraient à corréler avec la partie supérieure des Calcaires d'Orbagnoux (= « Calcaires en plaquettes *st. s.* »). Les espèces reconnues dans les niveaux correspondants dans les deux sites ne permettent pas de trancher.

3.1.1.2. Mode de conservation du matériel
Deux modes de conservation distincts pour l'ensemble des formes étudiées :
- *A l'état de compression* à la surface des plaquettes ou laminites. Généralement l'écrasement des pièces rend difficile, voire impossible, leur détermination, la compression ne permettant pas d'avoir une idée fiable de la forme de la section, ni de voir la région ventrale souvent importante sur le plan taxonomique, par exemple chez les formes où la présence ou l'absence d'un sillon ventral (*Sutneria*, Aulacostéphanidés) est souvent déterminante. De rares exemplaires témoignent d'un écrasement avec rupture de la coquille selon une ligne spirale dans la partie médiane du flanc correspondant à la plus grande convexité ou au maximum d'épaisseur du tour (Armailles, FSL 341375, Pl. VI, fig. 1a, b ; Cerin, MHN Lyon 151 105, Pl. VII, fig. 1).
- *Conservation en volume*. C'est le mode de conservation des niveaux calcaires non laminés ou à lamination fruste ou discrète, faiblement imprégnés, de couleur gris sombre, toujours plus claire que celle des laminites. Ils semblent développés à la base des ensembles laminés ou alternent avec les laminites (Tribovillard *et al.*, 1991, 1992). Les ammonites y sont conservées en volume, souvent avec la chambre d'habitation préservée en calcaire, les tours cloisonnés en calcite cristalline blanche ou légèrement teintée en jaune miel. Le moule interne calcaire de la chambre d'habitation est muni très souvent du test ou d'un pseudo-test en calcaire très fin qui souvent s'écaille au dégagement ou reste adhérent à la gangue calcaire.

3.1.2. Ammonites de la Formation des Calcaires de Cerin

Les seuls exemplaires bien situés au sein de la formation sont ceux (au nombre de 62) provenant de la fouille scientifique de la carrière de Cerin réalisée pendant une vingtaine d'années par le Département des Sciences de la Terre de Lyon. Elles s'ajoutent aux quelques formes dans des collections anciennes et non repérées, du Musée de Lyon (4 ex.) et du DST (1 ex.), toutes de Cerin et un individu isolé de Creys-Pusignieu.

3.1.2.1. Distribution au sein de la formation
Les récoltes *in situ* soulignent leur répartition inégale au sein de la formation et l'extrême rareté des céphalopodes dans les niveaux supérieurs avec le faciès lithographique, seuls exploités. Cinq bancs seulement (125/124, 201, 218, 250 et 254) ont livré chacun un seul exemplaire, l'ensemble se répartissant entre les trois groupes les plus représentés : un Oppéliidé (218), deux Périsphinctidés (201, 250) et deux Aspidocératidés (125/124, 254). Un exemplaire (Oppéliidés) trouvé lors du sondage de reconnaissance préalable à la fouille, communiqué sans doute par (?) R. Vilain viendrait du banc 100 (?). A noter que sur ces six exemplaires, trois sont déterminables au moins génériquement, dont deux jusqu'à l'espèce, proportion largement au-delà de celle atteinte dans les niveaux inférieurs, plus riches en exemplaires, mais de conservation souvent insuffisante ou même médiocre.
Le mode de conservation est proche de celui observé pour les formes en collection. Il est permis de penser que ces dernières proviennent également des niveaux supérieurs, d'autant qu'ils étaient seuls exploités, trouvées par les carriers et données ou vendues aux collectionneurs. Plaide également en faveur de cette conviction le fait que, parmi les espèces en collection identifiées, deux au moins retrouvent des espèces connues dans le matériel *in situ*, *Subplanites* cf. *rüppellianus* Schneid, *non* Quenstedt et *Aspidoceras* sp. gr. *catalaunicum* de Loriol. Néanmoins une incertitude subsiste parce qu'au-dessus de l'exemplaire le plus récent trouvé *in situ* (banc 254), il y a plus de 10 m de dépôts sans ammonites (bancs 155 à 404) qui pourraient avoir livré ces formes en collection ou certaines d'entre elles.
Comme dans la fouille supérieure, les trois grands groupes (Oppéliidé, Périsphinctidés et Aspidocératidés) sont présents dans les niveaux sous-jacents, mais en nombre trop limité dans chaque banc pour affirmer la plus grande abondance de l'un ou l'autre groupe et moins encore une éventuelle évolution des peuplements. Sont également présents des brachiopodes (térébratules) souvent déformés et un bivalve, *Nannogyra virgula* (Defrance).

3.1.2.2. Mode de conservation du matériel
Les ammonites des Calcaires de Cerin sont à l'état de compressions disposées à plat à la surface des bancs ou des lamines et, sauf exception (bris ou perte lors de l'extraction), les deux empreintes, une positive et une négative (à la face inférieure du banc sus-jacent), sont conservées. Dans l'ensemble, la conservation est plutôt mauvaise, au contraire des vertébrés (poissons surtout) et de quelques autres invertébrés ou végétaux, souvent mieux préservés, dans des niveaux où le voile microbien est bien développé et/ou il n'a pas été altéré avant enfouissement. Il semble que pour les ammonites celui-ci n'a pas joué le rôle qui lui est dévolu dans la conservation des organismes de Cerin (Gall *et al*., 1985).
Ainsi, les exemplaires étudiés sont à l'état d'empreintes, traduisant un fort taux de compression, au moins au

niveau des interbancs ou des ensembles à stratification laminée. La compression semble très faible ou nulle pour les bancs qui ont livré de très rares individus conservés en volume. Les collections du Département des Sciences de la Terre abritent une large collection en provenance de la carrière de Creys-Pusignieu, d'une espèce de gastéropode du genre *Ampullina* conservée en volume. De la même localité j'ai un exemplaire en volume de *Silicisphinctes* cf. *siliceus* (Quenstedt). L'exemplaire de *Aspidoceras* cf. *catalaunicum* (de Loriol) figuré dans Énay *et al*. (1994, pl. 3), conservé en silice vacuolaire, est dans une situation intermédiaire, très fortement comprimé, mais pas totalement à l'état d'empreinte.

La plus grande abondance relative des coquilles dans les niveaux laminés inférieurs témoigne de la plus grande fréquence de ces apports extérieurs et traduit des influences marines plus marquées au début du fonctionnement du lagon. Il s'agit de rassemblements fortuits qui ne constituent pas des associations paléoécologiquement significatives. La composition de ces thanatocoenoses peut dépendre en partie au moins de la flottabilité et des possibilités de transport passif des coquilles vides, qui diffèrent selon les groupes en fonction de leur morphologie (Reyment, 1973).

Enfin, dernier aspect de ces associations fortuites, l'absence totale d'épizoaires fixés sur les coquilles confirme le caractère azoïque des fonds du lagon de Cerin. Au contraire des Calcaires d'Orbagnoux où les ammonites sont souvent le support de véritables colonies de *Nannogyra virgula* (Defrance). Un exemplaire, unique, des Calcaires de Cerin, collecté *ex situ*, sert de support à une huître d'une espèce différente indéterminée.

3.1.3. Ammonites des « Calcaires de Grange-Neuve » et des « Calcaires à silex »

Faciès local de la Formation des Calcaires de Tabalcon, les « Calcaires de Grange-Neuve » (= « Calcaires crayeux à céphalopodes » de Bernier, 1984a) sont connus uniquement dans le domaine des Calcaires d'Orbagnoux, avec deux sites privilégiés, le site éponyme sur le flanc oriental du Grand-Colombier-de-Culoz, autour des anciennes fermes de Grange Neuve et de Virieux-Martin, le second dans l'anticlinal de Cormaranche-Forêt Gervais, dans l'ensellement du Col de la Lèbe. Ce faciès est sans doute présent aussi à la Palud, près de Champdor.

Toujours associés aux Calcaires d'Orbagnoux, dont ils constituent le substratum, les « Calcaires de Grange Neuve » présentent un débit en plaquettes irrégulières qui les relient au niveau sus-jacent. Lorsque le faciès est plus compact, ils se différencient mieux des Calcaires d'Orbagnoux et se relient ainsi aux Calcaires de Tabalcon. Ils renferment également des accidents siliceux connus dans les Calcaires de Tabalcon ou leur équivalent de l'Ile Crémieu (voir *2.2.2.1*), incluant les « Calcaires à silex ».

Outre les collectes de l'auteur, le matériel étudié provient des collections Bernier pour le site de Grange Neuve/Virieux, Martin et Boullier pour le site de la Lèbe. Le matériel de P. Bernier (BN-) est situé dans la succession décrite dans Bernier, 1984a, p. 403, fig. 138. Les numéros de la collection Boullier (LEB -) indiquent leur localisation de l'aval vers l'amont le long du talus de la vieille route du col de la Lèbe (D 8b), au lieu-dit la Lèbe, sans implications sur leur position stratigraphique respective. L'embranchement de la route forestière de la Forêt Gervais (Thézillieu) et la courbe au nord du croisement avec la D8, coté 888 (Charancin) ont livré aussi quelques formes intéressantes.

La faune d'ammonites est dominée par les Périsphinctidés, avec une diversité assez faible, la plupart des formes récoltées, avec micro- et macroconques, appartenant au même type morphologique. Bien que plus rares sont présents également *Taramelliceras, Aulacostephanus*, *Aspidoceras* et *Sutneria*. Comme dans les Calcaires d'Orbagnoux, bien qu'à un degré moindre, ce matériel présente souvent un écrasement plus ou moins important, qui varie selon la compacité ou le débit en plaquette grossière du banc fossilifère.

Outre les ammonites, seules étudiées, ce faciès livre des brachiopodes, en particulier *Torquatirhynchia inconstans* (d'Orbigny) (= *insignis* d'Orbigny), qui n'est connue et fréquente que dans ce niveau, souvent accompagnée d'une *Zeilleria* et de térébratules. A Grange-Neuve, où les brachiopodes sont plus rares, se rencontrent également *Nannogyra virgula* (Defrance), les individus fréquemment rassemblés en amas lumachellique sur une ammonite-support.

3.1.4. Ammonites des autres formations et faciès associés

En dehors des formations ou faciès particuliers précédents, d'autres unités du complexe corallien Kimméridgien-Tithonien ont livré des faunes ammonitiques, moins abondantes, mais dont l'importance n'est pas moins grande pour les datations biochronologiques.

- La Formation des *Calcaires de Tabalcon*, sous leur faciès type, à faible distance sous les Calcaires d'Orbagnoux ont livré des Aulacostéphanidés et des Périsphinctidés près de la ferme de Pra-Devant, à Villes (Ain).
- Des *Couches de Prapont inférieures,* membre inférieur de la formation du même nom, sont connus de mauvais périsphinctidés et surtout *Aulacostephanus* cf. *eudoxus*, dans les niveaux les plus inférieurs près du pont sur la Semine.
- Dans *l'Ile Crémieu*, les Calcaires de Passins nom. nov., sous-jacents aux « Calcaires à polypiers » ou aux Calcaires de Cerin, connus depuis A. de Riaz comme « Calcaires à Limes et Térébratules » et plus ou moins équivalents des Calcaires de Tabalcon, renferment plusieurs formes d'Aulacostéphanidés, des Périsphincti-

dés et des Oppéliidés. Les niveaux distingués comme «Calcaires à silex», déjà évoqués, sont un faciès local de la partie supérieure de la même formation.

3.2. Etude paléontologique

La conservation à l'état de compression est la règle dans les Calcaires de Cerin et largement dominante dans les Calcaires d'Orbagnoux. Font exception quelques pièces (*Aspidoceras et Sutneria*) dans les bancs calcaires fins à Saint-Champ-Chatonod et Armailles. Aussi, dans l'ensemble, le matériel étudié n'est pas d'une qualité excellente pour une véritable étude paléontologique. Ceci est particulièrement préjudiciable à l'étude des Périsphinctidés, un groupe déjà difficile par lui-même.

Ordre Nautiloidea
Famille Nautilidae
Sous-famille Pseudonautilinae Shimansky & Erlanger, 1955
(= Pseudaganidinae Kummel, 1956)
Genre *Pseudaganides* Spath, 1927
Espèce type : *Nautilus kutchensis* Waagen, 1873

***Pseudaganides* sp.**

Matériel : Un unique exemplaire, la chambre d'habitation et la dernière cloison seule conservée. Coll. P. Bernier (GN 16), FSL 341300.
Description : La chambre d'habitation, légèrement écrasée sur un des côtés, montre une section subrectangulaire, les flancs plats et parallèles, la région ventrale légèrement arrondie. Elle est couverte de fines stries de croissance, subradiales sur le flanc et un fort sinus antérieur sur la région ventrale. Ligne cloisonnaire avec un profond lobe latéral. Il paraît proche de *P. franconicus* (Oppel, 1865), une espèce douteuse, car basée sur un seul exemplaire fortement comprimé.
Distribution : «Calcaire de Grange Neuve», route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod (Ain), coll. Bernier (GN 16), FSL 341300.

Ordre Ammonoidea
Sous-ordre Lytoceratina Hyatt, 1889
Super-famille Lytoceratoidea Neumayr, 1875
Famille Lytoceratidae Neumayr, 1875
Genre *Lytoceras* Suess, 1865
Espèce type: *Ammonites fimbriatus* J. Sowerby, 1817 (ICZN Opinion 130)

***Lytoceras* sp.**

Matériel : Un seul exemplaire à l'état de semi-compression. L'enroulement et la section circulaire autorisent de l'attribuer à *Lytoceras,* mais la conservation est insuffisante pour une détermination plus précise.
Distribution : Calcaire d'Orbagnoux, Lac d'Armailles (Les Brulats) Saint-Germain-lès-Paroisses, Ain, coll. Barale (SCH. 16), FSL 341446.

Sous-ordre Ammonitina Hyatt, 1889
Super-famille Haploceratoidea Zittel, 1884
Famille Oppeliidae Douvillé, 1890
Sous-famille Taramelliceratinae Spath, 1928
Genre *Taramelliceras* Del Campana, 1905
Espèce type : *Ammonites trachinotus* Oppel, 1863

***Taramelliceras* sp. aff. *T. subpugile* (Fontannes, 1876)**
Pl. I, fig. 1

1876. *Ammonites subpugilis* Fontannes.– Dumortier & Fontannes, p. 67, pl. 6, fig. 4.
1993. *Taramelliceras (Taramelliceras) subpugile* (Fontannes).– Sarti, p. 67.

Matériel : Un exemplaire totalement cloisonné (diamètre = 82 mm), mal conservé. Coll. Énay, FSL 341331.
Description : Le peu qui est visible du début du dernier tour actuel correspond assez bien au type (FSL 11251) et à un second exemplaire de la collection Huguenin (FSL 11282), vu par F. Fontannes qui l'attribue à son espèce, également des nucléus. Le reste du dernier tour conservé ne montre pas d'ornementation conservée à l'exception des tubercules marginaux assez forts.
Discussion : *T. subpugile* (Fontannes) est une espèce dont le statut est mal défini. Jamais citée jusqu'à Sarti qui, sans le figurer, cite un exemplaire de taille à peine supérieure avec au moins une partie de la chambre d'habitation ornée de côtes flexueuses. Le renforcement des tubercules marginaux dès la fin de la partie cloisonnée évoque *T. pugile* (Neumayr), mais ils sont constamment moins développés et plus nombreux que chez *T. pugile.*
Age : L'exemplaire figuré par Sarti est de la zone à Acanthicum.
Distribution : «Calcaires de Grange Neuve», route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod (Ain), Coll. Énay, FSL 341331.

***Taramelliceras* cf. *rebouletianum* (Fontannes, 1879)**
Pl. I, fig. 4

1879a. *Oppelia rebouletiana* Fontannes, p. 5.
1879b. *Oppelia rebouletiana* Fontannes, p. 42, pl. 6, fig. 3.
1959. *Taramelliceras rebouletianum* (Fontannes).– Berckhemer & Hölder, p. 82, text-fig. 54-56, pl. 19, figs 92, 93.

Matériel : Deux exemplaires incomplètement préservés, Coll. Énay, FSL 341302 et 341319. Une empreinte douteuse, Coll. Énay, FSL 3413I7
Description : Les flancs presque lisses, les côtes primaires proverses, très graciles, les côtes secondaires arquées vers l'avant, d'abord seulement épaissies distalement et terminées par de gros tubercules sur la partie qui

doit correspondre à la chambre d'habitation, non représentés sur la figure originale, mais présent chez le type comme déjà noté par Berckhemer & Hölder (1959), la fin du cloisonnement non visible.
Age : Cité des couches à *L. ulmense* (= zone à Beckeri, sous-zone à Ulmensis) par Berckhemer & Hölder (1959).
Distribution : « Calcaires de Tabalcon », CD 41, sous les Rochers de Tabalcon, Cerin Marchand, Ain, FSL 341319 ; Calcaires à silex, Les Charmieux, Passins, Isère, Coll. Énay, 1956, FSL 341302 ; Concharbin, La Croisatte, Isère, FSL 341317.

Taramelliceras valfinense (de Loriol, 1886)

1886. *Oppelia valfinensis* de Loriol in de Loriol & Bourgeat, p. 39, pl. 1, fig. 6.

Matériel : L'holotype (par monotypie), conservé au Centre de Conservation et d'Etude des Collections (CCEC) du Muséum de Lyon, n° 2001 3946.
Remarque : La localité de Valfin, d'où provient l'unique exemplaire, est en dehors du domaine étudié. Cependant, bien que rarement ou jamais citée depuis sa création, j'ai jugé utile de commenter cette espèce à partir de l'original conservé au Musée de Lyon.
Description : Soit parce que sa conservation originelle est médiocre, soit parce qu'il a fait l'objet d'une préparation excessive, le type ne porte aucune véritable ornementation. Tout au plus, les restes conservés de la matrice oolithique permettent-ils de deviner les côtes flexueuses proverses représentées sur le dessin original, mais rien ne permet de savoir s'il existe (ou existaient) d'autres éléments ornementaux, tels que des tubercules à l'image de ceux présents chez *T. succedens* (Oppel) (Oppel, 1865, p. 548, et Zittel, 1870, p. 67, pl. 5, fig. 2a-c), de morphologie générale très proche. Pour ces raisons et en l'absence de toute citation ultérieure à sa création, l'espèce doit être considérée comme un *nomen nudum*.
Distribution : « Calcaires de Valfin », Jura, coll. Guirand, CCEC (Centre de Conservation et d'Etude des Collections), Muséum de Lyon, 2001 3946.

Genre *Metahaploceras* Spath, 1928
Espèce type : *Metahaploceras affine* Spath, 1925.

Metahaploceras acallopistum (Fontannes, 1879)
Pl. I, fig. 2

1879a. *Oppelia acallopista* Fontannes, p. 11.
1879b. *Oppelia acallopista* Fontannes, p. 44, pl. 6, fig. 5.
1959. *Taramelliceras acallopistum* (Fontannes).– Berckhemer & Hölder, p. 75.
1959. *Taramelliceras acallopistum* (Fontannes).– Hölder & Ziegler, p. 199.

Matériel : Six exemplaires, dont deux assez bien conservés, les quatre autres incomplets ou de conservation médiocre. Coll. Énay, FSL 341301, 341306 à 341310 ; coll. ?, FSL 341326.
Description : L'exemplaire le plus complet (FSL 341301) est tout à fait conforme à l'holotype, en particulier l'ornementation de côtes falciformes très peu marquées autour de l'ombilic, celui-ci souligné par une légère dépression périombilicale, plus nette sur la moitié externe du flanc, qui traversent la région ventrale avec une légère inflexion vers l'avant. La seule différence concerne l'ombilic un peu plus ouvert chez le type.
L'exemplaire d'Armailles (FSL 341326), épigénisé en calcite, est d'une excellente conservation, mais de petite taille. Il correspond aux tours internes sur lesquels l'ornementation est bien marquée, mais le ventre lisse.
Age : Décrite des niveaux supérieurs de la Montagne de Crussol, l'espèce est supposée de la zone à Beckeri, sous zone à Subeumela (Berckhemer & Hölder, 1959 ; Hölder & Ziegler, 1959). Elle est citée (comme *Neochetoceras* !) dans l'horizon à *kiderleni* de cette même sous-zone par Schweigert (in Schweigert *et al*., 1996).
Distribution : « Calcaires à silex », Les Charmieux, Passins, Isère, 6 ex, coll. Énay, FSL 341301 ? 341306 à 341310 ; Calcaires d'Orbagnoux, Lac d'Armailles (les Brulas), Saint-Germain-lès-Paroisses, Ain, coll. ?, FSL 341326.

Metahaploceras subsidens (Fontannes, 1879)
Pl. I, fig. 3

1879a. *Oppelia subsidens* Fontannes, p. 11.
1879b. *Oppelia subsidens* Fontannes, p. 50, pl. 7, fig. 7.
1959. *Taramelliceras subsidens* (Fontannes).– Berckhemer & Hölder, p. 76.

Matériel : Un seul exemplaire subcomplet, assez bien conservé, FSL 341301.
Description : L'exemplaire est tout à fait conforme à l'holotype, en particulier l'ombilic souligné par une légère dépression périombilicale et l'ornementation de côtes falciformes très peu marquées autour de l'ombilic, plus nettes sur la moitié externe du flanc, qui traversent la région ventrale avec une légère inflexion vers l'avant.
Age : L'espèce est décrite des Calcaires du château de Crussol. En Souabe l'espèce est citée de la zone à Beckeri, sous-zone à Setatus (Berckhemer & Hölder, 1959). Schweigert (in Schweigert *et al*., 1996) cite l'espèce dans la sous-zone à Subeumela élevée.
Distribution : « Calcaires à silex », Les Charmieux, Passins, Isère, coll. Énay, FSL 341301.

Sous-famille Glochiceratinae Hyatt, 1900
Genre *Glochiceras* Hyatt, 1900
Espèce type : *Ammonites nimbatus* Oppel

Glochiceras sp.

Matériel : Neuf exemplaires de diverses origines (« Calcaires de Grange Neuve », « Calcaires à silex »), de conservation insuffisante pour une détermination assu-

rée. Plusieurs, totalement lisses, par leur mode d'enroulement entrent dans le sous-genre *Glochiceras* (selon Ziegler, 1958b) et évoquent le groupe *Gl. (Glochiceras) lens* Berckhemer (FSL 341311, 314, 315, 322, 324), une espèce connue de la zone à Beckeri. Les autres montrent des indices de côtes sur la moitié externe des flancs et seraient à placer dans le groupe de *Gl. (Paralingulaticeras) percevali* (Fontannes), mais sans le sillon latéral, ou *G. (P.) pseudopercevali* Schweigert (FSL 341312-313, 341318. 341323), de la zone à Beckeri, sous-zone à Ulmense.

Distribution : « Calcaires à silex », Etang de Roche, Morestel, Isère, coll. Énay, FSL 341312-314 ; « Calcaires avec *A. eudoxus »,* Les Charmieux, Passins, Isère, coll. Énay, FSL 341311 ; déblais de la carrière de Creys-Pusignieu, Isère, coll. Barale, FSL 341318. « Calcaires de Grange Neuve », col de la Lèbe (CD 8b), Thézillieu, Ain, coll. Boullier (LE 85), FSL 341322 ; CD 8 (vieille route) et carrefour CD 8 et 8b), Charancin, Ain, coll. Énay, FSL 341323 et 324 ; La Palud (point coté 1011), Champdor, Ain, coll. Énay, FSL 341315.

Super-famille Perisphinctoidea Steinmann, 1890
Famille Aspidoceratidae Zittel, 1895
Sous-famille Aspidoceratinae Zittel, 1895

Outre les genres habituellement placés dans la sous-famille, sont inclus également dans celle-ci les dimorphes microconques présentant un dimorphisme sexuel, qui ne soit pas seulement une différence de taille entre macroconque et microconque, tels que *Sutneria* (incluant *Enosphinctes*) et *Simocosmoceras*. Les dispositions adoptées pour la révision en cours du *Treatise on Invertebrate Paleontology* ne reconnaissent pas microconques et macroconques comme des sous-genres distincts, ils sont placés dans le même genre et distingués seulement par l'indication (m) et (M) pour microconque et macroconque. Cependant un dimorphisme sexuel avec différence de taille des deux dimorphes distingue des lignées particulières comme elle des *Orthaspidoceras* (Hantzpergue, 1989), peut-être aussi *Pseudowaagenia*. En outre, *Sutneria* groupe sans doute les microconques de macroconques appartenant à des genres ou sous-genres différents, *Physodoceras* (Schweigert, 1997) et sans doute aussi *Aspidoceras* : *A. hermanni,* le dimorphe macroconque de *S. subeumela,* mis dans *Physodoceras* par Parent *et al.* (2008), est plus souvent attribué à *Aspidoceras*. Un approfondissement de cette question encore controversée apporterait certainement des éléments pour une systématique des Aspidoceratidae plus en accord avec la phylogénie.

Dans ce travail, qui n'a pas de prétention nomenclaturale, est retenue une présentation non orthodoxe et *Sutneria* est traité comme un genre autonome.

Genre *Aspidoceras* Zittel, 1868
Sous-genre *Aspidoceras* Zittel, 1868

Espèce type : *Ammonites rogoznicensis* Zejszner (Zeuschner), 1846

Aspidoceras (Aspidoceras) polysarcum
Fontannes, 1879 (M + m ?)
Pl. I, figs 5-7 ; Tab. 4

1879a. *Aspidoceras polysarcus* Fontannes, p. 16.
1879b. *Aspidoceras polysarcus* Fontannes, p. 91, pl. 12, fig. 9, 1.
1984a. *Aspidoceras (Aspidoceras)* cf. *polysarcum* Fontannes.– Bernier, p. 598, pl. 29, figs 2, 3.

Matériel : Un exemplaire conservé en volume, subcomplet, les aptychus *in situ* dans la chambre d'habitation (FSL 341336) et 4 autres, à l'état de compression, les aptychus également présents, *in situ* ou à proximité immédiate de la coquille.

Description : Elle est basée essentiellement sur l'exemplaire conservé en volume. La taille adulte est modeste, l'enroulement moyennement involute, l'ombilic relativement profond.

La section du tour est plus épaisse que haute et déprimée à tous les diamètres, les flancs et le ventre arrondis, la muraille ombilicale haute et verticale, le rebord ombilical arrondi. L'ornementation compte deux rangs de tubercules, les tubercules latéraux plus forts que les tubercules ombilicaux et persistants plus longtemps jusque vers le milieu de la longueur de la chambre d'habitation. La présence d'un pseudo-test de calcite a permis la conservation des fines stries d'accroissement, plus nombreuses et plus serrées sur la fin de la chambre d'habitation.

Age : Rarement citée en dehors de la localité type, l'espèce est connue des Calcaires du château de Crussol du Kimméridgien terminal-Tithonien basal.

Discussion : L'espèce de Fontannes a été rarement citée depuis sa création. C'est pourtant celle qui correspond le mieux à la description ci-dessus. Elle présente deux singularités remarquables : les tubercules latéraux plus forts que les tubercules ombilicaux et persistants plus longtemps que ces derniers. Elles distinguent *A. polysarcum* des autres espèces voisines, telles *A. haynaldi* (Herbich,

Tableau 4 : Mensurations d'*Aspidoceras (Aspidoceras) polysarcum* Fontannes.

Aspidoceras polysarcum	Dm/D	H	H/D	E	E/D	O	O/D
FSL 341000 Armailles	59	20	0,33	--	--	19	0,32
	41	16	0,39	18,3	0,44	12	0,29
	26	11	0,42	13	0,50	9	0,34

1878), *A. tenuispinatum* (Fontannes, 1879), un synonyme d'*A. haynaldi* selon Buck (1958) ou *A. sesquinodosum* (Fontannes, 1876), une sous-espèce d'*A. haynaldi* selon Buck (1958) et Berckhemer & Hölder (1959). Chez toutes ces espèces (ou sous-espèces), les deux rangs de tubercules sont de force égale ou subégale, les tubercules ombilicaux persistant plus longtemps que les tubercules latéraux.

Un exemplaire de petite taille (diamètre = 25 mm), conservé en volume et calcite cristalline, la fin du cloisonnement non visible, mais susceptible d'être un individu complet, pourrait représenter la forme microconque. L'enroulement est identique, sauf que la section du tour est plus comprimée. L'ornementation est faite de fines stries d'accroissement, à peine plus fortes sur la muraille et le bord ombilical, sans former de véritables tubercules ; d'abord proverses sur la moitié dorsale du flanc, elles s'inclinent vers l'avant sur la moitié ventrale avant de traverser la région ventrale.

Distribution : Forme macroconque : Calcaire d'Orbagnoux, Lac d'Armailles (Les Brulats) Saint-Germain-lès-Paroisses, Ain, un exemplaire conservé en volume, coll. ?, FSL 341336 et quatre exemplaires à l'état de compression, coll. P. Bernier (C1, D1 et D2), FSL 341333, 341334, 341337, 341338. Forme microconque ? : Calcaires d'Orbagnoux, anciennes carrières souterraines de Saint-Champ-Chatonod, Ain, coll. ?, FSL 341335.

Aspidoceras (Aspidoceras) catalaunicum (de Loriol, 1872) (M + m)

Pl. II, figs 1-2

1872. *Ammonites catalaunicus* de Loriol.– de Loriol, Royer & Tombeck, p. 44, pl. 4, fig. 1.
1989. *Aspidoceras catalaunicum* (de Loriol), Hantzpergue, p. 343, figs 116-119, 137-4, pl. 45, figs a-c. (*cum* synonymie)
1994. *Aspidoceras* sp. gr. *catalaunicum* (de Loriol).– Énay *et al.*, p. 32, pl. 1, fig. 7 ; pls 3-4.
non 1998. *Aspidoceras catalaunicum* (de Loriol).– Schweigert, p. 16, pl. 4, fig. 2 [= *A. caletanum* (Oppel)].

Matériel : Une empreinte négative en collection, MHN Lyon, n° 151 106 ; un exemplaire de plus grande dimension à l'état de compression, exceptionnellement conservé en silice vacuolaire et sa contre-empreinte négative. Un fragment de moins d'un quart tour, conservé en volume, légèrement écrasé.

Description : La conservation à l'état de compression ne permet pas de connaître la forme de la section pas plus que l'aspect de la région ventrale, un caractère majeur pour distinguer *Aspidoceras* et *Hybonoticeras*, comme évoqué plus loin.

L'enroulement relativement involute et l'arrangement des deux rangs de tubercules sont en bon accord avec les deux formes de l'espèce illustrées par Hantzpergue. En particulier, la disposition alternée des tubercules des deux rangs est bien nette sur le dernier tour de la forme macroconque (cf. Énay *et al.*, 1994, pl. 3 ; ici Pl. II, fig. 1). De même que la position des tubercules externes chez la forme microconque, plus nettement ventrale et, dans les tours internes, accolés au bord ombilical du tour suivant (cf. Énay *et al.*, 1994, pl. 1, fig. 7 ; ce travail, Pl. II, fig. 2). Par contre, ces mêmes tubercules externes chez la forme macroconque sont en situation plus nettement ventrale que chez les formes équivalentes figurées par Hantzpergue, ce qui est probablement à l'origine de l'interprétation de Schweigert (1998, p. 16) qui liste cette figure dans la synonymie de *Hybonoticeras* « *interlaevigatum* » Berckhemer (manuscrit).

Discussion : Schweigert ne donne pas de justification à son changement de nom de l'exemplaire figuré par Énay *et al.* (1994). Or seule l'observation de la région ventrale et du sillon médian caractéristique des Hybonoticératidés permettrait de trancher, ce que le mode de conservation n'autorise pas. Si, comme je le suppose, l'argument est la position plus ventrale des tubercules externes, il est à noter que chez l'exemplaire que Schweigert a figuré comme *A. catalaunicum* (Schweigert, 1998, pl. 4, fig. 2), ils occupent également une situation très ventrale ; par d'ailleurs, l'enroulement relativement évolute de cet exemplaire l'éloigne de *A. catalaunicum* et rappelle plus sûrement *A. caletanum* (Oppel).

Age : En Aquitaine et dans le Bassin de Paris (Hantzpergue, 1983, 1989) *A. catalaunicum* se rencontre dans toute la zone à Autissiodorensis avec une plus grande fréquence dans la sous-zone supérieure à Irius.

Distribution : Calcaires de Cerin, carrière de pierre lithographique, Cerin, Ain, coll. MHN Lyon, n° 151 106 ; exploitation scientifique, fouille supérieure, niv. 125/124, FSL 401805 et 806. « Calcaires de Grange Neuve », route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Énay, FSL 341348.

Aspidoceras sp. (M)

Matériel : Quatre exemplaires incomplètement conservés ou réduits aux tours juvéniles, avec une ornementation bituberculée, dont au moins celui de plus grande taille permet d'observer la disparition de la rangée externe sur la chambre d'habitation.

Distribution : Calcaires de Tabalcon, CD 11, sous les Rochers de Tabalcon, Cerin-Marchand, Ain, coll. Énay, FSL 341347 ; « Calcaires de Grange Neuve », La Lèbe, départ de la route forestière de la Forêt Gervais, Thézillieu, Ain, coll. Bernier, FSL 341344 ; coll. Énay, FSL 341346.

Sous-genre *Pseudowaagenia* Spath, 1931

Espèce type : *Ammonites haynaldi* Herbich, 1868

Aspidoceras (*Pseudowaagenia*) *haynaldi* (Herbich, 1868) (M)

Pl. I, fig. 8

1868. *Ammonites haynaldi* Herbich, p. 12.

1873. *Aspidoceras haynaldi* Herbich.– Neumayr, p. 194, pl. 42, fig. 3.
1878. *Ammonites hajnaldi* Herbich, p. 169, pl. 14-15, fig. 1 (holotype).
? 1879a. *Aspidoceras tenuispinatum* Fontannes, p. 16.
? 1879b. *Aspidoceras tenuispinatum* Fontannes, p. 91, pl. 12, fig. 8.
1958. *Ammonites haynaldi haynaldi* Herbich.– Buck, p. 55.
1978. *Aspidoceras (Pseudowaagenia) microplum* (Oppel).– Oloriz, p. 313, pl. 27, fig. 2
1985. *Pseudowaagenia haynaldi* (Herbich).– Checa, p. 126, pl. 21, figs 7-10. (*cum* synonymie).

Matériel : Un exemplaire conservé en volume, subcomplet, légèrement déformé et la chambre d'habitation, seule présente et un deuxième individu conservé en volume, les tours internes en calcite cristalline non préservée.

Description : L'exemplaire le plus complet correspond bien à la figuration de l'holotype par Herbich et Neumayr (le même exemplaire figuré sur l'une et l'autre face) et à celle donnée plus récemment par Buck (1958). Un unique rang de tubercules est visible autour de l'ombilic sur le dernier tour, seul bien conservé. Ils s'interrompent un demi-tour avant la fin actuelle de l'exemplaire, mais juste avant celle-ci un tubercule isolé, bien net, apparaît sur les deux flancs. Le deuxième exemplaire, de plus grande taille, présente la même particularité peu avant les traces d'une constriction indiquant probablement la proximité de l'ouverture.

Age : Dans le sud de l'Allemagne, l'espèce (et sa sous-espèce *sesquinodosum* Font., selon Buck, 1958) est connue depuis la partie supérieure du Weisse Jura δ3 (zone à Eudoxus) jusque dans le Weisse Jura ε (Zone à Beckeri) (Berckhemer & Hölder, 1959).

Distribution : «Calcaires de Tabalcon», La Dorche, Corbonod, Ain, coll. Bernier (DOR 5b), FSL 341340 ; «Calcaires de Grange Neuve», route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Énay, FSL 341341.

Aspidoceras (Pseudowaagenia) inerme n. sp. (M + m ?)

Pl. I, figs 9-10 ; Pl. II, figs 2-3 ; Tab. 5

Matériel : Macroconque : la moitié d'un individu adulte associant les tours internes et la moitié de la chambre d'habitation avec les aptychus *in situ* ; un individu bien conservé, subcomplet, mais immature ; les tours internes d'un individu de conservation médiocre et un fragment de tour. Microconque supposé : deux exemplaires apparemment complets sans l'ouverture et un fragment de tour.

Spécimens types : *Holotype* : l'exemplaire macroconque figuré Pl. I, fig. 9a-c (FSL 341349). *Paratypes* : deux individus, l'individu macroconque de la Pl. I, fig. 10a-c (FSL 341350) et le possible microconque de la Pl. II, fig. 3 (FSL 341351).

Description : *Macroconque* : l'holotype et un des paratypes (FSL 341350) se complètent mutuellement pour une description satisfaisante de la forme macroconque.

L'enroulement, relativement involute aux petits diamètres, diminue au cours de la croissance en rapport avec l'augmentation de la hauteur du tour. La section du tour est ovale à tous les diamètres, aussi épaisse que haute dans les tours internes, progressivement plus comprimée, les flancs et le ventre largement arrondis. L'ornementation est très discrète, faite de stries de croissance présentes jusqu'à l'ouverture, bien nettes sur le test (ou le pseudo-test) calcitique, à peine visibles sur le moule interne calcaire. D'abord rursiradiées sur la muraille ombilicale, elles prennent un tracé flexueux sur le flanc et traversent la région ventrale sans changement de direction ni interruption ou affaiblissement médio-ventral. Leur sont associés de petits tubercules périombilicaux punctiformes. Pas de tubercules latéraux ou marginaux-latéraux, mais la chambre d'habitation de l'holotype, un peu au-delà de sa moitié, porte un tubercule isolé à la même hauteur sur chaque flanc. Chez l'holotype, plus complet que les paratypes, les deux aptychus sont visibles en section, au niveau de la cassure qui constitue la terminaison actuelle de l'individu.

Microconque supposé ou possible : Le paratype 2 et un autre exemplaire de moins bonne conservation, envisagés comme possibles microconques de la nouvelle espèce. Les tours internes ne diffèrent pas essentiellement de ceux du macroconque, sauf la section du tour plus précocement comprimée au même diamètre (E/H = 1,04 à d = 28 mm *vs* 0,9 à d = 26 mm). L'ornementation de fines stries, toujours plus nettes sur le test (ou le pseudo-test) est également identique, sauf qu'un simple épaississement radial des stries sur le bord ombilical remplace les tubercules périombilicaux du macroconque. S'y ajoute le tracé plus nettement rétroverse des stries d'accroissement sur la moitié ventrale des flancs. Une constriction oblique sur la fin du dernier tour pourrait précéder l'ouverture qui n'est pas conservée.

Discussion : La description qui précède (holotype et paratype 1) évoque immédiatement *A. (Pseudowaagenia) microplum* (Oppel), une des espèces les plus représentatives du sous-genre, qui constitue le plus souvent la référence. Jusqu'à la remarque d'Oppel sur les plis et les côtes «*dont l'existence sur les exemplaires sans coquille paraît douteuse*», qui rejoint l'observation sur les stries d'accroissement, bien nettes seulement sur les individus encore munis du test (ou pseudo-test), moins évidentes sur les moules internes. Les différences concernent l'enroulement plus évolute et les tubercules périombilicaux plus développés que chez *A. (P.) inerme* n. sp. Au moins morphologiquement, la nouvelle espèce occupe une position intermédiaire entre *A. (P.) microplum* et *A. episum* (Oppel) ou *A. episoides* Fontannes), deux formes conspécifiques du Malm ε et ζ selon Buck (1958), Berckhemer & Hölder (1959) et Checa (1985). Le style ornemental est très voisin, mais la section du tour est différente, constamment déprimée chez *A. episum/episoides,* au

Tableau 5 : Dimensions d'*Aspidoceras (Pseudowaagenia) inerme* n. sp. et espèces proches.
* Les valeurs en italique de *A. episum* et *episoides* ont été extrapolées à partir des valeurs ou rapports donnés par Oppel et Fontannes.

Mesures en mm	Dm/D	H	H/D	E	E/D	O	O/D	E/H
Holotype (M) FSL 341349	60	21,8	0,36	20,4	0,34	21,3	0,35	0,93
	42	17,0	0,40	15,8	0,37	14,0	0,33	0,92
Paratype 1 (M) FSL 341350	46	18	0,39	16,0	0,38	14,9	0,35	0,88
	28	11,5	0,41	12,0	0,42	9,4	0,33	1,04
	18	9	0,50	9,0	0,50	5,0	0,27	1,00
Paratype 2 (m ?) FSL 341351	26	11	0,42	10	0,38	7	0,27	0,91
A. episum Oppel	76	32	*0,42*	35	*0,46*	23	*0,30*	1,09
A. episoides Fontannes	76	31	*0,41*	35	*0,46*	22,8	*0,30*	1,12
	59	21	*0,36*	26	*0,44*	17,1	*0,29*	1,23
	50	20	*0,40*	--	--	16	*0,32*	--

contraire de *A. inerme* chez qui elle est très tôt comprimée et se rapproche plus de celle de *A. microplum.*

Age : L'espèce est proche de *A. episum* (Oppel) et *A. episoides* Fontannes, du Malm ε et ζ selon Buck (1958), Berckhemer & Hölder (1959) et Checa (1985).

Distribution : Macroconques : Calcaires d'Orbagnoux, ancienne exploitation de Saint-Champ-Chatonod, Ain, holotype (FSL 341349) et paratype 1 (FSL 341358) ; microconques : paratype 2, FSL 341351 et un autre exemplaire, FSL 341352 ; Lac d'Armailles, Les Brulats, Saint-Germain-lès-Paroisses, Ain, FSL 341353 ; morphes indéterminés, Saint Champ-Chatonod, Ain coll. ?, FSL 341354, Lac d'Armailles (Les Brulats), Saint-Germain-lès-Paroisses, Ain, FSL 341355.

Sutneria Zittel, 1884
[morphes microconques]

Espèce type : *Nautilus platynotus* Reinecke, 1818

Sutneria cf. *hoelderi* Zeiss, 1979 (m)

1958. *Sutneria cyclodorsata* (Moesch).– Ziegler, p. 272, fig. 4.
1979. *Sutneria hoelderi* Zeiss, p. 268, text-fig. 2.3 (*cum* synonymie).

Matériel : La moitié d'un individu, une face et la région ventrale seules visibles, qui porte l'empreinte d'une *Nanogyra virgula*.

Description : Autant que la conservation incomplète permette d'en juger, l'exemplaire étudié s'accorde avec la description originale de Zeiss et la figuration de l'holotype par Ziegler (1958a). Sa position stratigraphique est un autre élément en faveur de cette attribution.

Distribution : « Calcaires de Tabalcon », chemin de Pra-Devant, Villes, Ain, coll. Pelletier, FSL 341356.

Sutneria cf. *eumela* (d'Orbigny, 1850) (m)

Pl. II, fig. 5

1850. *Ammonites eumela* d'Orbigny, p. 554, pl. 216, figs 1-2 et 3.
1959. *Sutneria eumela* (d'Orbigny).– Hölder & Ziegler, pl. 21, fig. 5.
1975. *Sutneria eumela* (d'Orbigny).– Contini & Hantzpergue, p. 11, pl. 4, fig. 2.
1994. *Sutneria eumelus* (d'Orbigny).– Atrops, *in* Fischer *et al.*, p. 183, pl. 82, figs 2a, b (lectotype) ; 3a, b ; 4a, b ; 5a, b.

Nomenclature : D'Orbigny ne précise pas l'origine du nom choisi ; *Eumelus, i* = nom propre de plusieurs personnages de la Grèce antique ; *eumelus,* substantif masculin placé en apposition et invariable, serait donc la forme valide, mais la forme originelle est conservée.

Matériel : Un exemplaire légèrement comprimé, dont seules une face et la région ventrale sont conservées et un autre exemplaire conservé en volume, mais écrasé, complet avec l'ouverture.

Description : Malgré la conservation insuffisante, les caractères ordinaires de l'espèce sont bien visibles : la costulation vigoureuse, les côtes primaires et secondaires de force à peu près égale, la rétroversion des côtes secondaires bien marquée, ni atténuation ni interruption des côtes sur la région ventrale.

Age : Dans le Bassin de Paris et l'Aquitaine l'espèce est présente dans la zone à Eudoxus, sous-zone et horizon à Caletanum (Hantzpergue, 1989).

Distribution : « Calcaires de Grange Neuve », route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Énay, FSL 341357. Calcaires blancs à brachiopodes, sans doute équivalents des « Calcaires de Grange Neuve », Brénod, Ain, coll. Énay, FSL 341358.

Sutneria cf. *subeumela* (Schneid, 1915) (m)
Pl. III, fig. 2

1914. *Sutneria subeumela* Schneid, p. 124, pl. 6, fig. 7.
1959. *Sutneria subeumela* Schneid.– Hölder & Ziegler, p. 193, pl. 21, figs 6, 7 (*cum* synonymie).
2008. *Sutneria subeumela* Schneid.– Parent *et al*., figs 3B-C, 4 et 5.

Remarque : Formé à partir du nom de l'espèce précédente, en toute rigueur, le nom d'espèce devrait être *subeumelus*. Ici aussi la forme originelle du nom est conservée.
Matériel : Un moule externe très bien conservé et sa contre-empreinte en matière plastique.
Description : Le moule externe n'a pas conservé l'empreinte de la région ventrale avec le sillon médio-ventral, dont l'existence est seulement supposée, mais non vérifiée. En effet, l'enroulement, plus évolute que chez *A. eumelus*, l'ornementation forte, faite de côtes primaires bifurquées et les côtes secondaires rursiradiées, s'accordent avec la figure originale de Schneid et les figurations plus récentes de l'espèce par Parent *et al.* (2008).
Déjà suggéré par Énay (1977), *S. subeumela* serait la forme microconque d'*Aspidoceras hermanni* selon Parent *et al.* (2008).
Age : Espèce-index de la sous-zone Subeumelus, zone à Beckeri.
Distribution : « Calcaires de Grange Neuve », D8b, la Lèbe, Thézillieu, Ain, coll. A. Boullier, FSL 341359.

Sutneria armigerum n. sp. (m)
Pl. III, fig. 1a-d ; Tab. 6

1965. *Sutneria* cf. *bracheri* Berckhemer.– Énay, p. 24.

Holotype : Le spécimen, unique, de la Pl. III, fig. 1a-d, coll. ?, FSL 341360.
Locus typicus : Ancienne carrière du Lac d'Armailles, Les Brulats, Saint-Germain-lès-Paroisses, Ain.
Stratum typicum : Calcaires d'Orbagnoux, Kimméridgien supérieur.
Derivatio nominis : Du latin *armiger, era, erum* = qui porte des armes ; référence à l'ornementation tuberculée assez exceptionnelle chez les microconques d'*Aspidoceras*, sauf *A. platynotum*.
Matériel : Un unique exemplaire, l'holotype, complet avec l'ouverture, conservé en volume, épigénisé en calcite.
Description : Une nouvelle espèce qui s'ajoute à celles déjà très nombreuses des microconques d'Aspidoceratidae. Mise à part *A. platynotum* du Kimméridgien inférieur, aucune autre parmi les espèces plus récentes ne montre une telle morphologie tuberculée.
Enroulement involute, section du tour épaisse, plus large que haute et déprimée, les flancs et le ventre arrondis, la muraille et le bord ombilical ne faisant qu'un et largement arrondis. Ornementation forte, bituberculée sur les tours internes, les côtes primaires fortement épaissies sur le bord ombilical, prorsiradiates sur les flancs, jusqu'aux tubercules latéraux au contact du tour suivant. Sur le dernier tour, les épaississements périombilicaux des côtes sont moins forts et seuls les tubercules latéraux subsistent jusqu'à la fin, mais moins nombreux et plus espacés sur le dernier quart de tour. Les côtes secondaires ne sont pas visibles sur la fin du dernier tour qui n'a pas conservé le test (ou pseudo-test) présent sur les tours plus internes, où sont bien nettes de fines stries de croissance qui traversent la région ventrale sans modification de leur tracé ou atténuation de leur relief. L'ouverture, précédée d'une zone lisse, contractée, montre une visière ventrale et une apophyse latérale courte et étroite.
Discussion : Par l'ensemble de ses caractères et leur singularité, *A. armigerum* n. sp. est totalement à part parmi les nombreux microconques d'Aspidoceratidae. Si pour certaines la validité de leur création pourrait être discutée (par exemple *A. eumelus* d'Orbigny et *A. lorioli* Zeiss), le statut de nouvelle espèce d'*A./P. armigerum* est presque une évidence. Et il n'existe pas de formes parmi celles décrites de qui elle pourrait être rapprochée ou comparée. L'attribution à *S. bracheri* (Énay, 1965) est une détermination « faute de mieux » qui ne prend pas en compte les tubercules absents chez l'espèce souabe.
Distribution : « *Sous les plaquettes* » (étiquette d'origine, sans indication d'auteur), avec la conservation en calcite cristalline des autres pièces des niveaux calcaires de la Formation des Calcaires d'Orbagnoux, Lac d'Armailles, Les Brulats, Saint-Germain-lès-Paroisses, Ain, coll. ?, FSL 341360.

Famille Aulacostephanidae Spath, 1924
[=Pictonidae Spath, 1924, p. 13 ; = Raseniinae Schindewolf, 1925, p. 333 ; = Involuticeratidae Sasonov, 1960, p. 134 ; = Ilovaiskiceratidae Sasonov, 1960, p. 142]
Genre *Aulacostephanus* Tornquist, 1896
Espèce type : *Ammonites pseudomutabilis* de Loriol, 1874

La monographie du genre par Ziegler (1962) admet cinq sous-genres, *Aulacostephanus, Aulacostephanoceras,*

Tableau 6 : Mensurations de « *Sutneria* » *armigerum* n. sp

	Dm/D	H	H/D	E	E/D	O	O/D	E/H
Holotype FSL 341360	22,7	7,4	0,32	9,9	0,43	9,6	0,42	1,33

Aulacostephanoides, Aulacostephanites et *Pararasenia.* Leur définition ne prend pas en compte le dimorphisme que Ziegler n'a jamais vraiment accepté. Il est pris en considération dans la révision récente de Borrelli (2014) qui propose un schéma évolutif différent de celui de Ziegler ; *Aulacostephanus* (dont *Aulacostephanites* est la forme microconque) compte trois sous-genres, *Aulacostephanus, Aulacostephanoides* et *Aulacostephanoceras ; Pararasenia* est traité comme un genre indépendant.
Plusieurs des aulacostéphanidés de l'Ile Crémieu ont été vus par Ziegler et cités ou figurés dans sa monographie (*eulepidus*, p. 44, pl. 1, fig. 16 ; *pusillus dossenus*, p. 71, pl. 5, fig. 3 ; *quenstedi,* p. 126). Les formes du Jura méridional figurent dans la thèse de 3e cycle de P. Hantzpergue (1975) restée inédite.

Sous-genre *Aulacostephanus* Tornquist, 1896
Espèce type : *Ammonites pseudomutabilis* de Loriol, 1874

***Aulacostephanus (Aulacostephanus) pseudomutabilis* de Loriol, 1874**
Pl. III, fig. 4

1850. *Ammonites mutabilis* Sowerby.– d'Orbigny, p. 553, pl. 214.
1872. *Ammonites mutabilis* Sowerby.– de Loriol, Royer & Tombeck, p. 51, pl. 3, fig. 7
1874. *Ammonites pseudomutabilis* de Loriol, 1873 in de Loriol & Pellat, p. 280, (*non* pl. 5, figs 1-3).
1962. *Aulacostephanus (Aulacostephanus) pseudomutabilis* de Loriol.– Ziegler, p. 104, pl. 15, figs 1-10. (*cum* synonymie).
2014. *Aulacostephanus pseudomutabilis pseudomutabilis* (de Loriol), pl. 2, fig. 2a, b (lectotype)

Matériel et description : Un exemplaire très incomplet correspondant à environ un quart de tour, un peu plus petit, mais très semblable à l'exemplaire figuré par Ziegler (1962, pl. 15, fig. 6).
Age : Kimméridgien supérieur, zone à Eudoxus.
Distribution : « Calcaires de Tabalcon » («sous les calcaires en plaquettes »), Pra-Devant, Villes, Ain, coll. Énay, FSL 101050.

Sous-genre *Aulacostephanoceras* Ziegler, 1962
Espèce type : *Ammonites eudoxus* d'Orbigny, 1850

***Aulacostephanus (Aulacostephanoceras) eudoxus* (d'Orbigny, 1850)**
Pl. III, figs 5-7

1850. *Ammonites eudoxus* d'Orbigny, 1847, p. 552, pl. 213, fig. 5 a-b (*non* figs 3, 4).
1962. *Aulacostephanus (Aulacostephanoceras) eudoxus* d'Orbigny.– Ziegler, p. 80, pl. 5, figs 18-24 ; pl. 7, figs 1-113 (*cum* synonymie).
2014. *Aulacostephanus eudoxus eudoxus* (d'Orbigny), Borrelli, pl. 3, figs 3a, b ; 5a, b.

Matériel : Deux exemplaires incomplets de moins d'un quart de tour à un quart de tour, le mieux conservé (FSL 101051) avec les tours internes visibles en partie sur une face, et sur la face opposée l'ouverture avec sa languette, le second limité à une portion du dernier tour (FSL 341445) ; le moulage d'un fragment (FSL 180581) conservé au Muséum de Genève et une empreinte (FSL 341443).
Description : L'individu le plus complet, avec les tours internes et l'ouverture en partie préservés (FSL 101051), représente le morphotype relativement involute (typoid 1 dans Ziegler, 1962, p. 7, fig. 3). L'exemplaire limité à une portion du dernier tour (FSL 341445), plus évolute et une ornementation forte, correspond au typoid 4 de Ziegler (1962, p. 7, fig. 6).
Age : Kimméridgien supérieur, espèce-index de la zone à Eudoxus.
Distribution : « Calcaires de Tabalcon » («sous les calcaires en plaquettes »), Pra-Devant, Villes, Ain, coll. Énay, FSL 101051 ; « Calcaires à silex », Passins, Isère, coll. Doncieux, FSL 341445 ; cf. *eudoxus,* « Calcaires de Grange Neuve », col de la Lèbe, D8, courbe au nord du croisement coté 888, Charancin, Ain, coll. Énay, FSL341443 ; gr. *eudoxus*, Couches de Prapont, Moulin de Prapont, rive gauche de la Semine, Saint-Germain-de-Joux, Ain, coll. D. Thomasset, moulage FSL 180581 (original Musée de Genève)

Genre *Pararasenia* Spath, 1925a
Espèce type : *Aulacostephanus zacatecanus* Burckhardt, 1906

L'appartenance aux Aulacostephanidae de l'espèce type est parfois mise en doute. L'acception de *Pararasenia* retenue est celle de Ziegler (1962) pour les formes européennes du genre.

***Pararasenia quenstedti* Durand, 1933**
Pl. III, fig. 3

1933. *Aulacostephanus Quenstedti* Durand, 1933, pp. 307, 321, pl. 20, fig. 1.
1962. *Aulacostephanus (Pararasenia) quenstedti* Durand.– Ziegler, 1962, p. 125, pl. 19, figs 3-7 ; pl. 20, figs 1-4. (*cum* synonymie).
2014. *Pararasenia quenstedti* (Durand).– Borrelli, p. 19, pl. 5, fig. 4a, b.

Matériel : Un exemplaire incomplet, une seule face préservée (FSL 341454).
Description : Les cloisons ne sont pas visibles sur le moule interne. Il s'agit probablement d'un juvénile ou d'un nucléus, de taille identique à celle de l'exemplaire de Souabe figuré par Ziegler (1962, pl. 19, fig. 6), à costulation relativement peu vigoureuse.
Age : Kimméridgien supérieur, zones à Acanthicum et Eudoxus selon Ziegler (1962).

Distribution : « Calcaires à *Aspidoceras* », sud-est de La Gorge, La Guille, Concharbin, Isère, coll. Énay, 341444.

Famille Ataxioceratidae Buckman, 1921
Sous-famille Lithacoceratinae Zeiss, 1968
Genre *Lithacoceras* Hyatt, 1900
Sous-genre *Lithacoceras* Hyatt, 1900 (M)
Espèce type : *Ammonites ulmensis* Oppel, 1858

***Lithacoceras (Lithacoceras)* cf. *ulmense* (Oppel, 1858) *sensu* Schneid (1914)**
[= *L. schneidi* (Berckhemer), Roll, 1931 (nomen nudum)]
Pl. VII, fig. 2

1915. *Virgatosphinctes (Perisphinctes) Ulmensis* Oppel, emend. Schneid.– Schneid, p. 159, pl. 4, fig. 3.
1931. *Perisphinctes schneidi* Berckhemer.– Roll, pp. 44, 45, 58.
1959. *Perisphinctes (Lithacoceras) schneidi* Berckhemer & Hölder, p. 53.
1999. *Perisphinctes schneidi* Berckhemer.– Schweigert & Zeiss, p. 68.
1994. *Lithacoceras (Lithacoceras)* cf. *ulmense* (Oppel) Schneid.– Énay in Énay *et al.*, p. 30, pl. 2, fig. 4.

Matériel : Un exemplaire à l'état de compression, très incomplètement préservé, et sa contre-empreinte moins bien conservée et moins complète (FSL 401502).
Description : L'enroulement évolute résulte en partie de l'écrasement avec rupture de la coquille selon une ligne spirale. L'enroulement est involute, la costulation fine et dense et les côtes primaires bifurquées jusqu'à la fin du dernier tour actuel (diamètre = 90 mm).
Discussion : L'enroulement involute et l'ornementation distingue cette forme de l'espèce d'Oppel. Schneid en était conscient qui l'a figuré comme une émendation. L'opinion de Schweigert & Zeiss (1999) qu'elle est un *nomen nudum* mériterait d'être reconsidérée à partir d'une nouvelle description de l'holotype.
Age : Selon Schneid, de la zone à Lithographicum, Tithonien inférieur dans la localité type. Le genre (dont l'espèce type à laquelle l'exemplaire de Schneid était attribué) est fréquent dès la zone à Beckeri, sous-zone à Ulmense.
Distribution : Calcaires de Cerin, carrière de pierre lithographique de Cerin, Ain, exploitation scientifique, fouille supérieure, banc 250, FSL 401702.

***Lithacoceras (Lithacoceras)* sp. ind. (ex *subsetatus* Schneid)**
Pl. VI, fig. 1a, b

1873. *Ammonites calisto* d'Orbigny.– Falsan (in Falsan & Dumortier), p. 54, 58.
1962. *Subplanites subsetatus* Schneid.– Énay & Hess, p. 660.
1965. *Subplanites subsetatus* Schneid.– Énay, p. 24.

Matériel : Tous les exemplaires conservés à l'état de compression. Deux individus avec rupture de la coquille selon une ligne spirale (FSL 341375, 376), une empreinte mal conservée (FSL 341372) et un fragment de moins d'un quart de tour (FSL 341374).
Description : L'aspect général et la conservation à l'état d'empreinte sont à l'origine de l'attribution à l'espèce de Schneid. L'enroulement, le tracé, le relief des côtes primaires et secondaires évoquent incontestablement cette espèce. Mais *Virgataxioceras subsetatum* développe très tôt des divisions fascipartites au contraire de l'espèce d'Armailles chez qui les divisions restent dichotomes sur la plus grande partie du dernier tour, des côtes intercalaires apparaissant sur la fin. Le rapprochement avec l'espèce *subulmensis* (Schneid, 1915), selon l'interprétation de Berckhemer & Hölder (1959), a été envisagé, mais pour Schweigert & Zeiss (1999), il n'est pas fondé de baser l'espèce sur la figuration d'Oppel (1863, pl. 74, fig. 2) .
Discussion : Il est difficile d'affirmer si les deux exemplaires les plus complets sont adultes ou non. L'écrasement avec rupture de la coquille sur une partie du dernier tour plaide en faveur de la première hypothèse. En conséquence, l'appartenance à *Lithacoceras* pourrait être discutée, sauf à envisager qu'il s'agisse de microconques de grande taille. La situation est compliquée par l'existence de la forme incontestablement microconques, avec languettes buccales conservées, à ornementation rigoureusement bifurquée jusqu'à la fin, décrite comme *Lith. (Silicisphinctes)* nov. sp. Cependant, en l'absence de l'ouverture, il est vraisemblable que la chambre d'habitation n'est pas complète et il n'est donc pas établi que l'ornementation reste uniquement bifurquée au stade adulte. Les formes étudiées rappellent *Lith. eigeltingense* Ohmert & Zeiss (1980) figuré par Schweigert (2007, fig. 3), mais diffèrent par l'enroulement plus involute, également par la disposition prorsiradiate des côtes primaires, peut-être le résultat – au moins en partie – de l'écrasement avec rupture de la coquille du dernier tour. En conclusion, ces formes sont placées parmi les *Lithacoceras,* avec *L. (Silicisphinctes)* nov. sp. comme possibles dimorphes microconques.
Age : *Lith. eigeltingense* Ohmert & Zeiss est une forme du Tithonien basal (zone à Lithographicum, mais le genre (dont l'espèce type) est fréquent dès la zone à Beckeri, sous-zone à Ulmense.
Distribution : Calcaires d'Orbagnoux, niveaux exploités de la carrière souterraine d'Orbagnoux, Corbonod, Ain, coll. Énay, FSL 341376 ; Lac d'Armailles, les Brulas, Saint-Germain-lès-Paroisses, Ain, coll. Falsan, FSL 341375a et b ; coll. Énay, FSL 341372 ; coll. Pelletier, FSL 341374.

Sous-genre *Silicisphinctes* Schweigert & Zeiss, 1999 (m)
Espèce type : *Subplanitoides hoelderi* Sapunov, 1979

Lithacoceras (Silicisphinctes) cf. *russi* (Schweigert 1998) (m)

Pl. IV, fig. 4

Matériel : Un exemplaire très comprimé, avec rupture de la coquille selon une ligne spirale, subcomplet, sans le péristome (FSL 341394).
Description : L'ornementation est faite de côtes régulièrement bifurquées avec rares côtes intercalaires et côtes simples associées aux constrictions. La densité costale est moins grande que dans le matériel type (c.45 *vs* c.55) chez l'exemplaire de la Pl. VIII, fig. 4, le plus proche de l'exemplaire jurassien.
Age : L'espèce est décrite du Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, sous-zone à Ulmense et caractérise l'horizon à *hoelderi* (Schweigert, 1998 ; Schweigert & Zeiss, 1999).
Distribution : « Calcaires de Grange Neuve », route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Bernier (niv. X4), FSL 341394.

Lithacoceras (Silicisphinctes) sp. gr. *siliceus* (Quenstedt)-*hoelderi* (Sapunov)

Pl. VII, fig. 3

Matériel : Deux exemplaires de conservation insuffisante pour une meilleure détermination, seule la moitié dorsale du tour conservée chez le premier (FSL 341387), le second exemplaire déformé selon une direction ventro-dorsale (FSL 341381).
Description : L'exemplaire le plus complet, malgré la déformation, entre bien dans le sous-genre par la densité de la costulation régulièrement bifurquée ; sur le dernier tour, une côte intercalaire plus ou moins réunie à une bifurcation sur le mode polygyrate et deux côtes principales bifurquées réunies sur le bord ombilical. Seule la densité costale élevée justifie l'attribution du deuxième exemplaire.
Age : Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, sous-zone à Ulmense (Schweigert, 1998 ; Schweigert & Zeiss, 1999).
Distribution : Calcaires de Cerin, carrière de pierre lithographique de Creys, Creys-Pusignieu, Isère, coll. Énay, FSL 341387 ; « Calcaires de Tabalcon » (« sous les Calcaires d'Orbagnoux »), chemin de Pra-Devant, Villes, coll. Pelletier, FSL 341381.

Lithacoceras (Silicisphinctes) nov. sp.

Pl. VII, fig. 4 ; Tab. 7

1994. « *Perisphinctes* » sp., Énay *et al.*, p. 32, pl. 2, fig. 3.

Matériel : Un unique exemplaire, à l'état de compression, avec le péristome conservé, de Cerin. (FSL 401806).
Description : L'enroulement est moyennement évolute, le recouvrement des tours précédents sur moins de la moitié de la hauteur du tour ; ornementation de côtes primaires, très légèrement prorsiradiates, régulièrement bifurquées à mi-hauteur du flanc, au nombre de 44 sur le dernier tour ; très rares côtes intercalaires simples ; ouverture avec une languette buccale longue et étroite, un peu au-dessus de la moitié de la hauteur du tour.
Discussion : L'attribution au sous-genre microconque *Silicisphinctes* semble la plus justifiée, malgré la densité des côtes relativement faible et les très rares côtes simples intercalaires. Le rapprochement avec *A. filiplex* Quenstedt (1888, pl. 126, fig. 3) n'est pas justifié, l'enroulement plus serré et le nombre de côtes plus élevé sont les principales différences. Deux exemplaires ont été figurés par Schairer & Barthel (1981, pl. 1, figs 1, 2) comme *Torquatisphinctes filiplex* (Qu.), mais, outre qu'ils sont assez éloignés de l'espèce de Quenstedt, ils ne semblent pas conspécifiques entre eux. Il n'est plus envisagé (Énay, in Énay *et al.*, 1994) que l'espèce de Quenstedt soit un juvénile du morphotype évolute (et non « évolué ») de *S. rueppelianus* Quenstedt (= *S. rueppelianus* Schneid *non* Quenstedt).
Age : Le sous-genre a son maximum de développement dans la sous-zone à Ulmense de la zone à Beckeri (Schweigert, 1998 ; Schweigert & Zeiss, 1999).
Distribution : Calcaires de Cerin, ancienne carrière de Cerin, Ain, FSL 401806.

Genre *Virgataxioceras* Arkell, 1953

Espèce type : *Virgatosphinctes (?Perisphinctes) setatus* Schneid, 1915

Virgataxioceras cf. *fruticans* (Schneid, 1915)

Pl. VI, fig. 2

1915. *Virgatosphinctes (Perisph.) fruticans* n. sp. Schneid, S. 163, Taf. 6, Fig. 1.
1959. *Perisphinctes setatoides Berckhemer* n. sp., Berckhemer & Hölder, pp. 49-50, figs 30-31.

Tableau 7 : Mensurations de *Lithacoceras (Silicisphinctes)* nov. sp. et *Ammonites filiplex* Quenstedt.

Mesures en mm	Dm/D	H	H/D	E	E/D	O	O/D	N1
FSL 401806	77 75	-- 27	-- 0,36	-- --	-- --	-- 30	-- 0,40	-- 45
A. filiplex Qu, 1888, 126/3	75	24	0, 32	--	--	35	0,46	42

1979. *Virgataxioceras setatoides* (Berckhemer n. sp. in Berckhemer & Hölder, 1959).– Sapunov, S. 124, Taf. 27, Fig. 1.
1994. *Virgalithacoceras fruticans* (Schneid).– Schweigert, p. 4, pl. 1, figs 2-4.
2014. *Virgataxioceras* sp., Schweigert & Scherzinger, pp. 344-345, fig. 2b.

Matériel : Un individu incomplet, une seule face avec la région ventrale conservée sur un quart de tour (FSL 341389).
Description : Enroulement relativement évolute, la section du tour épaisse de forme ogivale, la muraille ombilicale haute et verticale. Côtes principales fortes, radiales et divisées avec les côtes secondaires plus ou moins nettement réunies sur le mode polygyrate. Une constriction oblique, bordée en avant par une côte simple.
Discussion : Les divisions sont moins nettement polygyrates que chez les formes du sud de l'Allemagne. La forme figurée par Schweigert & Scherzinger (2014, fig. 2b) est la plus proche de l'individu étudié.
Age : Le genre est connu du Kimméridgien supérieur, dans les trois sous-zones de la zone à Beckeri (Subeumela, Setatum, Ulmense) (Schweigert & Scherzinger, 2014). L'espèce est donnée de la sous-zone à Setatum par Schweigert (1994).
Distribution : « Calcaires de Grange Neuve », route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Énay, FSL 341389.

Genre *Euvirgalithacoceras* Zeiss, Schweigert & Scherzinger, 1996
Espèce type : *Virgatosphinctes supremus* Schneid, 1915

Sous-genre *Subplanites* Spath, 1925a
Espèce type : *Virgatosphinctes (Perisphinctes) reisi* Schneid, 1915

Euvirgalithacoceras (*Subplanites*) *rueppellianus* (Quenstedt, 1888) *sensu* Schneid (1915)
Pl. IV, figs 1-2

1915. *Virgatosphinctes (Perisphinctes) rüppelianus* Quenstedt.– Schneid, p. 160, pl. 3, fig. 3.
1956. *Subplanites ruppellianus* (Quenstedt).– Arkell, 1956, p. 112.
1994. *Subplanites* cf. *ruppellianus* (Quenstedt).– Énay (*in* Énay *et al.*), p. 30, pl. 2, figs 1, 2.

Matériel : Trois exemplaires, tous incomplets, à l'état de compression à la surface de plaquettes peu épaisses (FSL 401784 ; MHN Lyon 15 875 et 151 105), le dernier avec doute.
Description : Enroulement moyennement évolute, les côtes principales droites et régulièrement bifurquées presque jusqu'à la fin du dernier tour actuel, où vers 100-110 mm de diamètre, chez l'exemplaire le mieux conservé (FSL 401784) apparaît une première division polygyrate. Cette partie de la coquille est mieux conservée chez l'autre exemplaire (MHN Lyon 15 875) qui montre cinq divisions polygyrates et les côtes primaires arquées vers l'arrière au niveau de la muraille ombilicale.
Discussion : Les exemplaires de Cerin et celui illustré par Schneid appartiennent à une même espèce, différente de l'espèce décrite par Quenstedt par son enroulement plus lent et son ombilic plus ouvert. Le type de *V.* (*S.) ruppellianus* (Qu.), bien illustré par la nouvelle figuration de Berckhemer & Hölder (1959, pl. 12, fig. 56), est un microconque avec l'ouverture conservée. Malgré l'absence de celle-ci chez le matériel étudié, le développement des divisions polygyrates sur la fin du dernier tour conservé en fait un microconque. Egalement à rejeter l'hypothèse envisagée d'un possible couple dimorphe avec une autre forme de Cerin figuré comme *Perisphinctes* sp. (Énay *in* Énay *et al.*, 2014, p. 32, pl. 2, décrite dans ce travail comme *Silicisphinctes* sp. nov.
Age : L'exemplaire figuré par Schneid comme *V. ruppellianus* est indiqué du Tithonien inférieur, zone à Lithographicum. L'espèce est donnée des Ulmensis-Schichten (ζ1) au Hangende Bankkalke (ζ3) (= zone à Lithographicum) de Souabe-Franconie par Berckhemer & Hölder (1959).
Distribution : Calcaires de Cerin, carrière de pierre lithographique, Cerin, Ain, MHN Lyon, 151 105 et 15875 ; exploitation scientifique, fouille inférieure, banc 68, FSL 401784.

Euvirgalithacoceras (*Subplanites*) gr. *vicinus* Schneid, 1915
Pl. V, fig. 2

Matériel : Un unique exemplaire mal conservé, en particulier la région ventrale.
Description : Enroulement évolute, à croissance rapide en hauteur des tours successifs ; mur ombilical haut et vertical ; côtes primaires nombreuses et serrées, naissant sur la muraille ombilicale, d'abord proverses puis radiales sur les flancs, bifurquées sur les tours internes, l'aspect adulte non observé en raison de la conservation insuffisante.
Discussion : C'est avec l'espèce de Schneid que cet exemplaire, unique et de conservation insuffisante, offre le plus de ressemblances, sans garantie sur la validité de ce rapprochement. A ma connaissance l'espèce n'a jamais été citée depuis sa description.
Age : Le type de *P. vicinus* serait du Tithonien inférieur, zone à Lithographicum selon Schneid. L'espèce est citée du Weisse Jura ε supérieur (= zone à Beckeri) par Veit (*in* Berckhemer & Hölder, 1959).
Distribution : « Calcaires moellons à *Terebratula farcinata* » (sommet), au sud du lieu-dit l'Affouage, Concharbin, Isère, coll. Énay, FSL 341383.

Lithacoceratinae indéterminé (M ?)
Pl. V, fig. 1

Matériel : Un moule externe encroûté par de la calcite et son empreinte en matière plastique.
Description : Le seul exemplaire connu représente un demi-tour d'une forme évolute, à section probablement assez épaisse, avec une ornementation de côtes espacées, saillantes près du rebord ombilical et sur les flancs, très effacées ou même absentes sur la région ventrale. Les divisions, si elles existent, ne sont pas visibles, sauf occasionnellement une division fascipartite sur une seule côte moins forte et associée à une des deux constrictions bordées en avant par une côte simple.
Discussion : L'aspect général et l'ornementation évoquent le genre *Dorsoplanitoides* du Tithonien inférieur (Zeiss, 1968). Chez les deux espèces illustrées par Zeiss, l'espèce type, *D. bavaricus* et *D. triplicatus*, les divisions sont placées assez bas sur le flanc et les côtes secondaires sont bien visibles. La déformation résultant de l'écrasement plus ou moins accusé ne peut expliquer ces différences et, malgré les similitudes indiquées ci-avant, l'exemplaire jurassien n'est pas un *Dorsoplanitoides*.
Age : Les *Dorsoplanitoides* de Bavière sont du Tithonien inférieur, un âge plus récent que celui de l'exemplaire jurassien.
Distribution : « Calcaires de Grange Neuve », route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Bernier (GN 14), FSL 341392.

Lithacoceratinae indéterminés microconques
[morphologie « *Torquatisphinctes* »]
Pl. IV, fig. 3 ; Pl. VI, fig. 3 ; Tab. 8

Torquatisphinctes Spath, fondé sur une espèce du Kachchh (Inde), a été largement discuté par Énay (2009), avec pour conclusion que le statut du genre « *reste incertain pour les raisons déjà invoquées par Spath (1931a, p. 467)* », à savoir l'absence d'exemplaires adultes complets jusqu'à l'ouverture. Que *Torquatisphinctes* soit réellement (i) un genre autonome admettant micro- et macroconque ou (ii) les tours internes de *Pachyspinctes* (un genre dimorphe), qui serait alors un synonyme plus récent de *Torquatisphinctes,* son utilisation pour les formes du Mexique, d'Amérique du Sud et d'Europe (Zeiss, 1968 ; Oloriz, 1978 ; Ohmert & Zeiss, 1980 ; Schairer & Barthel, 1981 ; Sarti, 1993) est très discutable. Le principal critère utilisé, la présence de nombreuses côtes simples, apparaît (et réapparaît) à plusieurs reprises dans l'ensemble périsphinctidien et n'a certainement pas la valeur qui lui a été accordée. Dans le cas présent, ces formes à morphologie « *Torquatisphinctes* » pourraient représenter le dimorphe microconque de *Lithacoceras* (*Lithacoceras*) sp. ind. (ex *subsetatus* Schneid) décrit précédemment.
Matériel : Deux exemplaires, dont un avec le péristome conservé, plus ou moins déformés, des « Calcaires de Grange Neuve » (FSL 341388 et 341401).
Description : Ces exemplaires ont en commun un enroulement relativement évolute, une ornementation de côtes régulièrement bifurquées, avec des constrictions périodiques, bordées vers l'avant par une côte simple et, plus aléatoirement, associées à une côte polyfurquée. Chez les exemplaires où elle est visible, la région ventrale ne monte ni affaiblissement ni modification du tracé des côtes.
Discussion : Les deux exemplaires des Calcaires de Grange Neuve sont admis comme conspécifiques et sont proches de « *T.* ». *regularis* Zeiss (1968, pl. 7, fig. 2), du Tithonien inférieur. Outre l'âge plus récent, les autres différences concernent l'ombilic plus ouvert et le nombre plus élevée de côtes primaires. « *T.* » *isolatus* Schneid (1915, pl. 6, fig. 5), également Zeiss (2001, fig. 3) se distingue par ses divisions placées haut sur le flanc.
Age : Les espèces « *T.* » *regularis* et *isolatus* sont décrites de Franconie, la première du Tithonien inférieur, la seconde des Plattenkalken à silex de la zone à Beckeri du Kimméridgien terminal.
Distribution : « Calcaires de Grange Neuve », route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Énay, FSL 341388 ; col de la Lèbe (CD 8b) Thézillieu, Ain, coll. Énay, FSL 341401.

Genre nouveau ?
[aff. *Sarmatisphinctes* Kutek & Zeiss, 1997]
Pl.VII, figs 6-7 ; Pl. VIII, figs 1-8

Les « Calcaires de Grange Neuve », dans la localité type et au col de la Lèbe, ont livré une population abondante de périsphinctidés, incluant micro- et macroconques, difficiles à situer parmi les formes connues de niveaux équivalents de même âge ou à peine plus anciens ou plus

Tableau 8 : Mensurations de Lithacoceratinae indéterminés microconques [morphologie « *Torquatisphinctes* »] et « *T.* » *regularis* Zeiss.

Mesures en mm	Dm/D	H	H/D	E	E/D	O	O/D	N1
FSL 341388	65	20	0,30	--	--	30	0,46	39
FSL 341401	67	--	--	--	--			
	c 56	18	0,32	--	--	c 26	0,46	30/32
T. regularis Zeiss, 1968, 7/2	75	22,5	0,30	--	--	37,2	0,50	48

récents. Comme déjà dit, la conservation des « Calcaires de Grange Neuve » n'est pas très bonne, très souvent à l'état d'empreinte et leur moulage en matière plastique, en particulier pour le matériel du col de la Lèbe, le plus abondant. Les rares formes de Grange Neuve sont comprimées, mais ont conservé en partie leur volume originel.

Matériel : 13 macroconques et 8 microconques (et 3 autres possibles) du col de la Lèbe ; 3 macroconques et 1 microconque de Grange Neuve.

Description : L'enroulement est évolute, les tours croissant en hauteur lentement, la section du tour comprimée et plus haute qu'épaisse, au moins chez les deux exemplaires de Grange Neuve. L'ornementation est faite de côtes primaires radiales divisées à mi-hauteur du flanc, les côtes secondaires non visibles dans les tours internes, différente chez les deux dimorphes au stade adulte. Le microconque conserve des côtes bifurquées jusqu'à l'ouverture avec une oreillette étroite à mi-hauteur. La densité de l'ornementation permet de reconnaître deux formes parmi les microconques, une forme à côtes peu nombreuses et espacées (15 par demi-tour à diamètre = 52 mm) (Pl. VIII, fig. 5), une forme avec une densité costale plus élevée (21 par demi-tour à diamètre = 46 mm) (Pl. VII, figs 6, 7). La variabilité des macroconques est plus continue et ne permet pas de reconnaître d'éventuels morphotypes. La costulation reste fondamentalement dichotome, mais développe des côtes intercalaires, parfois plus ou moins nettement réunies aux bifurcations pour former des divisions faussement polygyrates, mais des faisceaux véritables de ce type semblent bien présents chez quelques individus. Les constrictions sont assez nombreuses, bordées par une côte ou deux côtes simples plus fortes. L'ouverture n'est conservée chez aucun des exemplaires étudiés, mais sa proximité paraît indiquée par plusieurs côtes simples épaissies, identiques à celles des constrictions et associées à une zone lisse.

Discussion : La description qui précède renvoie indiscutablement à *Sarmatisphinctes* Kutek & Zeiss, 1997, avec pour espèce type *S. fallax* (Ilovaisky *in* Ilovaisky & Florenski, 1941 ; lectotype, p. 45, pl. 2, fig. 5), un genre des parties centrale et méridionale de la plate-forme russe et de Pologne. Les formes étudiées diffèrent de *Sarmatisphinctes* qui développe une ornementation polygyrate chez le microconque et le macroconque, suivie chez ce dernier par un stade à nouveau bifurqué.

Sont à souligner également les affinités remarquables entre le microconque à côtes espacées et la forme figurée comme « *Dorsoplanitoides* » *subborealis* Kutek & Zeiss (1997), morphe microconque, attribué à *Sarmatisphinctes* par Scherzinger & Mitta, 2006, pp. 240-241, fig. 7-2. Jusqu'à la forme macroconque (ibid. pp. 240-241, fig. 7-3) qui s'identifierait presque mieux avec plusieurs des exemplaires étudiés qu'avec les formes illustrées par Kutek & Zeiss. La comparaison s'impose moins, mais sera faite tout de même, avec la forme microconque figurée par Ohmert & Zeiss (1980, p. 33, pl. 12, fig. 5) comme *Lithacoceras* (*Subplanites*) sp. Elle évoque le microconque à côtes relativement nombreuses dont elle se sépare par l'enroulement plus rapide, l'ombilic plus serré et la proversité des côtes. Pour terminer, évoquons aussi l'holotype de *Silicisphinctes russi* Schweigert (1998, p. 26, pl. 8, fig. 2),

Age : Sur la plate-forme russe et la Pologne, *Sarmatisphinctes* est connu du Kimméridgien terminal, zone à Autissiodorensis et de l'extrême base du Volgien, zone à Klimovi, cette dernière corrélée avec la zone à Hybono-

---

Planche I

Fig. 1 : *Taramelliceras subpugile* (Fontannes). Vue latérale ; « Calcaires de Grange Neuve » ; route du Colombier, Corbonod, Ain, coll. Enay, FSL 341331.

Fig. 2 : *Metahaploceras acallopistum* (Fontannes). Vue latérale ; Formation des Calcaires d'Orbagnoux, Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, Lac d'Armaille (les Brulas), Saint-Germain-les-Paroisses, Ain, FSL 341326.

Fig. 3 : *Metahaploceras subsidens* (Fontannes). Vue latérale ; « Calcaires à silex », Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, les Charmieux, Passins, Isère ; coll. Enay, FSL 341301.

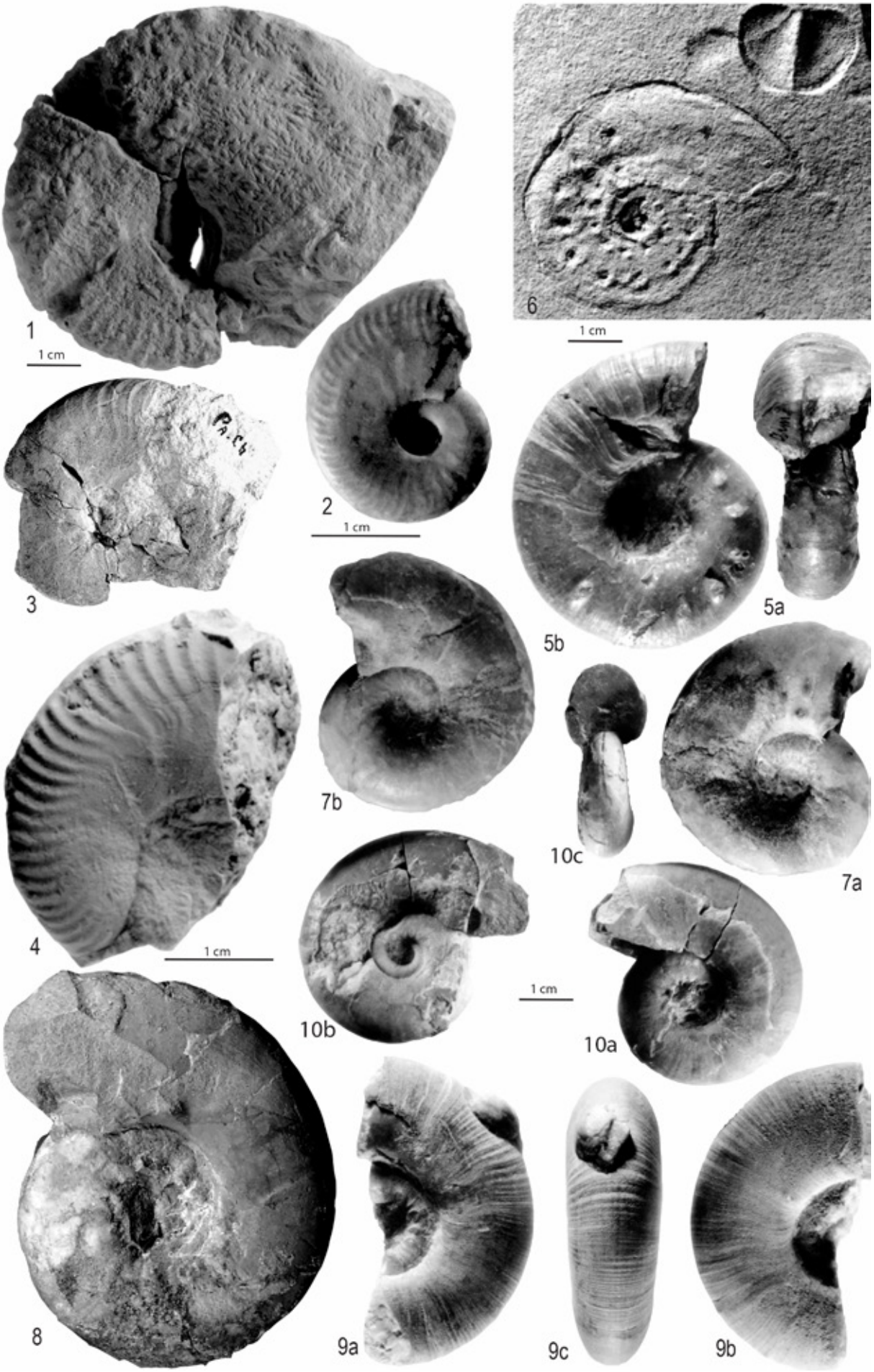
Fig. 4 : *Taramelliceras* cf. *rebouletianum* (Fontannes). Vue latérale ; « Calcaires à silex », Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, les Charmieux, Passins, Isère ; coll. Enay, FSL 341302.

Figs 5-7 : *Aspidoceras (Aspidoceras) polysarcum* Fontannes. Macroconque, 5a et 5b : exemplaire conservé en volume ; vue latérale (5a) et frontale (5b) ; Formation des Calcaires d'Orbagnoux, Kimméridgien supérieur, Lac d'Armaille (les Brulas), Saint-Germain-les-Paroisses, Ain, FSL 341336. 6 : exemplaire à l'état de compression avec l'aptychus, coll. Bernier, FSL 341334. 7a, b : exemplaire juvénile conservé en volume, vue latérale droite (7a) et gauche (7b) ; Formation des Calcaires d'Orbagnoux, Kimméridgien supérieur, ancienne carrière souterraine de Saint-Champ-Chatonod, Ain, FSL 341335.

Fig. 8 : *Aspidoceras (Pseudowaagenia) haynaldi* (Herbich). Exemplaire conservé en volume ; vue latérale, Formation des Calcaires de Tabalcon, Kimméridgien supérieur, zones à Eudoxus et Beckeri, la Dorche, Corbonod, Ain, coll. Bernier (DOR 5b), FSL 341340.

Figs 9-10 : *Aspidoceras (Pseudowaagenia) inerme* nov. sp. Macroconques. 9a-c : holotype, vues latérales gauche et droite (9a, b) et vue ventrale (9c) ; Formation des Calcaires d'Orbagnoux, ancienne carrière souterraine de Saint-Champ-Chatonod, Ain, FSL 341349 ; 10 a-c : paratype 1, vues latérales gauche et droite (10a, b) et ventrale (10c) ; Formation des Calcaires d'Orbagnoux, ancienne carrière souterraine de Saint-Champ-Chatonod, Ain, FSL 341358.

Planche I



tum/Lithographicum à la base du Tithonien. *S. fallax* a été utilisé comme index d'une zone à Fallax, identifiée à la zone à Autissiodorensis, cette dernière équivalente de la zone à Beckeri de la province subméditerranéenne. Le même âge peut être envisagé pour les formes nouvelles indéterminées des « Calcaires de Grange Neuve » décrites dans ce travail. *Sarmatisphinctes* cf. *fallax* a été cité par Schweigert (2000) dans la partie inférieure (horizon à *zio-wepferi* β) de la sous-zone à Ulmense, zone à Beckeri, mais redéterminé depuis comme *Virgataxioceras* (Schweigert & Scherzinger, 2014).

Distribution : *Macroconques* : « Calcaires de Grange Neuve », route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Bernier, FSL 341436 (GN 3b), 341433 (GN 8), coll. Énay, FSL 341435, 341439 ; col de la Lèbe (CD 8b) Thézillieu, Ain, coll. Boullier, FSL 341391 (LEB 21), 396 (LEB 26), 397(LEB 16b), 398 (LEB 8b), 399 (LEB 1), 404 (LRB 8), 405 (LEB 23), 416 (LEB 20), 419 (LEB 3c), 421 (LEB 17), 424 (LEB 3b), 425(LEB 2b), 426 (LEB 24), 431 LEB 9b) ; *microconques* : route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Bernier FSL 341403 (GN1), 341433 (GNN 8) ; col de la Lèbe (CD 8b) Thézillieu, Ain, coll. Boullier FSL 341395 (LEB 27), 400 (LEB 5b), 402 (LEB 5b), 406 (LEB 89), 407 (LEB 89), ? 408 (LEB), ? 409 (LEB 83), ? 414 (LEB 7), 415 (LEB 22), 420 (LEB 2), 427 (LEB 8) ; individus *incertae sedis* : route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Bernier (GN 6) FSL 341432 ; col de la Lèbe (CD 8b) Thézillieu, Ain, coll. Boullier FSL 341410 (LEB 89), 411 (LEB 23b), 412 (LEB 27), 413 (LEB 89), 417 (LEB 12b), 422 (LEB 7), 423 (LEB 7), 428 (LEB 89), 429 (LEB 1), 430 (LEB 3b).

4. CONCLUSIONS À L'ÉTUDE PALÉONTOLOGIQUE

Deux aspects méritent un développement, d'une part quelques éléments de la conservation des ammonites significatifs sur le plan de la taphonomie, d'autre part l'apport de l'étude paléontologique pour les datations.

4.1. Conservation des ammonites et implications taphonomiques

Des points communs, mais aussi des différences, existent dans la conservation des ammonites rencontrées dans les Calcaires d'Orbagnoux et à Cerin, seul site des Calcaires de Cerin à avoir livré des faunes.

4.1.2. Le stade de développement individuel et l'aptychus

4.1.2.1. Dans la Formation des Calcaires d'Orbagnoux, aussi bien chez les exemplaires à l'état de compression que chez ceux conservés en volume, un nombre élevé d'individus possèdent leur chambre d'habitation, permettant ainsi de connaître le degré de développement atteint par chacun. Les rares exemplaires où celle-ci est absente correspondent souvent à des ruptures lors de l'extraction.

Autre élément commun, la présence de l'aptychus, au moins chez les Aspidocératidés. Dans le faciès laminites bitumineuses, les aptychus sont conservés à l'état isolé, en particulier pour les espèces de grande taille, dont on ne connaît aucun représentant conservé en dehors de l'aptychus. Pour les espèces de petite taille, les plus fréquentes, de nombreux exemplaires avec l'aptychus sont connus, selon plusieurs situations :

- encore en place dans la chambre d'habitation (Bernier, 1984a, pl. 29, fig. 3) ;
- à l'extérieur, mais à proximité de la coquille (Bernier, 1984a, pl. 29, fig. 2 ; ce travail Pl. I, fig. 6).

Dans les niveaux calcaires et les formes conservées en volume, la présence de l'aptychus n'est pas aussi évidente. Il a pu être observé chez plusieurs individus, toujours à l'intérieur de la chambre d'habitation :

- parce que le test ou pseudo-test calcitique a disparu ;
- à la faveur d'une section accidentelle au travers de la chambre d'habitation passant par chance au niveau de la paire d'aptychus restés *in situ* (*A. inerme*, FSL 341349 ; *A. polysarcum* 341336).

Planche II

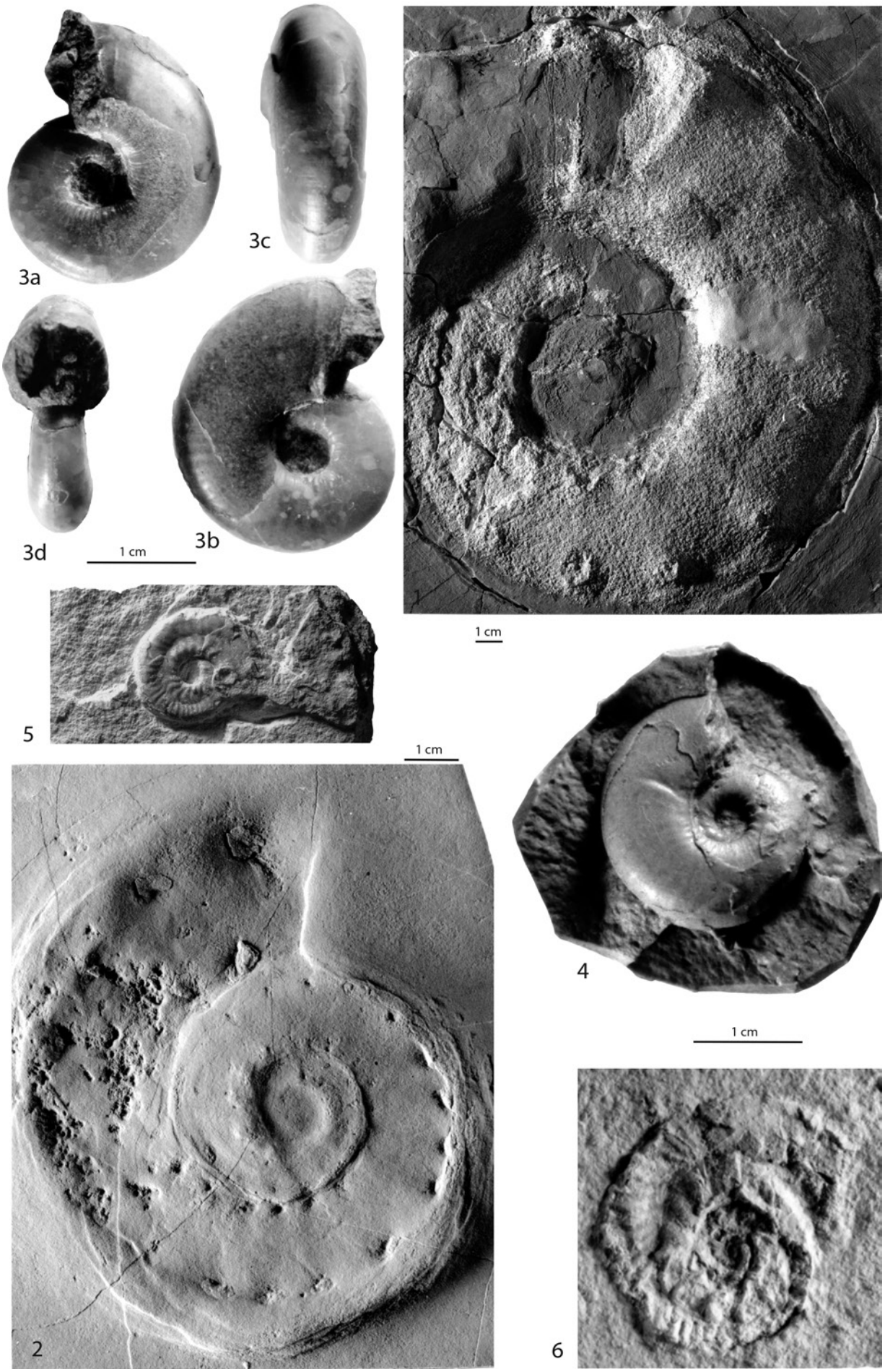
Figs 1-2 : *Aspidoceras catalaunicum* (de Loriol). 1 : Individu macroconque, compression, vue latérale ; Formation des Calcaires de Cerin, Kimméridgien supérieur, zone à Autissiodorensis/Beckeri, Cerin, Ain, exploitation scientifique, fouille supérieure, niv. 125/124, FSL 401805. 2 : Individu microconque, compression, vue latérale, Formation des Calcaires de Cerin, zone à Autissiodorensis/Beckeri, Cerin, Ain, coll. MHN Lyon, 151106.

Figs 3, 4 : *Aspidoceras (Pseudowaagenia) inerme* nov. sp. Microconques. 3 : Paratype 2, vues latérales droite (3a) et gauche (3b), frontale (3c) et ventrale (3d) ; Formation des Calcaires d'Orbagnoux, Lac d'Armaille (les Brulas), Saint-Germain-les-Paroisses, Ain, FSL 341352 ; 4 : Moulage plastique d'un individu subcomplet, même origine, FSL 341351.

Fig. 5 : *Sutneria* cf. *eumela* (d'Orbigny). Compression, vue latérale ; « Calcaires de Grange Neuve » ; Kimméridgien supérieur, zone à Eudoxus, route du Colombier, Corbonod, Ain, FSL 341357.

Fig. 6 : *Sutneria* sp. ind. Compression, vue latérale, Formation des Calcaires d'Orbagnoux, Kimméridgien supérieur Corbonod, Ain, coll. Enay, FSL 341361.

Planche II



4.1.2.2. Dans la Formation des Calcaires de Cerin, les aptychus sont rares, sinon même exceptionnels : un seul exemplaire douteux du banc 102 dans la fouille scientifique. L'exemplaire complet de *Lamellaptychus* du Musée de Lyon (n°15449) figuré dans Énay *et al.* (1994, pl. 2, fig. 5), reste donc unique. Bien que celle-ci soit conservée et identifiable dans beaucoup d'exemplaires, aucun aptychus à proximité immédiate du péristome ou à l'intérieur de la chambre d'habitation, contrastant ainsi à nouveau avec les Calcaires d'Orbagnoux (cf. Bernier, 1984a) et, plus encore, Solnhofen où il est presque de règle de rencontrer les aptychus associés à la coquille correspondante (Quenstedt, 1888, pl. 126 ; Oppel, 1863, pl. 68-74 ; Rothpletz, 1909), également dans les Plattenkalken de Nusplingen, Baden-Wurttemberg (Schweigert, 1998). Les conditions de gisement des ammonites diffèrent complètement de celles des Calcaires d'Orbagnoux, également de celles décrites pour les calcaires lithographiques de Bavière.

4.1.3. Autochtonie vs. subautochtonie des coquilles

Les deux critères, individus complets avec leur chambre d'habitation et présence de l'aptychus, sont de sérieux arguments pour une arrivée dans le chenal d'arrière-barrière d'Armailles-Saint Champ-Orbagnoux d'individus munis des parties molles auxquelles l'aptychus était encore attaché. Mais pas d'empreintes ventrales correspondant à l'arrivée sur le fond de coquilles encore occupées par l'animal, mort ou rétracté dans sa coquille, et orientées biologiquement, comme celles observées à Solnhofen (Rothpletz, 1909 ; Arkell in Arkell *et al.,* 1957).
A Cerin, «*il est très vraisemblable que les ammonites de Cerin représentent des coquilles flottées, arrivées vides dans le lagon après la perte des parties molles auxquelles l'aptychus restait attaché*» (Énay *et al.*, 1994). Donc, peu de chance de laisser leur empreinte ventrale sur le fond et, comme pour les Calcaires d'Orbagnoux, aucune empreinte ventrale de coquilles connue.
En résumé, dans le chenal des Calcaires d'Orbagnoux comme dans les Calcaires de Cerin (de la seule localité type) il est peu probable qu'il s'agisse d'animal vivant et mort sur place, mais plutôt d'animal vivant normalement hors du chenal. Mais rien ne permet de trancher entre les deux autres hypothèses possibles :

- mort sur place après son arrivée ; c'est l'hypothèse qui paraît la plus vraisemblable dans le cas du chenal d'Orbagnoux ;
- arrivé déjà mort, le corps encore adhérent à la coquille, hypothèse qui semble le mieux correspondre à la cuvette de Cerin.

Dans les deux hypothèses, le transport à partir du lieu de vie normal après sa mort ne peut avoir été très long. Les lieux de vie et d'activité n'étaient pas nécessairement très éloignés, au-delà, mais à proximité de la plate-forme carbonatée.
Ainsi, dans le chenal des Calcaires d'Orbagnoux comme à Cerin, les ammonites y sont subautochtones, sans doute pas autochtones.

4.2. Datations des formations du complexe corallien Kimméridgien-Tithonien

Les datations antérieures successives ont été rappelées dans la partie historique. Si l'âge Kimméridgien des Calcaires d'Orbagnoux a été acquis très tôt, il a été longtemps discuté pour les Calcaires de Cerin. Au cours des dernières décennies, avec l'apport des formations associées et de leurs faunes d'ammonites, leur âge a été précisé dans le Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri. L'étude complète du matériel paléontologique ne modifie pas essentiellement ces conclusions qui sont confirmées.

Planche III

Fig. 1 : *Sutneria armigerum* nov. sp. Holotype, exemplaire conservé en volume, vues latérales gauche (1a) et droite (1b), frontale (1c) et ventrale (1d) ; Formation des Calcaires d'Orbagnoux, Kimméridgien supérieur, Lac d'Armaille (les Brulas), Saint-Germain-les-Paroisses, Ain, FSL 341360.

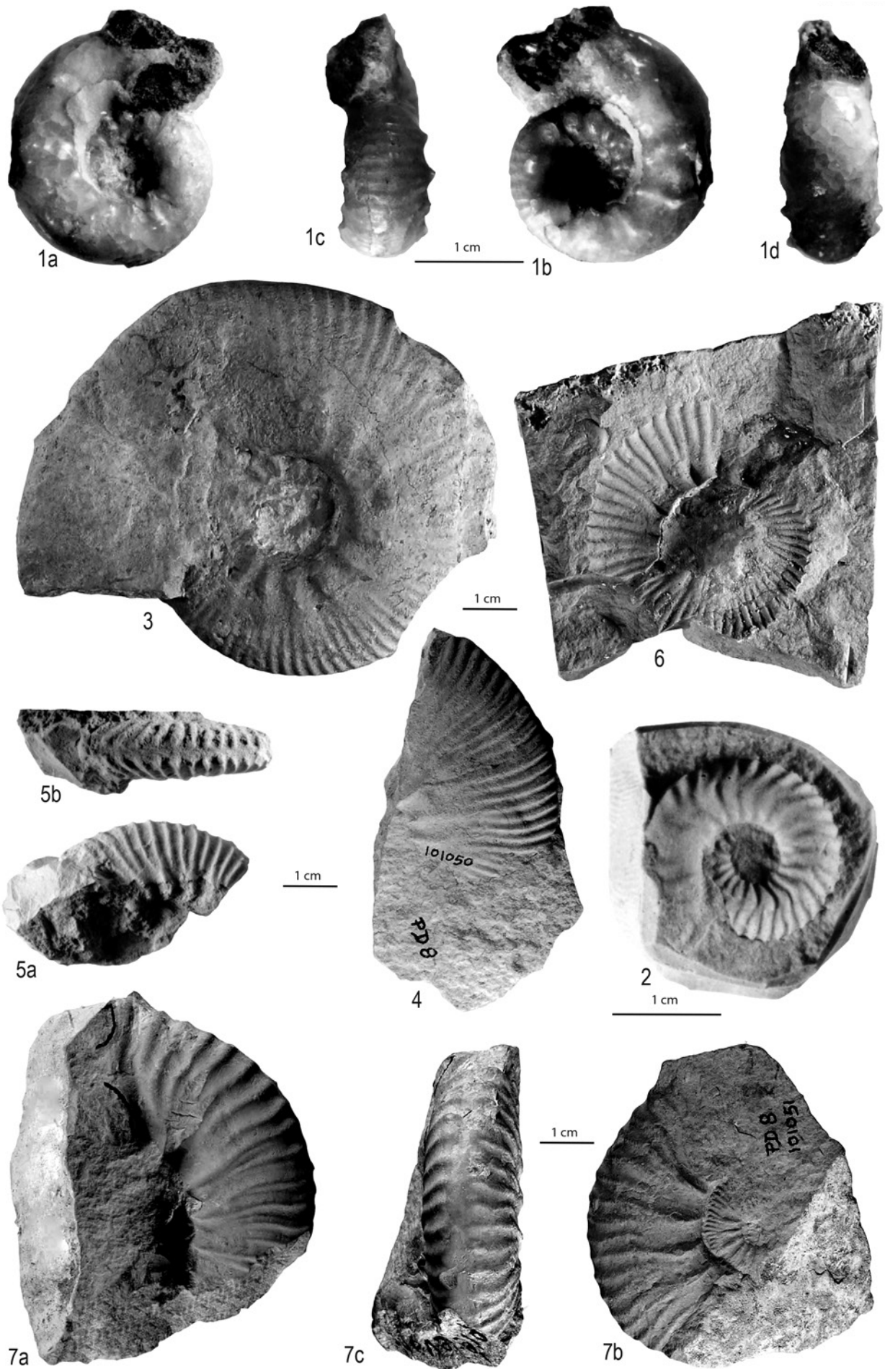
Fig. 2 : *Sutneria* cf. *subeumela* (Schneid). Moulage plastique de l'empreinte ; vue latérale, «Calcaires de Grange Neuve» ; Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, route du Colombier, Corbonod, Ain), FSL 341359.

Fig. 3 : *Pararasenia quenstedi* (Durand). Nucléus, vue latérale ; «Calcaires à *Aspidoceras*», Kimméridgien supérieur, zones à Acanthicum et Eudoxus, sud-est de la Gorge, la Guille, Concharbin, Isère, coll. Enay, FSL 341354.

Fig. 4 : *Aulacostephanus (Aulacostephanus) pseudomutabilis* de Loriol. Fragment de tour, vue latérale ; Formation des Calcaires de Tabalcon, «sous les Calcaires en plaquettes», Kimméridgien supérieur, zone à Eudoxus, Pra-devant, Villes, Ain, coll. Enay, FSL 101050.

Figs 5-7 : *Aulacostephanus (Aulacostephanus) eudoxus* (d'Orbigny). 5a, b : Fragment de tour, vues latérale (5a) et ventrale (5b) ; «Calcaires à silex», Kimméridgien supérieur, zone à Eudoxus, Passins, Isère, coll. Doncieux, FSL 341455 ; 6 : Moulage en plastique de l'empreinte d'un individu adulte, vue latérale ; «Calcaires de Grange Neuve», Kimméridgien supérieur, zone à Eudoxus, D8b, la Lèbe, courbe au nord du croisement coté 888, Charancin, Ain, coll. Enay, FSL 341453 ; 7a-c : Chambre d'habitation avec le péristome conservé, vues latérale (7a-b) et ventrale (7c) ; Formation des Calcaires de Tabalcon, «sous les Calcaires en plaquettes», Kimméridgien supérieur, zone à Eudoxus, Pra Devant, Villes, Ain, coll. Enay, FSL 341051.

Planche III


1a
1c
1 cm
1b
1d
3
1 cm
6
5b
101050
PD 8
5a
1 cm
4
2
1 cm
1 cm
PD 8
101051
7a
7c
7b

Elles conduisent aussi à rejeter l'hypothèse d'un âge un peu plus récent pour une partie au moins des Calcaires de Cerin.

4.2.1. La distribution des espèces d'ammonites identifiées

Elle ne peut être donnée que par formation et gisement (Tableau 9). Les éléments pour dater les Calcaires d'Orbagnoux et les Calcaires de Cerin, les deux formations majeures du « Complexe récifal Kimméridgien-Tithonien », sont peu nombreux. Les âges admis reposent sur les données fournies par les formations encadrantes, d'une part les formations sous-jacentes, les Calcaires de Tabalcon, les « Calcaires à silex » et, surtout, les « Calcaires de Grange Neuve », d'autre part les Couches du Chailley à leur toit.

4.2.2. Age des Formations des Calcaires d'Orbagnoux et des Calcaires de Cerin

Une donnée distingue ces deux formations : le matériel des Calcaires d'Orbagnoux est issu des niveaux les plus richement imprégnés et exploités, dans la partie inférieure ou même à la base de la formation ; au contraire, à Cerin au moins pour les formes récoltées *in situ* dans la fouille scientifique supérieure de la carrière de Cerin, les formes déterminables sont dans les niveaux élevés de la formation.
Les échantillons de référence de plusieurs de ces formes sont mal situés en l'absence de révision récente ou ont une extension assez large selon les auteurs, par exemple, *Asp. polysarcum* (de la zone à Pseudomutabilis au Tithonien inférieur). Les formes nouvelles (*Asp. inerme*, *Sut. armigerum*) ne peuvent donner un âge par elle-même, mais sont proches d'espèces connue dans le Weisse Jura ε-ζ (Kimméridgien terminal-Tithonien) du sud de l'Allemagne.
Les éléments les plus significatifs sont *Tar. acallopistum, Asp. catalaunicum, Lith. (Lith.)* « *schneidi* », *Lith.* (*Silicisph.*) gr. *siliceus, Virg.* (*Subplanites*) *rueppellianus* (*sensu* Schneid), qui indiquent un âge dans le Kimméridgien terminal, zone à Beckeri. La position d'*Asp. catalaunicum* dans les niveaux supérieurs des Calcaires de Cerin est ainsi en bon accord avec sa distribution dans le biome franco-germanique où l'espèce est connue dans la zone à Autissiodorensis (corrélée avec la zone à Beckeri), avec une plus grande fréquence dans la sous-zone supérieure à Irius (Hantzpergue, 1989).
Lith. (*Lith.*) *« schneidi »,* cité alors comme *Lithacoceras (Lithacoceras)* cf. *ulmense* (Oppel) *in* Schneid (Énay *et al.*, 2014), a pu conduire à l'hypothèse que les niveaux supérieurs des Calcaires lithographiques de Cerin soient « *à la limite Kimméridgien/Tithonien ou l'extrême base du Tithonien, au moins en partie* » (Énay *et al*., 1994). Il est plus vraisemblable que la forme de Schneid soit de la zone à Beckeri, sous-zone à Ulmense, comme l'espèce type du genre. Le microconque *Lith. (Silicisph.)* gr. *siliceus* indique un âge à peine plus ancien dans la sous-zone à Setatus, sous-jacente à la sous-zone à Ulmense (Schweigert, 1998). Les exemplaires attribués à *Subplanites* cf. *rueppelianus* (Qu.) (Énay *et al.*, 1994) sont plus proches de la forme figurée par Schneid (1914, pl. 3, fig. 3), différente de l'espèce de Quenstedt, également de la zone à Beckeri.

4.2.3. Age des niveaux sous-jacents, la Formation des Calcaires de Tabalcon et ses faciès locaux « Calcaires à silex » et « Calcaires de Grange Neuve »

Des deux faciès locaux des Calcaires de Tabalcon, les « Calcaires de Grange Neuve » se distinguent par la relative abondance des céphalopodes. Les formes les plus significatives sont les Aulacostephanidés (*Aul. pseudomutabilis* et *eudoxus*) qui datent de la zone à Eudoxus les niveaux immédiatement sous-jacents aux Calcaires d'Orbagnoux et de Cerin. C'est le moment de rappeler la présence d'*Aul.* cf. *eudoxus* à la base des Couches de Prapont à hauteur du pont sur la Semine, près de l'ancien moulin, confirmant ainsi leur équivalence avec les Calcaires d'Orbagnoux, déjà affirmée de par leur situation entre les Calcaires de Tabalcon au mur et les Couches du Chailley à leur toit (Énay, 1965).
Les autres éléments fauniques significatifs donnent un âge plus récent, dans la zone à Beckeri (*Asp. polysarcum*

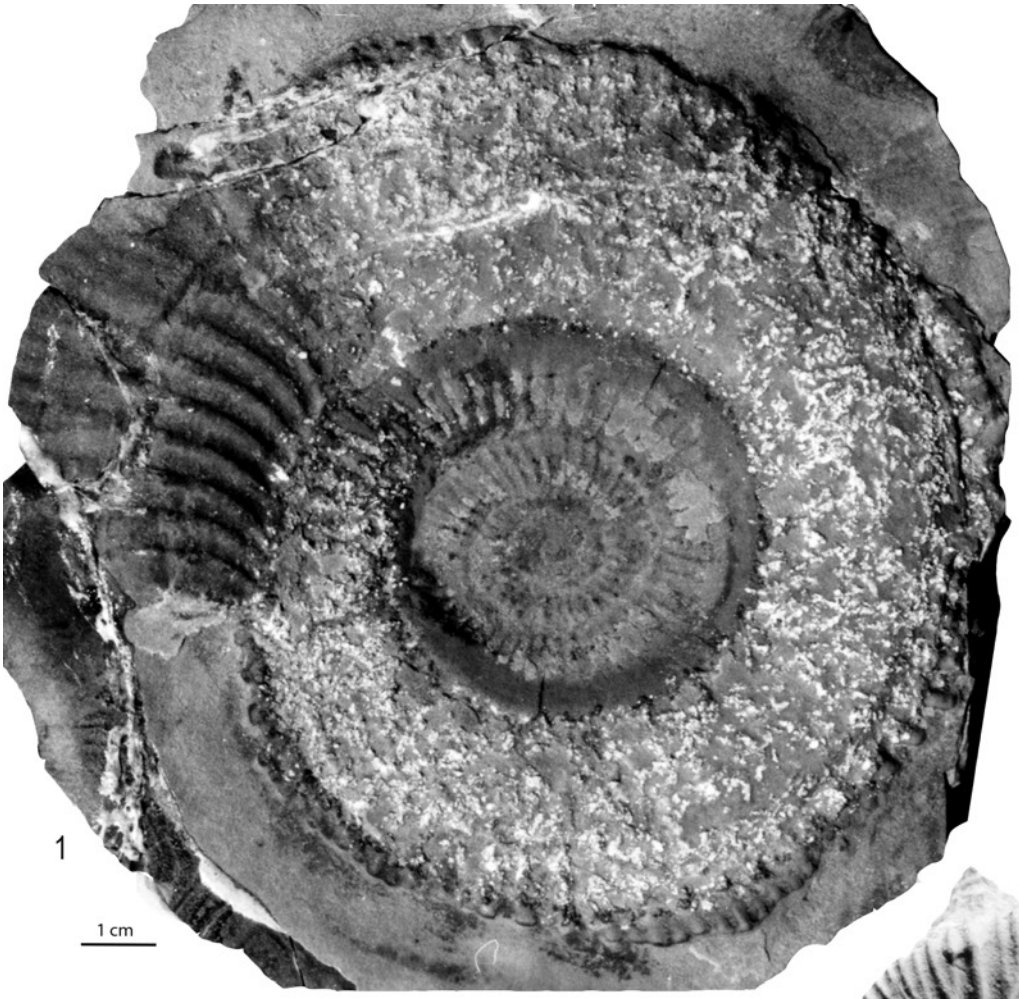
Planche IV

Figs 1-2 : *Euvirgalithacoceras (Subplanites) rueppellianus* (Quenstedt) *sensu* Schneid. 1 : Individu à l'état de compression, vue latérale, Formation des Calcaires de Cerin, Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, carrière de pierre lithographique, Cerin, Ain, MHN Lyon 15875 ; 2 : même préservation, même origine, exploitation scientifique, fouille inférieure, niv. 68, FSL 401784.

Fig. 3 : Lithacoceratinae indéterminé microconque. Exemplaire conservé en volume, vue latérale, « Calcaires de Grange Neuve », Kimméridgien supérieur, route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Enay, FSL 341388.

Fig. 4 : *Lithacoceras* (*Silicisphinctes*) cf. *russi* (Schweigert). Vue latérale ; « Calcaires de Grange Neuve », Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Bernier (niv. X4), FSL 341394.

Planche IV



1 cm

Tableau 9 : Nombre d'exemplaires et distribution par formation et localité des espèces d'ammonites identifiées.

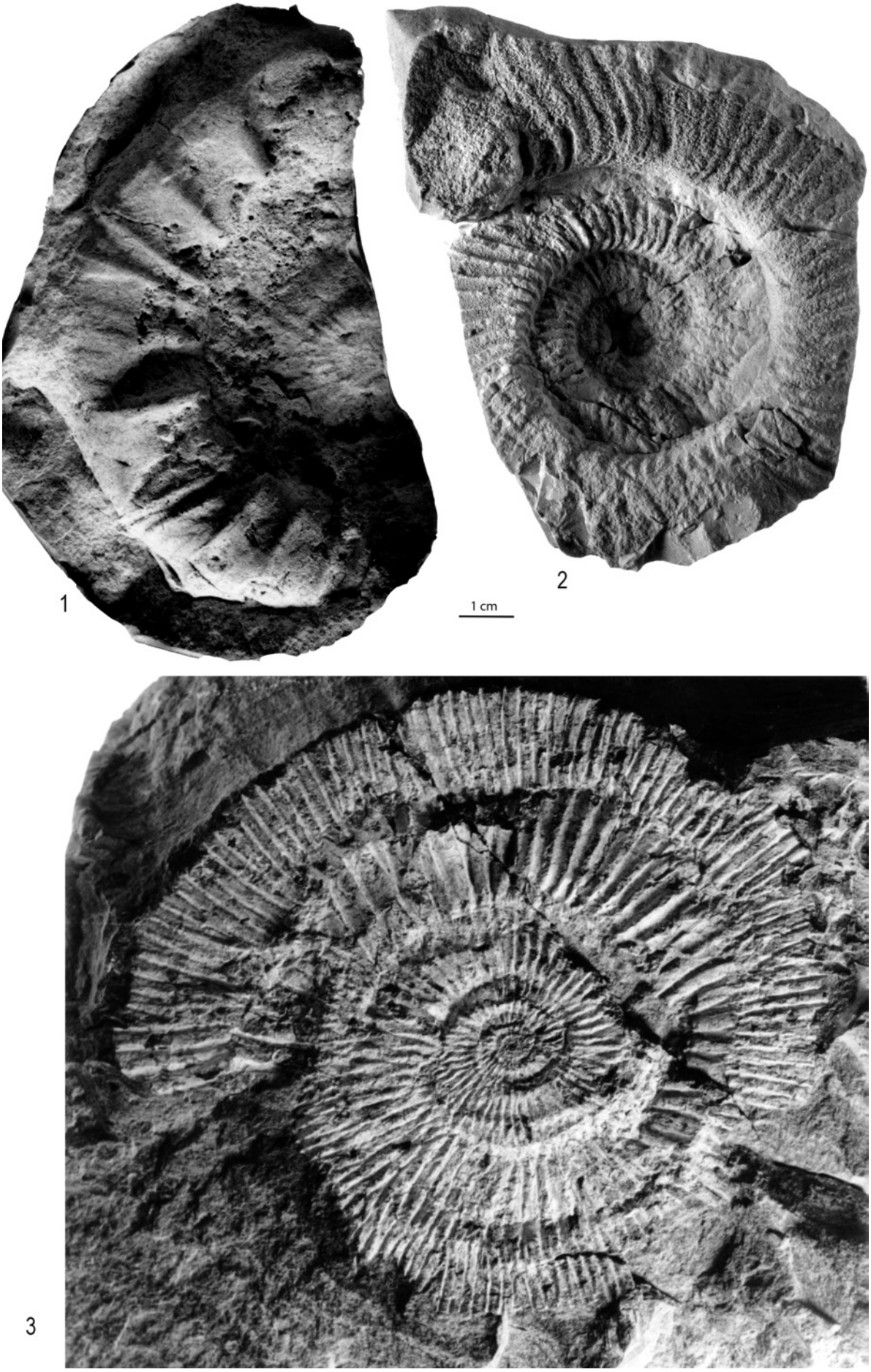
FORMATIONS	Calcaires d'Orbagnoux			Calcaires de Cerin		Calcaires de Tabalcon ou équivalents				Calcaires à silex		Calcaires de Gge Neuve			Total par espèce
Localités / Espèces	Orbagnoux	Armailles	Saint-Champ	Cerin	Creys	La Dorche	Tabalcon	Villes	Concharbin	Passins	Concharbin	Gge-Neuve	la Lèbe	Brénod	
Tar. subpugile												**1**			**1**
Tar. rebouletianum							**1**			**1**	**1**				**3**
Tar. acallopistum										**6**					**6**
Tar. subsidens										**1**					**1**
Asp. polysarcum		**5**	**1**												**6**
Asp. haynaldi						**1**						**1**			**2**
Asp. catalaunicum				**2**								**1**			**3**
Asp. inerme n. sp.		**2**	**4**												**6**
Sut. cf. *hoelderi*								**1**							**1**
Sut. cf. *eumelus*												**1**		**1**	**2**
Sut. cf. *subeumelus*													**1**		**1**
Sut. armigerum n. sp.		**1**													**1**
Aul. cf. *pseudomutabilis*								**1**							**1**
Aul. eudoxus/ cf. *eudoxus*								**1**		**1**			**1**		**3**
Par. quenstedti									**1**						**1**
Lith. « schneidi »				**1**											**1**
Lith. sp. (ex *setatus)*	**2**	**1**													**3**
Silic. cf. *russi*												**1**			**1**
Silic. gr. *siliceus*					**1**			**1**							**2**
Silic. sp.				**1**											**1**
Virg. fruticans												**1**			**1**
Subpl. rueppelianus				**3**											**3**
Subpl. cf. *vicinus*									**1**						**1**
« Torqu. » regularis/isolatus												**2**			**2**
gen. nov. aff. *Sarmatisphinctes*												**35**	**7**		**42**
Total par localité	**2**	**9**	**5**	**7**	**1**	**1**	**1**	**4**	**2**	**9**	**1**	**43**	**9**	**1**	**95**

Planche V

Fig. 1 : Lithacoceratinae indéterminé (M ?). Vue latérale ; « Calcaires de Grange Neuve », Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Bernier (GN 14), FSL 341392.

Fig. 2 : *Euvirgalithacoceras (Subplanites)* gr. *vicinus* (Schneid). Vue latérale ; « Calcaires moellons à *Terebratula farcinata* » (sommet), Kimméridgien supérieur, au sud du lieu-dit l'Affouage, Concharbin, Isère, coll. Enay, FSL 341383.

Fig. 3 : *Lithacoceras (Lithacoceras)* sp. Exemplaire à l'état de compression, vue latérale ; Formation des Calcaires d'Orbagnoux, Kimméridgien supérieur, niveaux exploités dans la carrière souterraine, Orbagnoux, Corbonod, Ain, coll. Enay, FSL 341376.


1
2
1 cm
3

connu du Weisse Jura ε et ζ, *Virg. fruticans*) ou, même, un niveau plus précis dans la zone à Beckeri, la sous-zone à Subeumela *(Sut. subeumela),* la sous-zone à Setatum *(Tar. subsidens, Silicisph.* gr. *siliceus),* la sous-zone à Ulmense *(Tar. rebouletianum, Silicisph. russi)*. Plusieurs de ces espèces *(Tar. subsidens, Tar. rebouletianum* et *Silicisp. siliceus)* sont les index d'horizons au sein de leur sous-zone respective (Schweigert *et al.,* 1996 ; Schweigert, 1998).

A ces formes s'ajoute le groupe de formes laissées en nomenclature ouverte, en raison d'une conservation défectueuse, et rapprochées des *Sarmatisphinctes* de la zone subboréale à Autissiodorensis, sous-zone à Fallax (= zone à Beckeri de la province subméditerranéenne) de la plate-forme russe et polonaise et avec lesquels elles présentent d'indéniables affinités.

Les conditions de collecte (coll. Boulllier) et la dispersion des sites au col de la Lèbe font qu'il n'est pas établi avec certitude si *Aul. eudoxus* et *Sut. subeumela* sont réellement associés, mais cette association n'est pas invraisemblable. Elle a été reconnue en Allemagne du sud où des formes involutes de l'espèce sont citées à la base de la zone à Beckeri (sous-zone à Subeumela) par Schweigert (1998) qui admet que la partie supérieure de la zone à Eudoxus subboréale correspond à la base de la zone à Beckeri subméditerranéenne (Schweigert & Vallon, 2005).

Ainsi, les éléments réunis convergent vers une même conclusion, les niveaux immédiatement sous-jacents aux Calcaires d'Orbagnoux et aux Calcaires de Cerin débutent au sommet de la zone à Eudoxus ou plus sûrement à la limite entre les zones à Eudoxus et Beckeri, en bon accord avec la datation dans la zone à Beckeri proposée pour ces derniers. Reste à connaître leur extension dans le temps et l'âge de leur limite supérieure.

4.2.4. La faune à **Gravesia irius** *au toit du Complexe récifal Kimméridgien-Tithonien*

Dans la plus grande partie du Jura plissé méridional, le complexe récifal kimméridgien est cacheté à son toit par la Formation des Couches du Chailley. Parmi les termes les plus marins de la base de la formation, les calcaires bioturbés (= calcaires à tubulures) sont absents dans les chaînons les plus orientaux (Bernier, 1984) et l'Ile Crémieu, relayés par des calcaires fins, laminés ou non, à flamures bleues ou orangées (Énay, 1955, 1958).

Les calcaires à tubulures ont livré à plusieurs niveaux des ammonites du genre *Gravesia* de la limite Kimméridgien-Tithonien, *G. irius* du Kimméridgien terminal (Zone à Autissiodorensis, sous-zone à Irius), *G. gigas* et *G. gravesiana*, espèces indices des deux sous-zones successives de la zone à Gigas du Tithonien basal du biome franco-germanique (Hantzpergue, 1983, 1987, 1989). Mais, les sites à *Gravesia* (Plagne, près Saint-Germain-de-Joux, Martignat près d'Oyonnax) sont dans le domaine des Couches de Prapont (ou de Valfin), en marge du « complexe récifal Kimméridgien-Tithonien » ; aucun site avec *Gravesia* n'est connu dans le domaine des Calcaires d'Orbagnoux.

Il n'y a aucune difficulté à extrapoler les âges acquis dans la région de Plagne-Martignat au domaine étudié. Contrairement au schéma de Meyer, la cartographie démontre la parfaite continuité des Calcaires du Chailley dans les deux domaines : les calcaires argileux à *Pterocera* qui surmontent les Couches de Prapont, sont le prolongement et occupent la même situation que le Membre des Marnes des Abergements au toit des Calcaires d'Orbagnoux, avec le même recouvrement des Couches du Chailley. Dans tout leur domaine d'extension, la base des Couches du Chailley est datée du Kimméridgien terminal (Zone à Autissiodorensis, sous-zone à Irius ou Zone à Beckeri, sous-zone à Ulmensis).

Comme pour les Calcaires d'Orbagnoux, dans le domaine d'extension des Calcaires de Cerin (l'Ile Crémieu et le Bas-Bugey), les Couches du Chailley qui les surmontent n'ont pas encore livré de *Gravesia in situ* ; le seul exemplaire connu, *G. gigas*, espèce indice de la zone basale du Tithonien, est une pièce de collection de la région de Brangues (Isère), probablement de la carrière exploitée au lieu-dit La Garenne (Énay, 1966), où les Calcaires lithographiques et le passage aux couches sus-jacentes ne sont pas visibles. En outre, il n'y a pas de bonne coupe des Couches du Chailley, aux affleurements peu nombreux et discontinus, qui paraissent reposer directement sur les Calcaires de Cerin, sans intercalation des Marnes des Abergements associées aux Calcaires d'Orbagnoux dans le domaine d'extension de ces derniers. C'est ce qui explique l'hypothèse que la partie supérieure de la for-

---

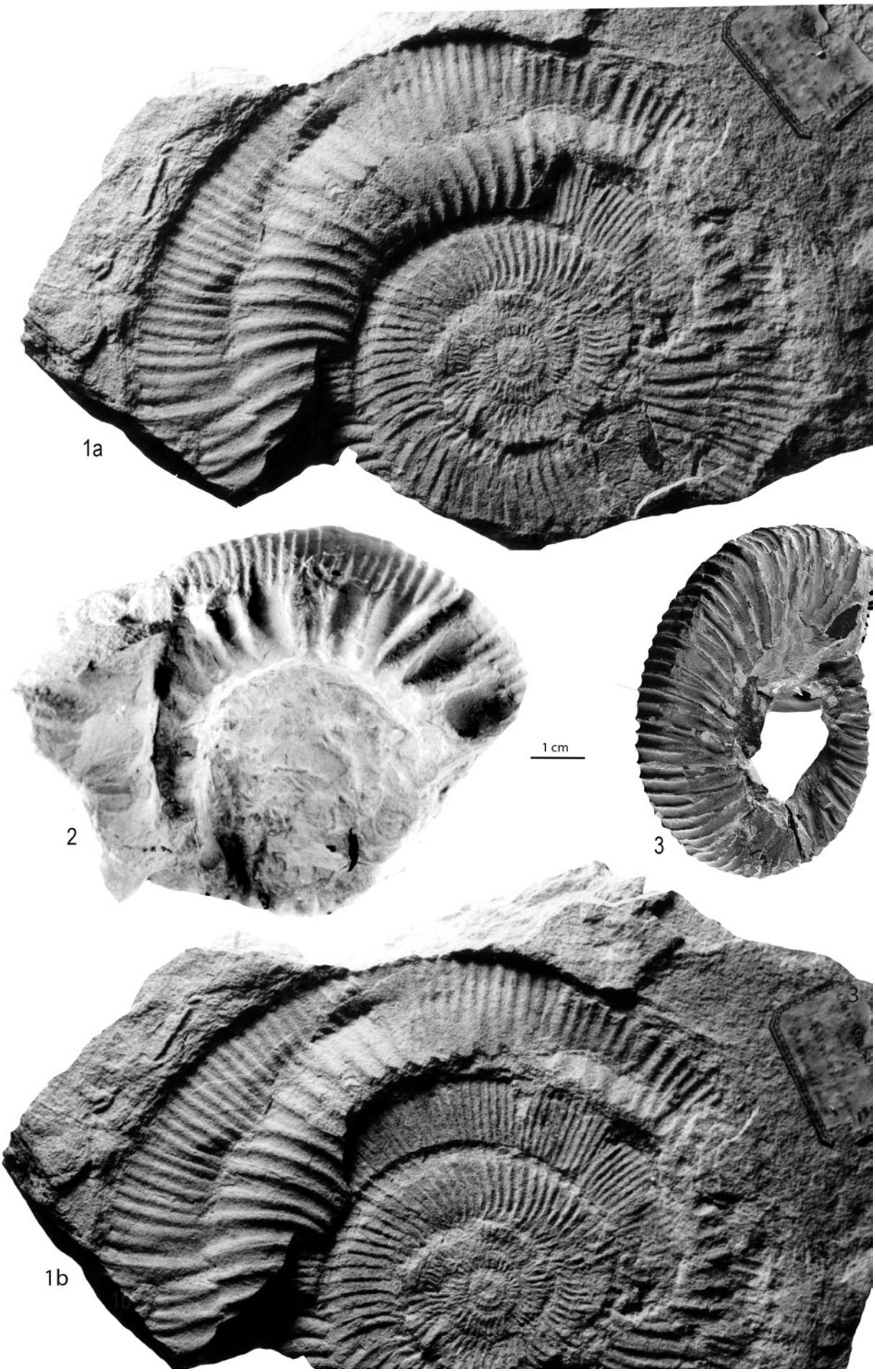
Planche VI

Fig. 1 : *Lithacoceras (Lithacoceras)* sp. Individu complet, à l'état de compression ; vues latérales, avec (1a) et sans (1b) une partie du dernier tour pour mieux voir le tour précédent ; Formation des Calcaires d'Orbagnoux, Kimméridgien supérieur, Lac d'Armaille (les Brulas), Saint-Germain-les-Paroisses, Ain, coll. Falsan, FSL 341375.

Fig. 2 : *Virgataxioceras* cf. *fruticans* (Schneid). Exemplaire conservé en volume, vue latérale ; « Calcaires de Grange Neuve », Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Enay, FSL 341389.

Fig. 3 : Lithacoceratinae indéterminé microconque. Individu déformé, complet avec l'ouverture conservée, vue latérale ; « Calcaires de Grange Neuve » ; Kimméridgien supérieur, col de la Lèbe (CD8b), Thézillieu, Ain, coll. Enay, FSL 341401.

Planche VI



mation pourrait être d'âge Tithonien inférieur (Énay *et al*., 1994), mais ce n'était qu'une hypothèse… et jusqu'à preuve du contraire, les deux formations sont considérées comme globalement de même âge. C'est la conclusion à laquelle conduit l'étude paléontologique de l'ensemble du matériel réuni pour ce travail.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie chaleureusement les personnes qui lui ont confié le matériel des collections dont ils ont la charge ou de leur propre collection, D. Berthet du CCEC (Centre de Conservation et d'Etude des Collections) du Musée des Confluences de Lyon, Mme A. Boullier (Besançon), MM. G. Barale et P. Bernier (Lyon), A. Prieur et E. Robert, les deux conservateurs qui se sont succédé à la tête des collections de Géologie de l'Université Claude Bernard-Lyon1. Remerciements également aux deux rapporteurs, G. Schweigert (Stuttgart) et P. Hantzpergue (Lyon) dont les remarques et commentaires ont largement contribué à l'amélioration de la version originale.

RÉFÉRENCES

Alabouvette B., Arthaud F., Bodeur Y., Barthes J.-P., Paloc H. & Aubague M. 1988. *Notice explicative de la feuille à 1/50 000 Le Vigan*. BRGM/Service géologique national, 68 pp.

Anonyme. 1987. *Carrières de dinosaures*. Le Tout Lyon et le Moniteur Judiciaire, 3078 : 11-12.

Arkell W. J. 1956. *Jurassic Geology of the World*. Edinburgh, London : Oliver & Boyd, 807 pp.

Arkell W. J., Kummel B. & Wright C. 1957. Mesozoic Ammonoidea. *In :* Moore R. C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology.* Part L. Mollusca 4. Cephalopoda. Ammonoidea. Geological Society of America and University of Kansas Press, New-York, Lawrence : L80-L465.

Atrops F., Bodeur Y. & Elmi S. 1984. Bordure ardéchoise et Languedoc méditerranéen. *In :* Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Jurassique supérieur : Malm. *Mémoires B.R.G.M.*, Orléans, 125 : 223-286 ; 126 : pls JS1-JS7.

Audo D., Charbonnier S., Schweigert G. & Saint Martin J.-P. 2014. New eryonid crustaceans from the Late Jurassic Lagerstätten of Cerin (France), Canjuers (France), Wattendorf (Germany) and Zandt (Germany). *Journal of Systematic Palaeontology*, 12(4) : 459-479.

Bantz H. U. 1969. Echinoidea aus Plattenkelken der Altmühalb. *Erlanger geologischen Abhandlungen*, 78 : 1-35.

Barale G. 1970. *Contribution à l'étude de la flore jurassique de France : la paléoflore du gisement kimméridgien de Creys (Isère)*. Thèse 3e Cycle, Lyon, 506 : 1-133. (inédit).

Barale G. 1971. *Pachypteris desmonera* (de Saporta) nov. comb., feuillage filicoïde du Kimméridgien de Creys (Isère). *Bulletin de la Société géologique de France*, 7, 13 (1-2) : 174-180.

Barale G. 1972. Sur la présence du genre *Rhapidopteris* Barale dans le Jurassique supérieur de France. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, D, 275 : 2467-2472.

Barale G. 1973. Première découverte de Ginkoales fossiles dans le Jurassique supérieur de l'Ile Crémieu, Jura méridional tabulaire. *Geobios*, 6(1) : 49-64.

Barale G. 1981. La paléoflore jurassique du Jura français : étude systématique ; aspects stratigraphiques et paléoécologiques. *Documents du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences*, 81 : 1-336.

Barale G. 1982. Le genre *Cycadopteris* Zigno au Jurassique dans l'Ouest européen. *Palaeontographica*, B183 : 8-56.

Barale G., Bernier P. (coord.), Bourseau J.-P., Buffetaut E., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1985. Cerin, une lagune tropicale au temps des dinosaures. *CNRS & Association des Amis du Musée de Lyon*, (éd.), 136 pp.

Barthel K. W. 1978. *Solnhofen. Ein Blick in die Erdgeschichte*. Ott Verlag Thun, 393 pp.

Bausch W. M., Viohl G., Bernier P., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1994. Eichstätt and Cerin : geochemical comparison and definition of two different Plattenkalk types. *Geobios*, M.S.16 : 107-125.

Berckhemer F. & Hölder H. 1959. Ammoniten aus dem Oberen Weissen Jura Süddeutschland. *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*, 35 : 1-135.

Bernier P. 1984a. Les formations carbonatées du Kimméridgien

Planche VII

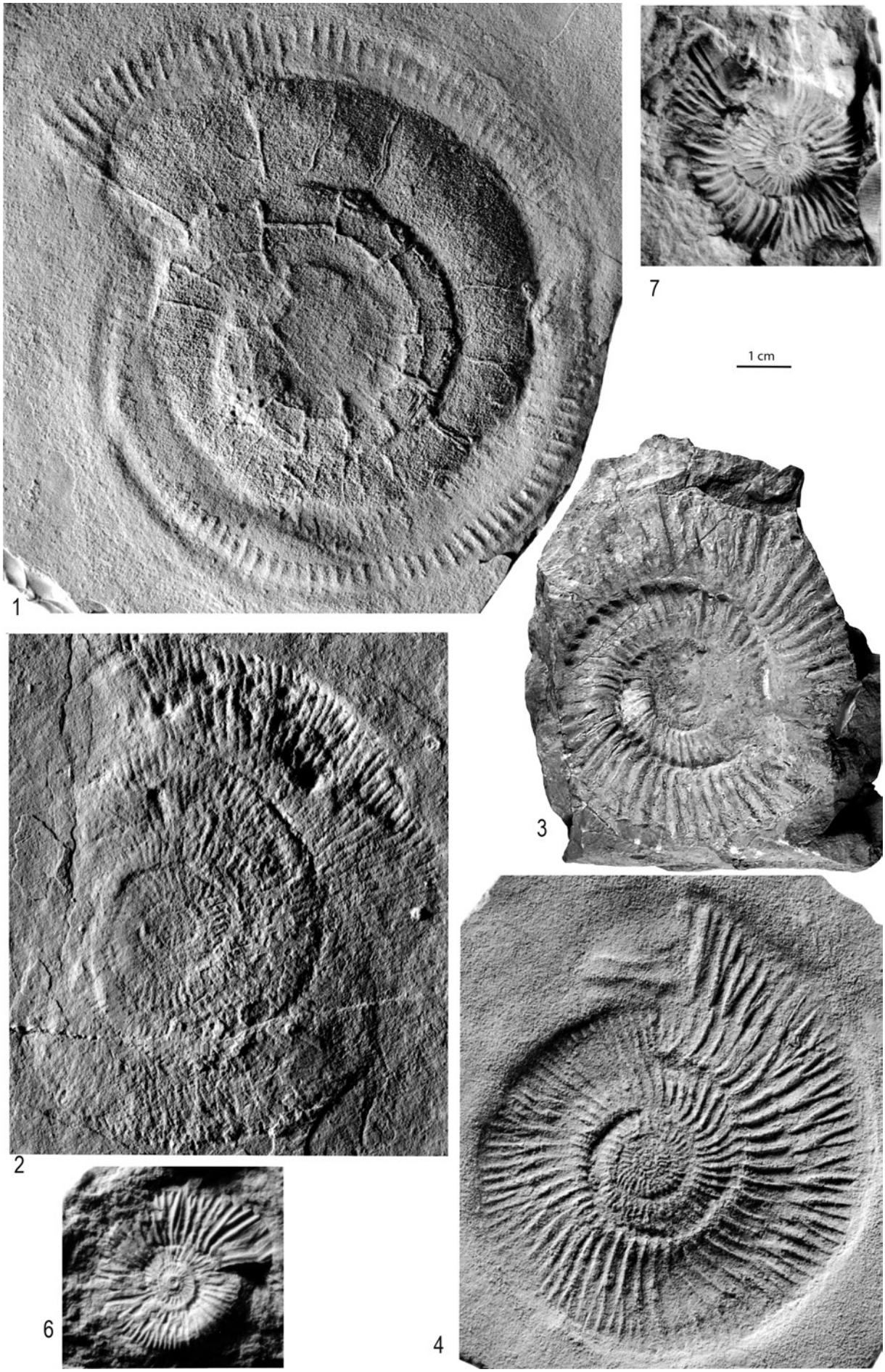
Fig. 1 : Lithacoceratinae indéterminé. Exemplaire témoignant d'un écrasement avec rupture de la coquille selon une ligne spirale dans la partie médiane du flanc ; vue latérale ; Formation des Calcaires de Cerin, Kimméridgien supérieur, carrière de pierre lithographique, Cerin, Ain, MHN Lyon 151105.

Fig. 2 : *Lithacoceras (Lithacoceras)* cf. *ulmense* (Oppel) *sensu* Schneid [= *L. schneidi* (Berckhemer), Roll, 1931]. Vue latérale ; Formation des Calcaires de Cerin, Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, carrière de pierre lithographique, exploitation scientifique, fouille supérieure, banc 250, Cerin, Ain, FSL 401702.

Fig. 3 : *Lithacoceras (Silicisphinctes)* sp. gr. *siliceus* (Quenstedt)-*hoelderi* (Sapunov). Vue latérale ; Formation des Calcaires de Cerin, Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, carrière de pierre lithographique, Creys-Pusignieu, Isère, coll. Enay, FSL 341387.

Fig. 4 : *Lithacoceras (Silicisphinctes)* nov. sp. Vue latérale ; Formation des Calcaires de Cerin, Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, carrière de pierre lithographique, Cerin, Ain, FSL 401806.

Figs 5-6 : Genre nouveau ? [aff. *Sarmatisphinctes* Kutek & Zeiss]. Microconques ; forme à densité costale élevée ; vues latérales ; « Calcaires de Grange Neuve », Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri. 5 : route du Colombier, Grange Neuve, Corbonod, Ain, coll. Bernier (GN1), FSL 341403 ; 6 : col de la Lèbe (CD8b), Thézillieu, Ain, coll. Boullier (LEB 5b), FSL 341400.


1
7
1 cm
3
2
6
4

et du Portlandien dans le Jura méridional. Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie. *Document des Laboratoires de Géologie*, 92(1) : 1-443.

Bernier P. 1984b. Les dinosaures sauteurs. *La Recherche*, 160 : 1439-1440.

Bernier P. 1984c. Milieux confinés jurassiques. Calcaires en plaquettes du Kimméridgien supérieur du Jura méridional. *In :* Énay R. (coord.), *Jurassique supérieur : Malm. Synthèse géologique du Sud-Est de la France*. BRGM, Orléans, 25 : 273-274.

Bernier P. 1985. Mise en place et dynamique sédimentaire du haut-fond sud-jurassien au Kimméridgien. *Bulletin de la section des Sciences*, 9 : 161-176.

Bernier P. 1994. For a reinstatement of "lithographic", a precise word to define a precise limestone. *Geobios*, M.S. 16 : 307-311.

Bernier P. & Courtinat B. 1979. Le microplancton (*Leiosphaeridae*) et la matière organique des calcaires d'arrière-récif du Kimméridgien supérieur dans le Jura méridional. Systématique, conditions de genèse et d'environnement. *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences*, 75 : 95-117.

Bernier P. & Énay R. 1972. Figures d'émersion temporaire et indices de sédimentation à faible profondeur dans le Portlandien et le Kimméridgien supérieur dans le Jura méridional. *Bulletin de la Société géologique de France*, (7), 14 : 281-292.

Bernier P. & Gaillard C. 1979. *Excursion A*. Jura méridional. IIe Symposium International sur les algues fossiles, Paris, livret-guide, 58 pp.

Bernier P. & Gaillard C. 1980. Bioconstructions du Jura méridional. *Geobios, Mémoire spécial*, 4 : 55-75.

Bernier P. & Gaillard C. 1990. *Les Calcaires lithographiques de Cerin (Jura méridional, France)*. 3e Symposium International sur les Céphalopodes actuels et fossiles, Lyon, 1990, Livret guide, Excursion A : 1-30.

Bernier P. & Gaillard C. (Eds) 1994. *Les Calcaires lithographiques, sédimentologie, paléontologie, taphonomie*. Table ronde internationale, CNRS, Lyon, juillet 1991. Geobios, M.S. 16 : 1-347.

Bernier P & Gaillard C. 2017. 3. Les Calcaires lithographiques de Cerin. *In :* Les Lagerstätten : des Gisements à conservation exceptionnelle. *Géochronique*, 141 : 33-39.

Bernier P., Busson G., Énay R. & Noël D. 1972. Les calcaires bitumineux d'Armailles, formation laminée du Kimméridgien de la région de Belley (Ain) et leurs conditions de dépôt. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 274 : 2925-2928.

Bernier P., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E., Demathieu G., Gaillard C. & Gall J.-C. 1982. Trace nouvelle de locomotion de Chélonien et figures d'émersion associées dans les Calcaires lithographiques de Cerin (Kimméridgien supérieur, Ain, France). *Geobios*, 15 : 447-467.

Bernier P., Barale G. & Bourseau J.-P. 1983. *Le chantier de fouilles paléoécologiques du Kimméridgien supérieur de Cerin (Ain, France)*. 1er Congrès International de Paléoécologie, Lyon (France), 18-23 Juillet 1983. Excursion 1 : 1-19.

Bernier P., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E., Demathieu G., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1984. Découverte de pistes de Dinosaures sauteurs dans les Calcaires lithographiques de Cerin (Kimméridgien supérieur, Ain, France). Implications paléoécologiques. *Geobios*, M.S. 8 : 177-185.

Bernier P., Gaillard C., Gall J.-C., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut G. & Wenz S. 1987. *Figures de déformation des voiles cyanobactériens à la surface des boues calcaires de la lagune de Cerin (Kimméridgien supérieur, Jura méridional, France)*. 1er Congrès Français de Sédimentologie, Paris, pp. 56-57.

Bernier P., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1991a. The Paleoecological excavations at Cerin (Southern French Jura Mountains). Results and interpretation. International Round Table "Lithographic Limestones", Lyon. *Geobios*, Special Issue 16 (Supplément 2) : 1-35.

Bernier P., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1991b. Les algues dasycladales des calcaires lithographiques de Cerin. Signification environnementale et taphonomique. Table Ronde Internationale « Calcaires Lithographiques », Résumé/Abstracts, *Geobios,* Supplement 2, M. S. 16 : 1-8.

Bernier P., Gaillard C., Gall J.-C., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut G. & Wenz S. 1991c. Morphogenetic impact of microbiotal mats on surface structure of lithographic limestones (Cerin area, Kimmeridgian, France). *Sedimentology*, 38 : 127-136.

Bernier P., Gaillard C., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E.,

---

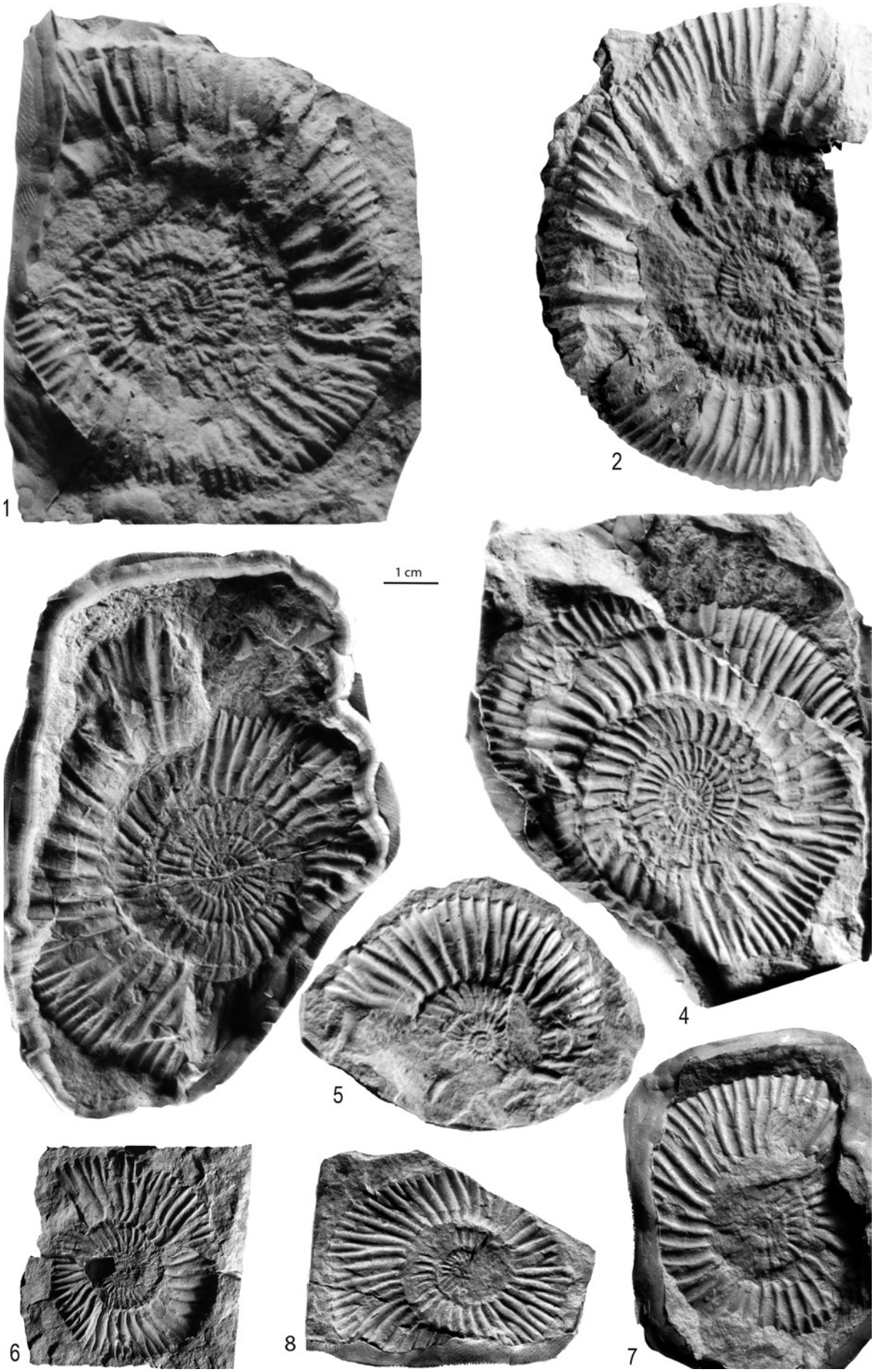
Planche VIII

Genre nouveau ? [aff. *Sarmatisphinctes* Kutek & Zeiss]. « Calcaires de Grange Neuve » ; Kimméridgien supérieur, zone à Beckeri, col de la Lèbe (CD8b), Thézillieu, Ain.

Figs 1-4 : 1-4 : macroconques, vues latérales ; coll. Boullier, 1 : (LEB 5b), FSL 341397 ; 2 : (LEB 8b) FSL 341398 ; 3 : (LEB 26), FSL 341396 ; 4 : (LEB 1), FSL 341399.

Fig. 5 : 5 : Microconque, forme à côtes peu nombreuses et espacées, l'ouverture préservée ; vue latérale ; coll. Boullier (LEB 89), FSL 341407.

Figs 6-8 : 6-8 : Microconques ?, formes à côtes peu nombreuse et espacées, ou tours internes de macroconques ; vues latérales ; coll. Boullier, 6 : (LEB 89) FSL 341395 ; 7 : (LEB 5) FSL 341402 ; 8 : (LEB 23) FSL 341405.


1
2
1 cm
4
5
6
8
7

Gall J.-C. & Wenz S. 1994a. The underlying substrate of the Cerin lithographic limestone. *Geobios*, M.S. 16 : 13-24.

Bernier P., Barale H., Bourseau J.-P., Buffetaut E., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1994b. La médiatisation des fouilles paléoécologiques effectuées dans les Calcaires lithographiques de Cerin (Jura méridional, France). Son rôle dans la protection du gisement. *Mémoire de la Société géologique de France*, N.S., 165 : 237-240.

Bernier P., Gaillard C., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E., Gall J.-C. & Wenz S. 2014. The lithographic limestones of Cerin (southern Jura Mountains, France). A synthetic approach and environmental interpretation). *Comptes Rendus Paléovol*., 13 : 383-402.

Bertrand M. 1885. Compte rendu de l'excursion du 29 Août à Charix. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 13 : 852-856.

Billon-Bruyat J.-P. 2003. *Les écosystèmes margin-littoraux du Jurassique terminal et du Crétacé basal d'Europe occidentale. Biochimie et événement biotique de la limite Jurassique/Crétacé*. Thèse de l'Université de Poitiers (inédite).

Bodeur Y. 1979. Esquisse d'une synthèse sédimentologique du Jurassique supérieur cévenol. Symposium « Sédimentation du Jurassique W-européen », *Association des sédimentologistes français,* Publication spéciale, 1 : 219-226.

Bornand M., Mandier P., Montjuvent G., Chenevoy M., Horon O. & Combier J. 1977. *Notice explicative de la feuille à 1/50 000 Valence*. BRGM/Service géologique national, 52 pp.

Borrelli L. 2014. Les Aulacostephanidae du Kimméridgien supérieur : systématique, évolution et biochronologie. *Revue de Paléobiologie*, 33 : 1-37.

Bourgeat E. 1887. Considérations sommaires sur la position des rognons siliceux du Jurassique supérieur dans le Jura méridional et les conséquences qui en découlent. *Bulletin de la Société géologique de France,* 3, 15 : 162-170.

Bourseau J.-P., Buffetaut E., Barale G., Bernier P., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1984. La carrière des calcaires lithographiques de Cerin (Ain, commune de Marchamp). Vie et extinction d'une exploitation communale sur un gisement paléontologique célèbre. *Nouvelles Archives du Musée d'Histoire naturelle*, Lyon, 22, supplément : 21-30.

Bourseau J.-P., Hess H., Bernier P., Barale G., Buffetaut E., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1991. Découverte d'ophiures dans les calcaires lithographiques de Cerin (Kimméridgien supérieur, Ain, France). Systématique et implications taxonomiques. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 312(2) : 793-799.

Bourseau J.-P., Bernier P., Barale G., Buffetaut E., Gaillard C., Gall J.-C., Roman J. & Wenz S. 1994. Taphonomie des Echinides du gisement de Cerin (Kimméridgien supérieur, Jura méridional, France). Implications environnementales. *Geobios*, Lyon, M.S. 16 : 37-47.

Breton G., Bourseau J.-P., Bernier P., Barale G., Buffetaut E., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1994. Les Astérides (Asteroidea, Echinodermata) des Calcaires lithographiques kimméridgiens de Cerin (Ain, France). *Geobios*, M.S. 16 : 49-60.

Broili F. 1932. Der obere Jura von Montsech (Provinz Lerida) im Vergleich mit der ob. Jura-Vorkommen von Cerin (Dept. Ain) und von Franken. *Géologie de la Méditerranée occidentale, Géologie des Pays Catalans*, Barcelone, 2, 16(3) : 3-11.

Buck W. 1958. *Die Gattung* Aspidoceras *im europäischen, insbesondere in süddeutschen Malm*. Dissertation-Manuskript, mit gedrucktem Dissertations Auszug, Tübingen.

Buffetaut E., Bernier P., Barale G., Bourseau J.-P., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1990. A new pterosaur bone from the Kimmeridgian lithographic limestones of Cerin (France). *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaeontologie*, 6 : 321-328.

Canaple J. 1952. *Etude géologique des environs de Chézery (carte à 1/20 000 de Saint-Julien-en-Genevois)*. Diplôme d'Etudes supérieures de l'Université de Lyon, 75 pp. (inédit).

Carpentier A. 1938. Remarques sur quelques Bennettitales du Kimméridgien du Bugey. *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon*, 6 : 174-180.

Carpentier A. 1939a. Remarques sur la flore de quelques gisements jurassiques. *Bulletin de la Société géologique de France*, (5), 9 : 111-114.

Carpentier A. 1939b. Note sur un faciès kimméridgien à plantes du Jura central. *Comptes rendus sommaires de la Société géologique de France*, 14 : 211-212.

Carpentier A. 1951. Faciès kimméridgien à Plantes dans la vallée de la Valserine. Remarques générales sur la flore du Kimméridgien du Jura. *Comptes rendus sommaires de la Société géologique de France*, 9 : 142-144.

Cayeux L. 1935. Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées (calcaires et dolomies). Masson éd., Paris : 463 pp.

Charbonnier S., Garassino A., Schweigert G. & Simpson M. 2013. A worldwide review of fossil and extant glypheid and litogastrid lobsters (Crustacea, Decapoda, Glypheoidea). *Mémoires du Muséum National d'Histoire naturelle*, 205 : 1-304.

Checa A. 1985. *Los Aspidoceratiformes en Europe (Ammonitina, fam. Aspidoceratidae : subfamilias Aspidoceratinae y Physodoceratinae)*. Tesis Doctorale Universidad Granada, 413 pp.

Chenevoy M., Elmi S., Lorenchet de Montjamont M., Combier J. & Michel R. 1977. *Notice explicative de la feuille à 1/50 000 Crest*. BRGM/Service géologique national, 41 pp.

Chevallier Th. 1989. Les formations carbonatées de la séquence ptérocérienne (Kimméridgien *pars*) dans le Jura français et les régions voisines. *Les Cahiers de l'Institut Catholique de Lyon*, Série Sciences, 2 : 1-195.

Chevallier Th., Tintant H. & Énay R. 1987. Nautilidés d'âge Kimméridgien dans le Jura français : conséquences stratigraphiques et paléogéographiques. *Géobios*, 20 : 713-723.

Choffat P. 1887. Compte rendu de l'excursion au Grand-Colombier. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 13 : 856.

Coccude-Michel M. 1963. Les Rhynchocéphales et les Sauriens des calcaires lithographiques d'Europe occidentale. *Nouvelles Archives du Musée d'Histoire naturelle*, Lyon, 7 : 1-187.

Contini D. 1972. Observations stratigraphiques sur le Kimméridgien du fossé de la Saône. *Comptes rendus sommaires de la Société géologique de France*, 2 : 76-77.

Contini D. & Hantzpergue P. 1973. Le Kimméridgien de la ré-

gion de Montbéliard. *Annales scientifiques de l'Université de Besançon, (3), Géologie*, 18 : 143-179.

Contini D. & Hantzpergue P. 1975. Le Kimméridgien de Haute-Saône. *Annales scientifiques de l'Université de Besançon, (3), Géologie*, 23 : 5-37.

Courtinat B. 1979. *Etude palynologique de quelques gisements du Jurassique supérieur du Jura méridional*. Thèse 3e Cycle, Lyon, 2754 pp. (inédite).

Dardeau G. 1983. *Le Jurassique des Alpes-Maritimes (France). Stratigraphie, paléogéographie, évolution du contexte structural à la jonction des dispositifs dauphinois, briançonnais et provençal.* Thèse de Doctorat, Université de Nice, 391 pp.

Davaud E., Strasser A., Bernier P. & Chevallier T. 1984. *Upper Jurassic carbonates in the area surrounding Geneva*. A. A. P. G. Annual Meeting, Field Guide Book, Trip 5, 1-11.

Deflandre G. 1939. Sur les Dinoflagellés des Schistes bitumineux d'Orbagnoux (Jura). *Bulletin de la Société Française de Microscopie*, 8 : 95-106.

Deflandre G. 1941. Le microplancton Kimméridgien d'Orbagnoux et l'origine des huiles sulfurées naturelles. *Mémoire de l'Académie des Sciences*, Paris, 65 : 1-32.

Delafond L. 1880. *Rapport au Conseil Général de l'Ain sur la Situation de l'Industrie Minérale dans le département*. 31 pages manuscrites (inédit).

De Riaz A. 1895. Etude sur les étages Jurassiques moyens et supérieurs des cantons Crémieu et Morestel (Isère). *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 23 : 366-394.

Dietl G. & Schweigert G. 2011. *Im Reich der Meerengel. Der Nusplinger Plattenkalk und seine Fossilien*. München, 144 pp.

Dominjon P. 1992. *Crocodiles et dinosaures en Bugey*. Le Bugey, 79 : 11-23.

Donze P. & Énay R. 1972. *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Seyssel (677)*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, notice explicative, 16 pp.

Donzeau M., Wernli R., Charollais J. & Monjuvent G. 1997. *Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Julien-en-Genevois (653)*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières-Service Géologique National, Orléans, Notice explicative par Donzeau M., Wernli R., Charollais J. & Monjuvent G., 144 pp.

Drian A. 1849. Minéralogie et Pétralogie des environs de Lyon. *Ed. Savy,* 3 : 1-540 pp.

Dumortier E. 1873. Description de quelques fossiles du Kimméridgien du Bugey. *Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles*, Lyon, IV(5) : 62-63.

Dumortier E. & Fontannes F. 1876. *Description des ammonites de la zone à* Ammonites tenuilobatus *de Crussol (Ardèche) et de quelques autres fossiles jurassiques nouveaux ou peu connus*. Lyon-Paris, F. Savy, 161 pp.

Durand A. 1933. L'étage Kimméridgien dans les départements de la Meuse et de la Haute-Marne. *Bulletin de la Société Géologique de France* (series 5), 2 (1932) : 293-335, pl. 20-21.

Eastman C. R. 1914. Catalog of the Fossil Fishes in the Carnegie Museum. Part III. Catalog of Fossil Fishes from the Lithographic Stone of Cerin, France. *Memoirs of the Carnegie Museum*, 6 : 349-388.

Ebray Th. 1872. Stratigraphie des étages Kimméridgien et Portlandien du S.-E. de la France. *Bulletin du Service de la Carte géologique de France*, 1 : 107-134.

Elmi S., Fabre J., Pellet J., Gottis M., Roger G., Lefebvre A., Gras H., Dumas P. & Kuntz P. 1967. *Carte géologique de la France à 1/80 000, feuille Alès (209)*, Service de la carte géologique de la France, Paris, notice, 22 pp.

Elmi S., Feys R., Samana J.-C. & Weisbrod A. 1974. *Notice explicative de la feuille à 1/50 000 Largentière*. BRGM/Service géologique national, 19 pp.

Elmi S., Brouder P., Berger G., Gras H., Busnardo R., Bérard P. & Vautrelle C. 1989. *Notice explicative de la feuille à 1/50 000 Bessèges*. BRGM/Service géologique national, 115 pp.

Elmi S., Busnardo R., Clavamus G., Kieffer G., Bérard P. & Michaëly B. 1996. *Notice explicative de la feuille à 1/50 000 Aubenas*. BRGM/Service géologique national, 170 pp.

Énay R. 1955. *Contribution à l'étude géologique des formations jurassiques supérieures de l'Ile Crémieu (Isère).* Diplôme d'Etudes Supérieures, Université de Lyon : 115 pp.

Énay R. 1958. Précisions stratigraphiques sur le Jurassique supérieur de l'Ile Crémieu (Jura méridional tabulaire). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 247 : 2164-2167.

Énay R. 1959. La stratigraphie du Jurassique supérieur dans la chaîne anticlinale Faucille-Grand Crêt d'Eau. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 248 : 125-128.

Énay R. 1965. Les formations coralliennes de Saint-Germain-de-Joux (Ain). *Bulletin de la Société géologique de France,* (7), 7 : 23-31.

Énay R. 1966. Le genre *Gravesia* (Ammonitina, Jurassique) dans le Jura français et les chaînes subalpines. *Annales de Paléontologie, Invertébrés*, Paris, 3(1) : 95-105.

Énay R. 1969. Le prétendu «Argovien» d'Entremont (Haute-Savoie). Découverte de la zone à Platynota (Kimméridgien inférieur) au Vuache (Jura méridional). *Société de Physique et Histoire Naturelle*, N.S., 4(1) : 68-76.

Énay R. 1972a. Etude préliminaire pour le parc naturel régional du Bugey -1. Aperçu géologique et géographique. *Bulletin de la Société d'Ecologie*, Paris, 3(3) : 328-334.

Énay R. 1972b. Etude préliminaire pour le parc naturel régional du Bugey - 5. La vie au Jurassique dans le Bas-Bugey. Le gisement de Cerin. *Bulletin de la Société d'Ecologie*, Paris, 3(3) : 393-396.

Énay R. 1977. A propos du dimorphisme chez les ammonites jurassiques. Quelques réflexions. *Haliotis*, 6 : 96-118.

Énay R. 1982. *Notice explicative. Carte géologique de la France (1/50 000), Feuille Saint-Rambert-en-Bugey (676)*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Carte géologique par R. Énay, M. de Montjamont & L. David. Service Géologique National, Orléans, 84 pp.

Énay R. 2000. Recalibrage biostratigraphique et datation nouvelle de surfaces d'émersion du Kimméridgien-Tithonien dans le Jura méridional et conséquences sur leur interprétation séquentielle. *Bulletin de la Société géologique de France*, 171(6) : 665-671.

Énay R. 2009. Les ammonites du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) et la stratigraphie des Spiti Shales (Callovien supérieur à Tithonien) du Pays Thakkhola, Népal central. *Documents des Laboratoires de Géologie*, Lyon, 166 : 1-351.

Énay R. & Boullier A. 2000. Première datation par ammonite et brachiopodes du Tithonien au Salève (Hte Savoie, France), conséquences sur l'interprétation stratigraphique et paléo-

géographique du Jurassique supérieur. *Bulletin de la Société géologique de France*, 171(6) : 673-680.

Énay R. & Hess H. 1962. Sur la découverte d'Ophiures (*Ophiopetra lithographica* n. g., n. sp.) dans le Jurassique. *Eclogae geologicae Helvetiae*, Basel, 55(2) : 657-673.

Énay R. & Hess H. 1970. Nouveaux gisements à Stelléroïdes dans le Kimméridgien supérieur (Calcaires en plaquettes) du Jura méridional (Ain, France). *Eclogae geologicae Helvetiae*, Basel, vol. 63(3) : 1093-1107.

Énay R., Bernier P. & Contini D. 1984. Haute-Saône et Jura. *In :* Énay R. (coord.), *Jurassique supérieur, Synthèse géologique du Sud-Est de la France*, Mémoire du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, France, 125 : 242-247.

Énay 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 geologicae Helvetiae*, 81 : 295-363.

Énay R., Bernier P., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E., Gaillard C., Gall J.-C. & Wenz S. 1994. Les ammonites des Calcaires lithographiques de Cerin (Ain, France) : stratigraphie et taphonomie. *Geobios*, M.S.16 : 25-36.

Erhart H. 1956. La genèse des sols en tant que phénomène géologique. *Evolution des Sciences*, Masson, Paris, 90 pp.

Fabre J. 1981. *Les Rhynchocéphales et les Ptérosauriens à crête pariétale du Kimméridgien supérieur-Berriasien d'Europe occidentale. Le gisement de Canjuers (France) et ses abords*. Fondation Singer-Polignac, Paris, 188 pp.

Falsan A. & Dumortier E. 1873. Note sur les terrains subordonnés aux gisements de poissons et de végétaux fossiles du Bas-Bugey. *Annales de la Société d'Agriculture*, Lyon, 4(5) : 143-218.

Fauconnier D. 1997. Dinoflagellés. Kystes de Dinoflagellés des domaines nord-ouest européen et sud-téthysien. *In* : Cariou E. & Hantzpergue P. (coord.), Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles des invertébrés et microfossiles. *Bulletin du Centre de Recherche Elf Exploration-Production*, Mém. 17 : 225-240.

Favre J. & Richard A. 1927. Etude du Jurassique supérieur de Pierre-Châtel et de la cluse de la Balme (Jura méridional). *Mémoire de la Société paléontologique suisse*, 46 : 1-39.

Fischer J.-C., Énay R., Gauthier H., Mouterde R., Thierry J. & Tintant H. 1994. Révision critique de la Paléontologie Française d'Alcide d'Orbigny. 1, Céphalopodes jurassiques. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris*, 340 pp.

Fontannes F. 1879a. *Diagnose de quelques espèces nouvelles des « Calcaires du Château » de Crussol (Ardèche)*. Storck, Lyon, 17 pp.

Fontannes F. 1879b. *Description des Ammonites des Calcaires du Château de Crussol (Ardèche) (Zone à* Oppelia tenuilobata *et* Waagenia beckeri*)*. F. Savy, Lyon-Paris, 122 pp.

Freyberg B. von. 1968. Übersicht über den Malm der Altmühl-Alb. *Erlanger geologische Abhandlungen*, 70 : 1-40.

Gaillard C. 1986. Traces fossiles et relations biocoenoses-taphocoenoses. *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, Paris, 4, 8, C/2 : 157-169.

Gaillard C. 2007. Environnements récifaux et péri-récifaux du Jurassique supérieur. Le Kimméridgien du Jura méridional. *Congrès de l'Association des Professeurs de Géologie*, Lyon, juillet 2007, livret-guide, 18 pp.

Gaillard C. 2011. A giant limulid trackway (*Kouphichnium lithographicum)* from the lithographic limestones of Cerin (Late Kimmeridgian, France) : ethological and environmental implications. *Swiss Journal of Geosciences*, 104 (Suppl. 1) : S57-S72.

Gaillard C., Bernier P. & Gruet Y. 1994a. Le lagon d'Aldabra (Seychelles, Océan Indien), un modèle pour le paléoenvironnement de Cerin (Kimméridgien supérieur, Jura méridional, France). *Geobios*, Lyon, M.S. 16 : 331-348.

Gaillard C., Bernier P., Gall J.-C., Gruet Y., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut G. & Wenz S. 1994b. Ichnofabric from the Upper Jurassic lithographic limestone of Cerin, Southeast France. *Paleontology*, 37 : 285-304.

Gaillard C., Goy J., Bernier P., Bourseau J.-P., Gall J.-C., Barale G., Buffetaut E. & Wenz S. 2006. New jellyfish taxa from the Upper Jurassic lithographic limestones of Cerin (France) : taphonomy and ecology. *Palaeontology*, 49(6) : 1287-1302.

Gall J.-C. 1989. Die Grabungsstelle der oberjurassischen Plattenkalke von Cerin (Südjura, Frankreich). *Archaeopteryx*, 7 : 7-11.

Gall J.-C., Bernier P., Gaillard C., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E. & Wenz S. 1985. Influence du développement du voile algaire sur la sédimentation et la taphonomie des calcaires lithographiques. Exemple du gisement de Cerin (Kimméridgien supérieur, Jura méridional français). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 301, 2(8) : 547-552.

Gaudant J. 1968. Contribution à une révision des *Anaethalion* de Cerin (Ain). *Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 2, 5(1) : 95-115.

Gervais P. 1871. Reptiles provenant des calcaires lithographiques de Cerin, dans le Bugey, qui sont conservés au Musée de Lyon. *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, 2, 28 : 171-172.

G.F.E.J. (Groupe Français d'Etude du Jurassique) 1980. Synthèse paléogéographique du Jurassique français. *Documents des Laboratoires de Géologie*, Lyon, H.S. 5 : 1-210.

Gidon P., Énay R., Caillon, M. & Doudoux B. 1970. *Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille de Rumilly (702)* ; Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, Notice explicative par P. Gidon, 16 pp.

Gigout M., Énay R., Pierre G. & Rampnoux J.-P. 1976. *Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille La Tour-du-Pin (724)*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, notice explicative, 15 pp.

Gorin G., Gülacar F. & Cornioley Y. 1989. Organic geochemistry, maturity, palynofacies and palaeoenvironment of Upper Kimmeridgian and Lower Tertiary organic-rich samples in the southern Jura (Ain, France) and subalpine massifs (Haute-Savoie, France). *Eclogae geologicae Helvetiae*, Basel, 82(2) : 491-515.

Guébhardt A. 1902. Relevé des horizons à silex observables dans les Alpes maritimes. *Bulletin de la Société géologique de France*, 4(2) : 919-922.

Gubler Y. & Louis M. 1956. Etudes d'un certain milieu du Kimméridgien bitumineux de l'Est de la France. *Revue de l'Institut Français du Pétrole et Annales des Combustibles liquides*, Paris, 11/12 : 1536-1543.

Hantzpergue P. 1975. *Le Kimméridgien à céphalopodes du Jura méridional. Stratigraphie et paléontologie*. Thèse 3e cycle Univ. Cl. Bernard, Lyon, 459 : 1-287 (inédit).

Hantzpergue P. 1983. Précisions nouvelles sur la limite Kimméridgien-Portlandien *sensu gallico*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 296(2) : 1803-1805.

Hantzpergue P. 1987. *Les ammonites kimméridgiennes du haut-fond d'Europe occidentale (Perisphinctidae, Aulacostephanidae, Aspidoceratidae)*. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. de Poitiers, 447 : 1-568. (inédit).

Hantzpergue P. 1989. Les ammonites kimméridgiennes du haut-fond d'Europe occidentale : biochronologie, systématique, évolution, paléobiogéographie. *Cahiers de Paléontologie*, CNRS éd., Paris, 428 pp.

Hardenbol J., Thierry J., Farley M. P., Jacquin T., De Graciansky P.-C. & Vail P. R. 1998. Jurassic chronostratigraphie. *In* : De Graciansky P.-C., Hardenbol J., Jacquin T., Vail P.R. & Farley M. (Eds.), M*esozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European Basins*. SEPM, Special Publication 60 : 1-132.

Herbich F. 1868. Beiträge zur Paläontologie Siebenburgens Verhandlungen und Mitteilungen den Siebenburgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermanstadt. *Mitteilungen der ArbGemeinde für Naturwissenschaften Sibiu-Hermanstadt*, 19 : 24-36.

Herbich F. 1878. Das Széklerland mit Berücksichtigung der angrenzenden Landestheile, geologisch und paläontologisch beschreiben. *Mitteilungen aus dem Jahrbuch der Königlich Ungarischen Geologischen Anstalt,* 5(2) : 19-363.

Hirtz P. 1948. Etude géologique de l'anticlinal du Gros-Foug au Nord de Serrières-en-Chautagne. *Diplôme d'Etudes supérieures*, Lyon, 112 pp.

Hölder H. & Ziegler B. 1959. Stratigraphische und faunistische Beziehungen im Weissen Jura (Kimmeridgien) zwischen Süddeutschland und Ardèche. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Abh. 108(2) : 150-214.

Hollande, M. 1885. Note sur les terrains jurassiques du Chanaz, du Mollard-de-Vions (Savoie), du Grand-Colombier (Ain) et des environs de Chambéry (Savoie). Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura. *Bulletin de la Société géologique de France,* (3), 13 : 876-880.

Ilovaisky D. & Florensky K. P. 1941. Les Ammonites du Jurassique supérieur des bassins des rivières Oural et Ilek. *In* : Contributions à la connaissance de la géologie de l'U.R.S.S. *Société Naturelle de Moscou*, N.S., 1(5) : 1-195.

Itier J. 1839. Mémoires sur les roches asphaltiques de la chaîne du Jura. *Bulletin de la Société de statistique de l'Isère*, Grenoble, 2 : 1-128.

Jacquemin E. 1891. Etudes sur les terrains secondaires du département de l'Ain. *Annales de la Société d'Emulation de l'Ain*, 24 : 282-475.

Kerrien Y., Monjuvent G., Juventin G., de Montjamont M. & Gaillard C. 1990. *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Belley (653). Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans*. Notice explicative par Y. Kerrien & M. Monjuvent, 73 pp.

Kilian W. & Guébhard A. 1905. Etude paléontologique et stratigraphique du système jurassique dans les Préalpes maritimes. *Bulletin de la Société géologique de France*, 4(2) : 737-828.

Knoll F. & Bouveur A. 2001. A large Jurassic pterodactyloid in northern France and a review of the French Pterosaur record. *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, 172(4) : 447-454.

Krummenacher R. 1971. Stratigraphie du bassin de la Valserine. *Archives des Sciences*, 24(2) : 227-258.

Kutek J. & Zeiss A. 1997. The highest Kimmeridgian and Lower Volgian in Central Poland ; their ammonites and biostratigraphy. *Acta geologica Polonica*, 47 : 107-198.

Loriol P. de. 1895. Etude sur quelques Echinodermes de Cirin. *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, 6 : 1-7.

Loriol P. de & Bourgeat E. 1886. Etude sur les mollusques des couches coralligènes de Valfin. *Mémoire de la Société paléontologique suisse*, 23 : 1-120.

Loriol P. de & Pellat E. 1874-1875. Monographie paléontologique et géographique des étages supérieurs de la formation jurassique des environs de Boulogne-sur-Mer. *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, 23 : 253-426.

Loriol P. de, Royer E. & Tombeck H. 1872. Monographie paléontologique et géologique des étages supérieurs de la formation Jurassique du Département de la Haute-Marne. *Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie*, 16 : 1-484.

Lortet J. 1892. Les Reptiles fossiles du bassin du Rhône. *Archives du Musée d'Histoire Naturelle*, Lyon, 5 : 1-159.

Lory C. 1851. Notice sur le plateau jurassique du Nord de l'Isère. *Bulletin de la Société Statistique*, 2(1) : 1-16.

Lory C. 1860. Description géologique du Dauphiné (Isère, Drôme, Hautes Alpes) pour servir à l'explication de la carte géologique de cette province. Première partie, 240 pp.

Lory C. 1866. Sur les couches à poissons du Bugey. *Bulletin de la Société géologique de France*, 2(23) : 612.

Macfarlane J. M. 1923a. *The Evolution and Distribution of Fishes*. Mac Millan, New York, 564 pp.

Macfarlane J. M. 1923b. *Fishes the source of Petroleum*. Mac Millan, New York, 541 pp.

Mangold C. & Énay R. 2004. *Notice explicative. Carte géologique de la France à 1/50000, feuille Nantua (652)*. Carte géologique par C. Mangold, R. Énay, J. P. Bourseau et M. (de) Montjamont. Bureau de Recherche Géologique et Minière, Orléans, 180 pp.

Mazin J.-M., Hantzpergue P. & Olivier N. 2017. The dinosaur tracksite of Plagne (Early Tithonian, Late Jurassic) : The longest known sauropod trackway. *Geobios*, 50(4) : 267-348.

Meyer H. von. 1852. Mittheilungen an Professor Bronn gerichtet. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefakten-Kunde*, 20 : 831-833.

Meyer H. von. 1860. *Zur Fauna der Vorwelt. IV. Reptilien aus dem lithographischen Schiefer des Jura in Deutschland und Frankreich*. H. Keller, Frankfurt-am-Main, 144 pp.

Meyer M. 2000. Le Complexe récifal kimméridgien-tithonien du Jura méridional interne (France), évolution multifactorielle, stratigraphie et tectonique. *Terre et Environnement, Section des Sciences de la Terre*, Université de Genève, 24 : 1-179.

Musée Guimet d'Histoire naturelle-CRDP. 1985a. *Cerin, une lagune tropicale au temps des Dinosaures*, Fiche pédagogique CRDP Lyon, 17 : 1-13.

Musée de Lyon. 1985b. *Cerin, une lagune tropicale au temps des Dinosaures*. CNRS-Association des Amis du Muséum, Lyon, 136 pp.

Muséum de Lyon. 2004. *Fossiles de Cerin*. M. Philippe, D. Besson & D. Berthet (editors), 127 pp.

Neumayr M. 1873. Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. *Abhandlungen der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt*, 5(6) : 141-257.

Ohmert W. & Zeiss A. 1980. Ammoniten aus dem Hangenden Bankkalken (Unter-Tithon) der Schwäbischen Alb

(Südwestdeutschland). *Abhandlungen des Geologischen Landesamtes*. Baden-Württemberg, 9 : 5-50.

Olóriz F. 1978. *Kimmeridgiense-Tithonico inferior en el Sector central de las Cordilleras Béticas (Zona Subbética)*. Paleontologia, Bioestratigrafia. Tesis Doctorales Universidad de Granada, 184 : 1-758.

Oppel A. 1862-1863. Ueber jurassische Cephalopoden. *Palaeontologische Mittheilungen aus dem Museum des koeniglich Bayerische Staates*, 3 : 127-162 (1862), 163-266 (1863).

Oppel A. 1865. Die tithonische Etage. *Zeitschrift der Deutschen Geologische Gesellshaft*, 17 : 535-558.

Orbigny, Alcide d', 1842-1851. *Paléontologie Française. Terrains oolithiques ou jurassiques. I, Céphalopodes*. Paris : 1-180 (1842) ; 81-192 (1843) ; 193-312 (1844) ; 313-368 (1845) ; 369-432 (1846) ; 433-464 (1847) ; 465-504 (1848) ; 505-520 (1849) ; 521-632 (1850) ; 633-642 (1851).

Parent H., Scherzinger A. & Schweigert G. 2008. Sexual phenomena in Late Jurassic Aspidoceratidae. Dimorphic correspondence between *Physodoceras hermanni* (Berckhemer) and *Sutneria subeumela* Schneid, and first record of possible hermaphroditism. *Palaeodiversity*, 1 : 181-187.

Pelletier M. 1953. Observations stratigraphiques sur les formations coralligènes du Bugey (Ain). Comptes *rendus de l'Académie des Sciences de Paris,* 237 : 1540-1542.

Pillet L. 1887a. Compte rendu de l'excursion du 30 Août au Val de Fier. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 13 : 857-859.

Pillet M. 1887b. Compte rendu de l'excursion du 31 Août à la Balme, à la cluse de Yenne et au fort de Pierre Châtel. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 13 : 860-863.

Pillet L. 1887c. Compte rendu de l'excursion du 1er Septembre au Lac d'Armailles. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura. *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, (3), 13 : 864-866.

Pillet M. 1887d. Compte rendu de l'excursion supplémentaire du 2 Septembre au Mollard-de-Vions et à Chanaz. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 13 : 874-876.

Poujol P. 1952. *Etude géologique du massif du Grand Crêt-d'Eau et de la partie septentrionale du Mont Vuache*. Diplôme d'Etudes supérieures de l'Université de Lyon, 60 pp. (inédit).

Quenstedt F.A. 1887-1888. Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. III - Der Weisse Jura. *Schweizerbart'sche Verlags buchhandlung* : 817-944 (1887) ; 945-1140 (1888).

Révil J. 1889. Etude sur le Jurassique moyen et supérieur du Mont-du-Chat. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Savoie*, 2 : 1-35.

Révil J. 1911. Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie. *Travaux du Laboratoire de Géologie, Université de Grenoble*, 9(3) : 1-622.

Reyment R. A. 1973. Factors in the distribution of fossil cephalopods. Part 3. Experiment with exact models of certain shell types. *Bulletin of the Geological Institute of Uppsala*. New Series : 7-41.

Riche A. 1897. Révision de la feuille de Nantua. *Comptes rendus des Collaborateurs. Service de la carte géologique de la France*, 9(59) : 150-152.

Riche A. 1898. Feuille de Chambéry. *Bulletin du Service de la Société géologique de France*, 11(73) : 122-125.

Riche A. 1900. Feuille de Nantua. *Bulletin du Service de la Société géologique de France*, 10(63) : 157-160.

Riche A. 1905. Feuille de Lyon au 320 000e. Révision des feuilles de Saint-Claude, Nantua, Chambéry. *Bulletin du Service de la Société géologique de France*, 16(105) : 72-76.

Riche A. 1907. Feuille de Lyon au 320 000e. *Bulletin du Service de la Société géologique de France*, 17, 115 : 158-165.

Riche A. 1910. Feuille de Lyon au 320 000e. Révision des feuilles de Saint-Claude, Nantua et Chambéry au 80 000e). *Bulletin du Service de la Société géologique de France*, 20(126) : 194-200.

Roll A. 1931. Die Stratigraphie des Oberen Malm in Lauchertgebiet (Schw. Alb) als Unterlage für tektonische Untersuchungen. *Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt*, Berlin, N.S. 135 : 1-164.

Roll A. 1933. Über den Oberen Malm der südwestlichen Frankenalb. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, B, 10 : 553-564.

Roll A. 1934. Form, Bau und Entstehung der Schwammstotzen im süddeutschen Malm. *Palaeontologische Zeitschrift*, 16 : 197-246.

Röper M. 2005. *Field Trip B : East Bavarian Plattenkalk – Different Types of Upper Kimmeridgian to Lower Tithonian Plattenkalk Deposits and Facies*. 4th International Symposium on Lithographic Limestone and Plattenkalk, Eichstätt/Solnhofen, September 2005 ; Abstracts and Field-Trip Guides. Zitteliana, Abhandlungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Geologie, 26 : 57-70.

Rothpletz A. 1909. Über die Einbettung der Ammoniten in den Solnhofener Schichten. *Abhandlungen königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften*, 92 : 205-252.

Saint-Seine P. de. 1946. Les squales de Cerin (Ain) et l'origine des Squales de l'ordre des *Galea. Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 122 : 673-674.

Saint-Seine P. de. 1949. Les poissons des calcaires lithographiques de Cerin (Ain). *Nouvelles Archives du Musée d'Histoire naturelle*, Lyon, 2 : 1-357.

Saint-Seine P. de. 1950. La vie dans le chenal de Cerin (Ain) au Jurassique supérieur. Comptes *rendus sommaires de la Société géologique de France*, 234 : 66-69.

Saporta G. de. 1872-1873. *Paléontologie française. Plantes jurassiques. Tome 1, Introduction, Algues, Equisétacées, Characées, Fougères*. Paris, 506 pp.

Saporta G. de 1873. Notice sur les plantes fossiles du niveau des lits à poissons de Cerin. *Annales des Sciences physiques et naturelles de la Société Impériale d'Agriculture et Histoire naturelle*, 4 : 27-41.

Saporta G. de. 1875. *Paléontologie Française. Plantes Jurassiques. Cycadées*, Masson, Paris, pp. 289-352.

Saporta G. de 1891. *Paléontologie Française. Plantes Jurassiques. IV. Ephédrées, Spirangiées, Types proangiospermiques et supplément final*. Masson, pp. 353-548.

Sapunov I. G. 1979. Les Fossiles de Bulgarie. III.3. Jurassique supérieur. Ammonoidea. *Académie Bulgare des Sciences*, 263 pp.

Sarti C. 1993. Il Kimmeridgiano delle Prealpi Veneto-Trentine : Fauna e biostratigrafia. *Museo civico de Storia naturale di Verona, (II Serie), Sezione Scienze della Terra*, 5 : 1-145.

Schairer G. & Barthel W. 1981. Die Cephalopoden des

Korallenkalks aus dem Oberen Jura von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau. *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische München*, 21 : 3-21.

Scherzinger A. & Mitta V.V. 2006. New data on ammonites and stratigraphy of the Upper Kimmeridgian and Lower Volgian (Upper Jurassic) of the middle Volga Region (Russia). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 214(2) : 225-251.

Schneid Th. 1915-1916. Die Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. d. Donau. Stratigraphischer Teil 1. Geognostische Jahreshefte, 27(1914) : 59-172 ; Teil 2. *Geognostische Jahreshefte*, 28(1915) : 1-60.

Schweigert G. 1994. Über einige bemerkenswerte Ammoniten im Oberkimmeridgium der Schwäbischen Alb (Südwestdeutschland). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, B, 203 : 1-15.

Schweigert G. 1997. Die Ammonitengattungen *Simocosmoceras* Spath und *Pseudhimalayites* Spath (Aspidoceratidae) im süddeutschen Oberjura. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, B, 246 : 1-29.

Schweigert G. 1998. Die Ammonitenfauna des Nusplinger Plattenkalks (Ober-Kimmeridgium, Beckeri Zone, Ulmense-Subzone, Baden-Württemberg. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, B, 267 : 1-61.

Schweigert G. 2000. New Biostratigraphic Data from the Kimmerdgian/Tithonian Boundary Beds of SW Germany. *GeoResearch Forum*, 6 : 195-202.

Schweigert G. 2007. Ammonites biostratigraphy as a tool for dating Upper Jurassic lithographic limestones from South Germany - first results and open questions. *Neue Jahrburch fur Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 245(1) : 117-125.

Schweigert G. & Scherzinger A. 2014. Miscellanea aus dem Nusplinger Plattenkalk (Ober-Kimmeridgium, Schwäbische Alb). 15. Die Ammonitengattung *Virgataxioceras* Arkell. *Jahresberichte und Mitteilungen des oberrheinischen geologischen Vereines*, Neue Folge, 96 : 341-349.

Schweigert G. & Vallon L. H. 2005. First record and correlation value of *Aulacostephanus* cf. *subundorae* (PAVLOW) (Ammonoidea, Upper Jurassic) from SW Germany. *Neues Jahrbuch für Geology und Paläontology,* Monatshefte. Stuttgart, (2) : 65-82

Schweigert G. & Zeiss A. 1999. *Lithacoceras ulmense* (Oppel) (Ammonitina) eine wichtige Leitart des ober-Kimmeridgiums. *Neue Jahrburch fur Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 211 : 49-73.

Schweigert G., Krishna J., Pandey B. & Pathak D. B. 1996. A new approach to the correlation of the Upper Kimmeridgian Beckeri Zone accros the Tethyan Sea. *Neues Jahrbuch fur Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 202 : 345-373.

Sigal J. 1962. Contribution à l'étude du faisceau occidental du Jura bugeysan (feuille de Belley au 50 000e). *Bulletin du Service de la carte géologique de la France*, 268(59) : 1-77.

Sittler C. 1954. Présence de formes polliniques dans quelques sédiments du Kimméridgien en France. Comptes *rendus sommaires de la Société géologique de France*, 13 : 338-341.

Spath L.F. 1927-1933. Revision of the Jurassic cephalopod fauna of Kachh (Cutch). *Palaeontologia Indica* N.S., 9, 2(1-6) : 1-945.

Straelen V. van. 1922. Les Crustacés décapodes du Portlandien de Cerin-Marchampt (Ain). *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris*, 175 : 1224-1226.

Straelen V. van. 1925. Contribution à l'étude des Crustacés décapodes de la période jurassique. *Mémoire de l'Académie Royale de Belgique, Classe des Sciences*, (2), 7(1) : 1-462.

Taugourdeau P. 1973. Aperçu sur les Scolécodontes du Mésozoïque français. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris*, 277, D : 2659-2660.

Thierry J., Marignac C., Ledru P., Reboulet S., Dagain J., Naud G., Roger J., Laumonnier B. & Vernhet Y. 2014. *Notice explicative de la feuille à 1/50 000 Privas*. BRGM/Service géologique national, 166 pp.

Thiollière V. 1849. Sur un nouveau gisement de poissons fossiles dans le Jura du Bugey. *Annales de la Société d'Agriculture*, Lyon, 2(1) : 43-66.

Thiollière V. 1852. Troisième notice sur les gisements à Poissons fossiles situés dans le Jura du département de l'Ain. *Annales de la Société d'Agriculture*, Lyon, 4(2) : 353-446.

Thiollière V. 1854. Description des poissons fossiles du Bugey et sur l'application de la méthode de Cuvier à leur classement (1re livraison). *Annales des Sciences physiques et naturelles de la Société Impériale d'Agriculture et Histoire naturelle*, 2(4) : 1-26.

Thiollière V. 1858. Note sur les poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey (1re livraison). *Bulletin de la Société géologique de France*, 2(15) : 782-793.

Thiollière V. 1871. *Description des poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey. 2e partie revue et corrigée par M. P. Gervais*. Pitrat, Lyon et Savy, Paris, pp. 3-90.

Thiollière V. 1873. Description des poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey (2e livraison). *Annales des Sciences physiques et naturelles de la Société Impériale d'Agriculture et Histoire naturelle*, Lyon, 4 : 7-26.

Thiollière V. & de Meyer H. 1851. *Seconde notice sur le gisement et les corps organisés fossiles des calcaires lithographiques dans le Jura du département de l'Ain par V. Thiollière, comprenant la description de deux reptiles inédits provenant de ces couches par H. de Meyer*. Barret, Lyon, 76 pp.

Toucas A. 1888. Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 16 : 903-930.

Toucas A. 1889. Nouvelles observations sur le Jurassique supérieur de l'Ardèche. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 17 : 729-742.

Toucas A. 1890. Etude de la faune des Couches tithoniques de l'Ardèche. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3(18) : 560-630.

Tournier J. 1888. Notes géologiques sur le département de l'Ain. *Feuilles des Jeunes Naturalistes*, 214 : 134 ; 215 : 144-148.

Tribovillard N. P., Gorin G., Hopegartner G., Manivit H. & Bernier P. 1991. Conditions de dépôt et matière organique en milieu lagunaire d'âge kimméridgien du Jura méridional français (résultats préliminaires). *Eclogae geologicae Helvetiae*, 84 : 441-461.

Tribovillard N.P., Gorin G., Belin S., Hopegartner G. & Pichon R. 1992. Organic-rich biolaminated facies from a Kimmeridgian lagoonal environment in the French

Southern Jura Mountains - A way of estimating accumulation rate variations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 99 : 163-177.

Tribovillard N., Trichet J., Défarge C. & Trentesaux A. 1999. Jurassic lagoonal environments and quasi-abiotic platy limestone accumulation : microbiotal intervention. *Sedimentology*, 46 : 1183-1197.

Tribovillard N., Trentesaux A., Trichet J. & Défarge C. 2000. A Jurassic counterpart for modern kopara of the Pacific atolls : lagoonal, organic matter-rich, laminated carbonate of Orbagnoux (Jura Mountains, France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 156 : 277-288.

Vannier J., Margerard A.-L., Hantzpergue P., Gaillard C., Mazin J.-M., Lafaurie G., Gourat C. & Orbette D. 1999. *Isopod trackway from the Crayssac Lagerstätte (Lower Tithonian, SW France)*. Poster. Life and Environments in Purbeck Time, Dorset County Museum, Mars 1999.

Veyretout P. 1952. *Etude stratigraphique et tectonique de la région de Champfromier*. Diplôme d'Etudes supérieures de l'Université de Lyon, 90 pp. (inédit).

Viohl G. 1992. The "Solnhofen Lithographic Limestone" (Bavaria, Germany). International Round-Table "Lithographic Limestones", Lyon, July 1991. *Geobios*, Suppl. 3, Mém. Spec. 16 : 48.

Wenz S., Bernier P., Barale G., Bourseau J.-P., Buffetaut E., Gaillard C. & Gall J.-C. 1994. L'ichthyofaune des Calcaires lithographiques du Kimméridgien supérieur de Cerin (Ain, France). *Geobios*, M.S. 16 : 61-70.

Woodward A. S. 1889. Note on *Rhinobatus bugesiacus*, a Selachian Fish from the lithographic stone. *Geological Magazine*, 3 : 393-396.

Woodward A. S. 1895. Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum. Part III, 544 pp.

Zeiss A. 1968. Untersuchungen zur Paläontologie der Cephalopoden des Unter-Tithon der Südlichen Frankenalb. *Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaft, München, Mathematisch-Naturwissenshaftliche Klasse*, N.S., 132 : 1-191.

Zeiss A. 1979. Neue Sutnerien-Funde aus Ostafrika. Ihre Bedeutung für Taxonomie und Phylogenie der Gattung. *Paläontologische Zeitschrift*, 53 : 259-280.

Zeiss A. 2001. Wenig bekannte Ammoniten aus dem Grenzbereich Oberkimmeridgium/Untertithonium der Südlichen Frankenalb. *Archaeopteryx*, 19 : 57-70.

Ziegler B. 1958a. Feinstratigraphie Untersuchungen im Südwdestdeutschlands. Ihre Bedeutung für Paläontologie und Paläogeographie. *Eclogae geologicae Helvetiae*, 51 : 265-278.

Ziegler B. 1958b. Monographie der Ammonitengattung *Glochiceras* im epicontinentalen Weissjura Mitteleuropas. *Palaeontographica*, A 110 : 93-164.

Ziegler B. 1962. Die Ammoniten-Gattung *Aulacostephanus* im Oberjura (Taxionomie, Stratigraphie, Biologie). *Palaeontographica*, 119A : 172 pp., 22 pl.

Zittel K. A. von, 1870. Palaeontologische Studien über die Grenz-schichten der Jura und Kreide-Formation im Gebiete der Karpathen, Alpen und Apenninnen. 2, Die Fauna der älteren Cephalopoden fuehrenden Tithonbildungen. *Palaeontologische Mittheilungen der Bayerische Staatsamlung,* 2 : i +vii + 119-311, pl. 1(25)-15(39).