

**Zeitschrift:** Archives des sciences [2004-ff.]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 68 (2015)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Étude palynologique du sondage du Morand (commune de Montricher, canton de Vaud, Suisse) : lithologie, inventaire paléontologique et biostratigraphie du Crétacé inférieur du Jura vaudois  
**Autor:** Jan du Chene, Roger / Monteil, Eric / Charollais, Jean  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-738371>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 31.01.2026

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

# Etude palynologique du sondage du Morand (commune de Montricher, canton de Vaud, Suisse)

## Lithologie, inventaire paléontologique et biostratigraphie du Crétacé inférieur du Jura vaudois

Roger JAN DU CHENE<sup>1</sup>, Eric MONTEIL<sup>2</sup>, Jean CHAROLLAIS<sup>3</sup>, Bruno GRANIER<sup>4</sup>, Bernard CLAVEL<sup>5</sup>

Ms. reçu le 20 avril 2016, accepté le 9 juin 2016

### Résumé

L'étude lithologique et palynologique du sondage du Morand implanté au pied du Jura vaudois permet de décrire une coupe continue des formations du Crétacé inférieur jurassien et d'utiliser la nouvelle nomenclature lithostratigraphique recommandée par le Comité suisse de stratigraphie. A partir de 55 échantillons prélevés dans les niveaux les plus favorables et préparés pour une étude palynologique, un inventaire exhaustif des kystes de dinoflagellés (= dinokystes) conduit à préciser et/ou à confirmer les datations des différentes formations comprises entre la Formation de Vallorbe (= Urgonien blanc auct.) et la Formation de Twannbach. Les extensions des dinokystes ont été calibrées sur les Zones standard d'ammonites en domaine de bassin.

Surmontée par la Formation de Vallorbe (Hauterivien supérieur), la Formation des Gorges de l'Orbe (= Gorges de l'Orbe auct.) doit être attribuée à la base de l'Hauterivien supérieur (Zone à *Ligatus* p. p. Zone à *Sayni*). Au-dessous, la Formation du Grand Essert (Hauterivien inférieur-Valanginien supérieur p. p.) comprend, au sommet, la Pierre jaune de Neuchâtel auct. (extrême base de la Zone à *Sayni*, Zone à *Nodosoplicatum* et partie sommitale de la Zone à *Loryi* p. p.) et, à la base, les Marnes d'Hauterive auct., qui débute à la partie supérieure du Valanginien supérieur et se développent jusque dans l'Hauterivien inférieur (Zones à *Loryi* p. p. et à *Radiatus*). Vient ensuite, dans ce forage du Morand, la Formation du Vuache (Valanginien inférieur et partie inférieure du Valanginien supérieur) constituée ici du Calcaire roux auct. (Zone à *Neocomiensiformis* et sommet de la Zone à *Pertransiens*) et, à la base, des Marnes d'Arzier (Zone à *Pertransiens*). Celles-ci reposent directement sur la Formation de Vions, datée du Berriasien supérieur. La Formation de Pierre-Châtel représente le Berriasien moyen et la Formation de Goldberg l'extrême base du Berriasien moyen et le Berriasien inférieur. A la base du forage, la Formation de Twannbach n'a pas été étudiée.

<sup>1</sup> Geological consultant, 81 rue Soubiras, F-33200 Bordeaux. E-mail: rjdc@hotmail.fr

<sup>2</sup> c/o IHS Global SA, 24 ch. de la Mairie, P.O. Box 152, CH-1258 Perly. E-mail: bb55pq20@bluewin.ch

<sup>3</sup> Sciences de la terre et de l'Environnement, Université de Genève, 13, rue des Maraîchers, CH-1211 Genève

<sup>4</sup> Dépt. STU, Fac. Sci. Tech., UBO, 6 avenue Le Gorgeu, CS 93837, F-29238 Brest, France. E-mail: bgranier@univ-brest.fr

<sup>5</sup> 24 chemin des Champs d'Amot, F-74140 Messery

**Mots-clefs :** Crétacé inférieur, dinokystes, Formation de Goldberg, Formation des Gorges de l'Orbe, Formation du Grand Essert, Formation de Pierre-Châtel, Formation de Twannbach, Formation de Vallorbe, Formation de Vions, Formation du Vuache, Jura, palynologie, sondage du Morand

## Abstract

**Palynological study of the Morand drilling (Municipality of Montricher, Canton of Vaud, Switzerland). Lithology, paleontological inventory and biostratigraphy of the Lower Cretaceous strata of the Vaud Jura Mountains.** – The lithological and palynological study of the Morand drilling at the foot of the Vaud Jura Mountains allows us to describe a full section of the Lower Cretaceous formations of the Jura Mountains and to apply the new lithostratigraphic nomenclature agreed by the Swiss Committee on Stratigraphy. Based on 55 samples picked in the most favorable layers and duly prepared for palynological analysis, a comprehensive inventory of the dinocysts leads us to clarify or confirm the ages for each of the formations found between the Vallorbe Fm (= White Urgonian auct.) and the Twannbach Fm. The dinocyst zonation is calibrated to the standard Tethyan ammonite zonation.

Gorges de l'Orbe Fm. (= Yellow Urgonian auct.), which is overlain by the Vallorbe Fm. (upper Hauterivian), must be ascribed to the lowermost part of the upper Hauterivian (Ligatus Zone pars and Sayni Zone). Below it, the Grand Essert Fm. (lower Hauterivian- upper Valanginian pars ) comprises the Pierre jaune de Neuchâtel auct. (the base of the Sayni Zone Nodosoplicatum Zone, and uppermost part of the Loryi Zone pars,) in its upper part and the Hauterive Marls auct., that span the upper part of the upper Valanginian and the lower Hauterivian (Loryi Zone pars and Radius Zone) in its lower part. Then, the Morand drilling cuts through the Vuache Fm. (lower part of the upper Valanginian and lower Valanginian ) that consists here of the Calcaires roux auct. (the Neocomiensiformis Zone and upper part of the Pertransiens Zone) above and the Arzier Marls (Pertransiens Zone pars) below. The latter marly interval directly overlies the Vions Formation, which has a late Berriasian age. The Pierre-Châtel Fm. corresponds to the Middle Berriasian pars, the Goldberg Fm. to the lower Berriasian and the lowermost part of the Middle Berriasian. The Twannbach Fm., which is found at the bottom of the drilling and which is attributed to the Tithonian, was not investigated.

**Keywords :** Lower Cretaceous, dinocysts, Goldberg Fm., Gorges of Orbe Fm., Grand Essert Fm., Pierre-Châtel Fm., Twannbach Fm., Vallorbe Fm., Vions Fm., Vuache Fm., Jura Mountains, palynology, Morand drilling

## 1. Introduction

Le sondage du Morand (coord.: 520,025/162,180/665 m) a été implanté en automne 1968 au pied du Jura vaudois (Fig. 1) ; il tire son nom du ruisseau Le Morand dont les sources sont toutes proches dans le Bois de Morges. Il est situé sur le territoire de la commune de Montricher (Fig. 1) à 1,1 km au nord de la gare de Montricher: feuille 1222 (« Cossonay ») de la Carte topographique nationale suisse et feuille 5 (« Cossonay ») de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25000 (Custer & Aubert 1935). Cette feuille recouvre notamment l'anticlinal du Pré-de-Joux – Chalet-Derrière, premier pli du Haut-Jura dans ce secteur. Le vaste flanc SE de ce pli se prolonge en direction de la plaine molassique par « une grande dalle [de Calcaires urgoniens auct.], peu inclinée et légèrement gondolée, qui s'enfonce doucement sous la Molasse » (Custer 1928). Avant d'atteindre les calcaires crétacés, le sondage a traversé l'épais manteau de dépôts meubles quaternaires qui recouvre tout le pied oriental du Jura (Arn 1984). Dans le secteur de Montricher, ces dépôts et leurs caractéristiques hydrogéologiques ont été étudiés par Davit (1990), Davit et al. (1990), Davit & Looser (1993).

Le bref historique rappelant les différentes étapes de l'étude du sondage du Morand depuis une cinquantaine

d'années est suivi par la description des unités lithologiques traversées par ce forage en utilisant les recommandations du Comité suisse de stratigraphie (2014), précisées par Strasser et al. (2016). Puis l'inventaire palynologique et palynostratigraphique des formations du Crétacé inférieur est présenté et figuré à partir de l'échantillonnage du forage et de certains affleurements voisins de son lieu d'implantation. Il s'agit d'une recherche originale, qui conduit à préciser et/ou à confirmer les datations des différentes unités lithologiques jurassiennes comprises entre la Formation de Vallorbe (= Urgonien blanc auct.) et la Formation de Twannbach (Tithonien s. l.).

## 2. Historique

Le sondage du Morand a été exécuté sous la direction de Léon Mornod (hydrogéologue, Bulle) pour le compte des Services Industriels de la commune de Morges dans le but de trouver de l'eau potable (Mornod 1969).

Profond de 388,10 m, le sondage du Morand a été entièrement carotté et a traversé, après 37,20 m de terrains quaternaires, les unités lithologiques comprises entre la Formation de Vallorbe



(Urgonien blanc *auct.*) d'âge hauterivien supérieur et la Formation de Twannbach d'âge tithonien (= «Portlandien» des géologues suisses et «Tidalites de Vouglans» des géologues français). La succession lithologique recoupée par ce sondage (Fig. 2) est comparable à celle que montrent les portions d'affleurements du Jura vaudois. Les quelques fractures repérées sur les carottes ne paraissent pas avoir perturbé significativement les couches traversées. La récupération des échantillons carottés est généralement excellente, voisine de 100%, sauf dans les parties de la Formation de Vallorbe où les pertes dues à la karstification peuvent atteindre 50% sur de courts intervalles. *Le sondage du Morand représente donc une coupe-type des formations du Crétacé inférieur du Jura vaudois*, celles-ci

n'apparaissant jamais à l'affleurement dans leur totalité et de façon continue. C'est pourquoi le Musée géologique de Lausanne (MGL) à l'initiative de son directeur, le Dr Marc Weidmann, avait acquis toutes les carottes, grâce à la compréhension généreuse de la commune de Morges.

La description des carottes du sondage du Morand et le dessin d'un log lithologique au 1:100<sup>e</sup> qui accompagnaient le rapport de Mornod (1969) sont restés longtemps confidentiels. Après le transport des carottes au Musée cantonal de géologie de Lausanne, Chapallaz et al. (1969) ont dressé un nouveau log lithologique plus détaillé au 1:10<sup>e</sup> en prélevant les rares macrofossiles et en préparant un échantillonnage aveugle tous les mètres en vue

d'une recherche ultérieure. Les carottes calcaires ont été par la suite sciées en long et partiellement polies; quant aux niveaux marneux ou peu indurés, partiellement détruits lors du carottage, ils ont été gardés dans des sacs plastiques, pour des lavages ou des traitements spécifiques.

Le sondage du Morand fut l'objet de plusieurs recherches, pour la plupart inédites (Askia 1982; Steinhäuser & Charollais 1984; Burger & Gorhan 1986; Monteil 1993, 1996). Seules, 5 publications ont vu le jour. Elles sont dues à Persoz & Remane (1976), puis à Persoz (1982) qui ont analysé la minéralogie et la géochimie sur la base d'un échantillonnage avec une maille de 3 m (185 échantillons). Leur découpage stratigraphique diffère passablement de celui de Mornod (1969). En 1986, Strasser a publié la description d'une portion de 25 m dans la Formation de Goldberg (= Purbeckien *auct.*) à partir de 88 échantillons prélevés uniquement dans les faciès carbonatés; il en donne une interprétation des milieux de dépôt basée sur l'analyse des microfaciès, de la microfaune et de la microflore. Plus récemment, Granier et al. (2014 b) ont dressé l'inventaire des algues repérées dans les formations du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur. De plus, Granier et al. (2014 a) ont publié une étude sur certains ooïdes provenant des Formations des Gorges de l'Orbe et du Grand Essert (Pierre jaune de Neuchâtel supérieure).

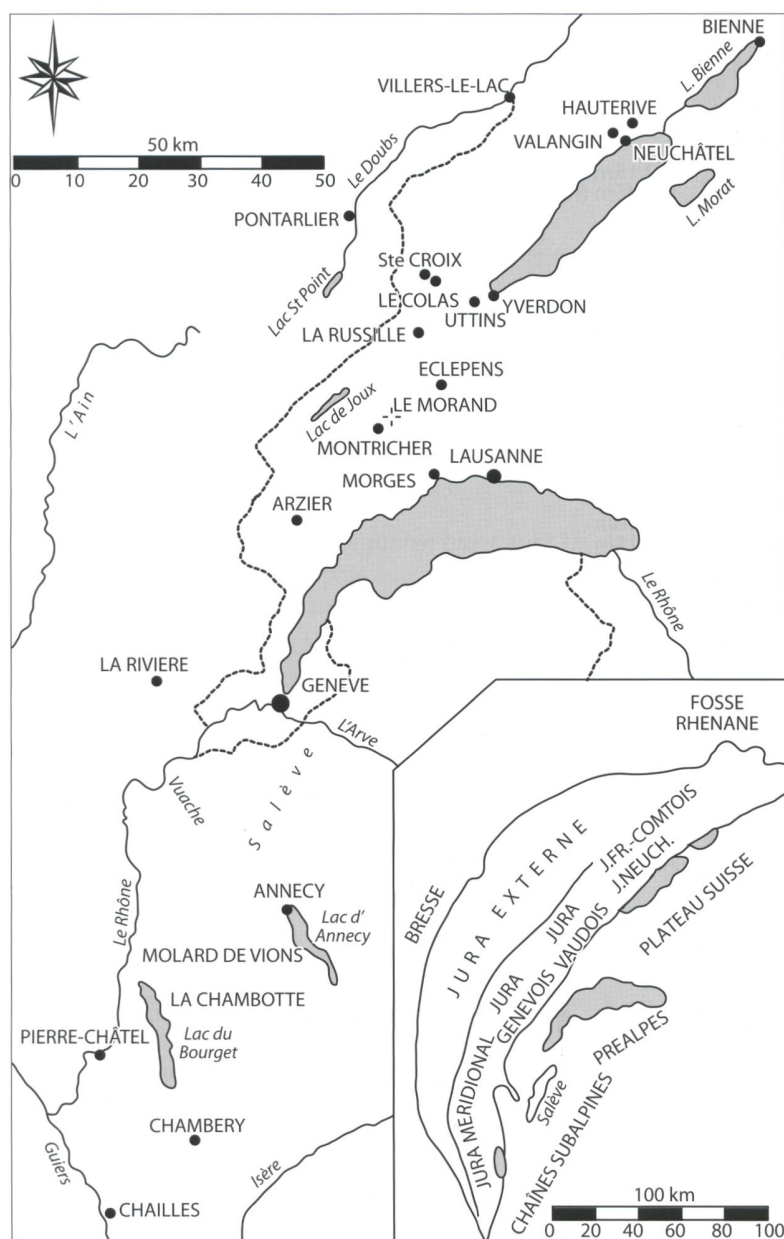


Fig. 1. Plan de situation.



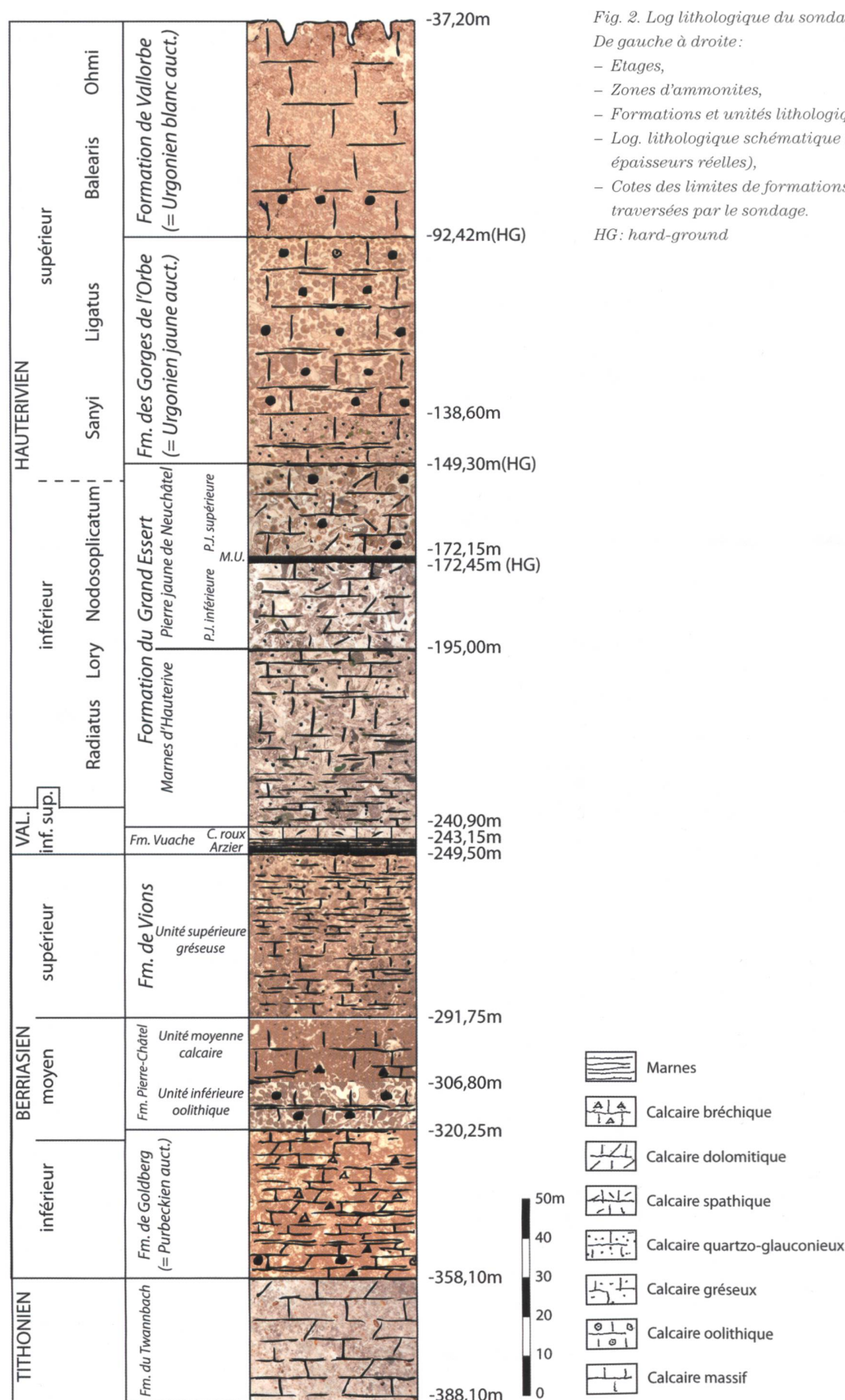


Fig. 2. Log lithologique du sondage du Morand  
De gauche à droite :

- Etages,
- Zones d'ammonites,
- Formations et unités lithologiques,
- Log. lithologique schématique (avec épaisseurs réelles),
- Cotes des limites de formations et d'unités traversées par le sondage.

HG: hard-ground

En mars 2009, deux d'entre nous (R. JDC, J. C. en compagnie de M. Weidmann.) ont procédé à un nouvel examen lithologique des carottes et ont prélevé 55 échantillons entre 75,30 m et 324,20 m. Ceux-ci ont été préparés pour analyses palynologiques et recouvrent l'intervalle lithostratigraphique compris entre la Formation de Vallorbe et la Formation de Goldberg. Les faciès défavorables n'ont pas été étudiés. Il faut relever que l'absence de prélèvements dans les formations aux faciès très défavorables, peut légèrement fausser les niveaux d'apparition (sens forage) de certaines associations ou espèces.

Enfin en août 2014, deux d'entre nous (B. G. et J. C.) ont revu une nouvelle fois toutes les carottes du forage, ce qui leur a permis de détecter de nouvelles discontinuités non repérées dans les premiers examens et qui ne figurent pas dans les publications précédentes de Granier et al. (2014 a, b).

### 3. Description lithologique et paléontologique

L'épaisseur des terrains quaternaires atteint 37,20 m (37,45 m suivant les cotes des foreurs). Comme le pendage des couches assez régulier de haut en bas du forage oscille entre 15° et 20°, il a été possible de calculer approximativement l'épaisseur de chaque unité lithologique reportée sur la Fig. 2, en regard des cotes relevées par les foreurs.

#### 3.1. Formation de Vallorbe (= Urgonien blanc auct.): 37,20-92,42 m : **55,22 m** (épaisseur réelle : **environ 52 m**; pendage moyen estimé : 15°)

- **37,20-92,42** : calcaire blanchâtre à gris jaunâtre, parfois à aspect crayeux (intrabiomicrites à intrabiosparites, packstones à grainstones); niveaux oolithiques à 42,70 m; fragments de bivalves (dont rudistes), polypiers, stromatopores, gastéropodes. A 92,42 m : surface perforée avec lithophages marquant la limite entre la Formation de Vallorbe et la Formation des Gorges de l'Orbe (Granier et al. 2014b, fig. C).

#### 3.2. Formation des Gorges de l'Orbe (= Gorges de l'Orbe auct.): 92,42-149,30 m : **56,88 m** (épaisseur réelle : **environ 53,75 m**; pendage moyen estimé : entre 15° et 20°)

- **92,42-138,60** : calcaire blanchâtre à blanc jaunâtre (oosparite [grainstone]) avec quelques rares minces niveaux argileux; fragments de stromatopores, coraux, huîtres.

**138,60-149,30** : calcaire gris sombre (biointrasparite) bioturbé avec plages micritiques, peu quartzueux, très peu glauconieux, avec intercalations centimétriques plus argileuses; marnes noirâtres entre 144,85 et 145,20 m; fragments d'huîtres, d'échinides.

A 149,30 m : hard-ground avec perforations (Granier et al. 2014b, fig. 3.E).

#### 3.3. Formation du Grand Essert:

149,30-240,90 m : **91,60 m** (épaisseur réelle : **environ 88 m**; pendage moyen estimé : entre 15° et 20°)

- **Pierre jaune de Neuchâtel auct.** : 149,30-195,0 m : **45,70 m** (épaisseur réelle : **environ 44 m**; pendage moyen estimé : entre 15° et 20°); cette unité comprend de haut en bas :
  - **Pierre jaune supérieure** : 149,30-172,15 m **149,30-172,15** : calcaire spathique jaune beige à jaune foncé (oobiosparite [grainstone] avec quelques intraclastes), plus ou moins glauconieux, peu argileux dans les 10 mètres inférieurs; fragments de petites huîtres et de tiges de crinoïdes.
  - **Marnes d'Uttins** : 172,15-172,45 m **172,15-172,45** : calcaire argileux brunâtre, jaunâtre à verdâtre (intrabiomicrite [packstone]), quartzo-glauconieux, dolomitique, avec lits plus argileux; rares Zones silicifiées. A 172,45 m : hard-ground avec perforations (Granier et al. 2014b, fig. 3.A).
  - **Pierre jaune inférieure** : 172,45-195,0 m **172,45-195,00** : calcaire spathique gris à gris sombre (= biosparite [grainstone] avec rares intraclastes); niveaux centimétriques marneux fréquents. A 175,50 m : hard-ground glauconieux et pyriteux avec perforations.
- **Marnes d'Hauterive auct. (= MergelkalkZone auct. + Marnes bleues [d'Hauterive] sensu BAUMBERGER 1901, 1903-1910)** : 195,0-240,90 m : **45,90 m** (épaisseur réelle : **environ 44 m**; pendage moyen estimé : entre 15° et 20°)
  - 195,0-205,20** : marne (biomicrite argileuse) noire, compacte, finement quartzo-glauconieuse et peu dolomitique; par endroits, silicification; fragments de serpules, échinides, bivalves, brachiopodes, bryozoaires.
  - 205,20-208,65** : alternances irrégulières de niveaux plus ou moins épais de calcaire spathique (biosparites; grainstones), argilo-glauconieux et de niveaux centimétriques plus argileux; fragments d'huîtres, brachiopodes; Zones silicifiées.
  - 208,65-214,20** : calcaire spathique gris vert foncé (biosparite; grainstone), argilo-glauconieux, avec



quelques intraclastes; minces lits marneux; terriers. Ce faciès très carbonaté rappelle celui de la « Pierre jaune de Neuchâtel » *str. s.*

**214,20-224,20**: alternances irrégulières et mal définies de niveaux calcaires argileux (biomicrites; packstones) gris foncé et de niveaux marneux noirâtres, peu quartzo-glaucieux et très peu dolomitiques; fragments d'échinides, bivalves.

**224,20-230,20**: calcaire argileux (biomicrite; packstone), faiblement quartzo-glaucieux, peu dolomitique, localement silicifié, gris foncé, avec quelques niveaux centimétriques très argileux; serpules, petites huîtres, fragments de crustacés, dents de poissons.

**230,20-240,90**: marnocalcaire (biointramicrite) argileux, peu quartzeux et peu dolomitique, gris noirâtre, avec quelques niveaux plus carbonatés; calcédoine; dents de poissons.

### 3.4. Formation du Vuache:

240,90-249,50 m: **8,60 m** (épaisseur réelle: **environ 8 m**); cette unité comprend de haut en bas:

- **« Calcaire roux » auct.**: 240,90-243,15 m: **2,25 m** (épaisseur réelle: **environ 2,10 m**; pendage moyen estimé: 15°)

**240,90-243,15**: calcaire spathique et oolithique (oobiointrasparite; grainstone) gris sombre à gris clair; contacts inférieur et supérieur bien marqués; passées lumachelliques: fragments de bivalves, gastéropodes, stromatopores, os de vertébrés.

- **Marnes d'Arzier**: 243,15-249,50 m: **6,35 m** (épaisseur réelle: **environ 5,87 m**; pendage moyen estimé: 15°)

**243,15-249,50**: marne (intrabiomicrite) argileuse, peu dolomitique et peu quartzeuse; dents de poissons.

### 3.5. Formation de Vions (= Unité supérieure gréseuse Steinhauser & Charollais 1971):

249,50-291,75 m: **42,25 m** (épaisseur réelle: **environ 39,25 m**; pendage moyen estimé: 15°)

- **249,50-254,40**: calcaire argileux (intrabiomicrite; wacke- à packstones) gris sombre passant vers le haut à un calcaire (intrabiosparite; grainstone) jaune beige, très peu quartzeux avec délits centimétriques marneux gris noirâtre; à 252,50 m, fragment de bois carbonisé de 5 cm de long; terriers; au sommet, surface supérieure avec hard-ground pyriteux pavé de très petites huîtres.

**254,40-257,05**: marne grise, silteuse, très peu quartzeuse, avec quelques bioclastes.

**257,05-258,30**: marnocalcaire argileux (biomicrite; wacke- à packstone), peu dolomitique à la base,

gris clair, grumeleux avec passées décimétriques de marnes schisteuses.

**258,30-265,65**: calcaire argileux (intrabiomicrite; packstone) peu quartzeux, grumeleux, grisâtre, peu dolomitique vers le haut; quelques niveaux centimétriques plus argileux; deux niveaux lumachelliques (brachiopodes) centimétriques.

**265,65- 266,40**: marnocalcaire argileux (intrabiomicrite) gris, peu dolomitique et peu quartzeux.

**266,40-267,20**: alternances irrégulières de marne et de calcaire argileux (intrabiomicrite) dolomitique gris foncé; terriers.

**267,40-269,10**: marne quartzeuse dolomitique à intra- et bioclastes, gris foncé; granulations noires; discontinuités à 268 et 269,10 m.

**269,10-272,55**: calcaire argileux (intraobiomicrite; packstone) peu dolomitique gris à grains noirs avec 3 niveaux centimétriques marno-gréseux grumeleux.

**272,55-284,60**: calcaire argileux (intrabiomicrite; packstone) peu quartzeux gris à grains noirs avec niveaux centimétriques marno-gréseux parfois lumachelliques (huîtres); débris charbonneux; terriers.

**284,60-284,80**: brèche à éléments calcaires (packstones) et ciment marno-gréseux, très pyriteux, riche en matière organique.

**284,80-285,40**: calcaire argileux (biomicrite) quartzo-dolomitique gris avec délits argileux.

**285,40-286,25**: marne quartzeuse gris foncé avec intercalations plus calcaires beiges à gris foncé.

**286,25-291,85**: calcaire argileux (intraobiomicrite; packstone) gréseux beige à gris foncé, avec quelques délits argilo-quartzeux charbonneux noirs; aspect grumeleux.

**291,85-291,95**: brèche à éléments calcaires beige clair et à ciment marneux.

### 3.6. Formation de Pierre-Châtel:

291,75-320,25 m: **28,50 m** (épaisseur réelle: **environ 26,45 m**)

- **Unité moyenne calcaire (Steinhauser & Charollais 1971)**: 291,75-306,80 m: **15,05 m** (épaisseur réelle: **environ: 14 m**; pendage moyen estimé: 15°)

**291,95-301,70**: calcaire (biomicrite) massif, jaune beige clair, plus foncé vers la base passant vers le haut à une intrabiomicrite (pack- à mudstone); au sommet, contact stylolithique.

**301,70-302,05**: conglomérat à éléments arrondis calcaires gris beige à grains noirs et à ciment marneux gris foncé.

**302,05-303,30**: calcaire gris foncé (biomicrite; mud- à wackestone) à grains noirs; rares niveaux marneux; à la base, marne grumeleuse.

**303,30-306,80**: calcaire (intrabiosparite; grainstone) gris blanc à tâches verdâtres; discontinuité à la base.



■ **Unité inférieure oolithique (Steinhauser & Charollais 1971):** 306,80-320,25 m: **13,45 m** (épaisseur réelle: environ **12,45 m**; pendage moyen estimé: 15°)

**306,80-314,35:** calcaire (oobiosparite à oobio-micrite) passant vers le haut de cet intervalle à une oosparite (grainstone) grossière jaune beige; planchers algaires dans les grainstones; au sommet, le faciès change radicalement avec la disparition complète des oolithes. A 311,70 m, niveau centimétrique marneux noir.

**314,35-314,45:** marne noire bréchique avec petits éléments calcaires.

**314,45-316,80:** calcaire (biooointrasparite à biooointramicroite) gris à gris beige, massif.

**316,80-320,25:** calcaire (intrabiomicrite; packstone), beige à taches verdâtres, à aspect localement bréchoïde; au sommet, remplissage de terriers par du matériel oolithique sus-jacent.

### 3.7. Formation de Goldberg (= Purbeckien auct.):

320,25-358,10 m: **37,85 m** (épaisseur réelle: environ: **36,50 m**; pendage moyen estimé: 15°).

■ **320,25-320,65:** brèche à gros éléments calcaréo-dolomitiques et nombreux cailloux noirs; ciment argilo-marneux gris-vert; dents de poissons, radioles d'échinides, fragments d'huîtres.

**320,65-324,20:** calcaire (intraoobio-micrite; packstone) localement argileux, jaune beige à gris foncé; au milieu et à la base, niveau décimétrique de marne bréchique gris vert à cailloux noirs.

**324,20-327,75:** niveaux marneux bréchiques gris verdâtre à galets noirs et à débris charbonneux, alternant avec des bancs centimétriques calcaires (intrabiomicrites; packstones) beiges, gris beige, brun foncé.

**327,75-329,40:** alternances irrégulières de bancs calcaires (intramicrites; mud- à wackestones) avec tapis algaires et de niveaux marneux gris verdâtre; charophytes, ostracodes laguno-lacustres (Mojon com. écrite 2014) et rares gastéropodes laguno-lacustres.

**329,40-329,95:** brèches à éléments calcaires clairs et à galets noirs; ciment marneux verdâtre; caliches; charophytes, ostracodes laguno-lacustres, débris charbonneux.

**329,95-331,70:** calcaire (intrabiomicrite) beige; rares cailloux noirs; niveau décimétrique marneux verdâtre.

**331,70-332,00:** brèche à éléments calcaires et à ciment marneux; tapis algaires.

**332,00-333,25:** alternances irrégulières de bancs décimétriques calcaires fins beige clair avec tapis algaires et de niveaux marneux sombres; charophytes, ostracodes et gastéropodes laguno-lacustres (Mojon com. écrite 2014).

**333,25-333,50:** marne dolomitique charbonneuse microbréchique; ostracodes et gastéropodes laguno-saumâtres, charophytes très rares.

**333,50-336,55:** calcaire (intrabiomicrite; mud- à packstone) avec niveaux décimétriques bréchiques marneux verdâtre; cailloux noirs; charophytes, ostracodes et gastéropodes laguno-saumâtres.

**336,55-337,35:** calcaire dolomitique blond avec évaporites; stylolithes bitumineux.

**337,35-340,80:** brèche à gros éléments calcaréo-dolomitiques, nombreux cailloux noirs et ciment argilo-marneux gris-vert; évaporites.

**340,80-342,40:** calcaire (intrabiomicrite; mud- à wackestone) dolomitique beige blond, évaporites et niveaux marneux à rares fragments charbonneux; cailloux noirs; gypse, quartz en rosettes ou bipyramidés; ostracodes laguno-lacustres, charophytes.

**342,40-342,85:** marne bréchique gris foncé à cailloux noirs, fragments charbonneux; ostracodes laguno-lacustres.

**342,85-344,00:** calcaire dolomitique, cailloux noirs; deux niveaux centimétriques bréchiques à ciment marneux.

**344,00-347,16:** brèche à gros éléments calcaréo-dolomitiques et à nombreux cailloux noirs; ciment argilo-marneux gris-vert.

**347,16-347,50:** calcaire dolomitique; au sommet, veine millimétrique de gypse fibreux.

**347,50-348,45:** brèche à gros éléments calcaréo-dolomitiques avec, au milieu, banc calcaire dolomitique.

**348,45-349,00:** calcaire fin (intrabiomicrite) dolomitique.

**349,00-349,25:** brèche à éléments calcaréo-dolomitiques et ciment argileux vert rougeâtre, rares cailloux noirs.

**349,25-351,40:** alternances de bancs calcaires (intrabiomicrites; wacke- à packstones) dolomitiques, jaune beige à beige rosé et de niveaux bréchiques à éléments calcaréo-dolomitiques et ciment argileux vert rougeâtre; rares cailloux noirs.

**351,40-354,10:** calcaire dolomitique localement vacuolaire, avec quelques oolithes à la base.

**354,00-358,10:** alternance de niveaux marneux verdâtres, de brèche à éléments calcaréo-dolomitiques et de bancs calcaires dolomitiques vacuolaires, parfois oolithiques.

### 3.8. Formation de Twannbach

(= Tidalites de Vouglans auct.):

358,10-388,10 m: **30 m** (épaisseur réelle: environ **28,75 m**; pendage moyen: 15°)

■ **358,10-364,20:** calcaire (biomicrite) plus ou moins dolomitique jaunâtre; aspect bréchique vers le haut; petit niveau grés-glaucieux rougeâtre à 360,00 m; à 363,00 m, nombreuses oolithes (85%).

**364,20-373,80** : calcaire dolomitique beige rosé avec minces lits argileux rougeâtres ; aspect bréchoïde ; rares oolithes à 369,00 m.

**373,80-378,25** : calcaire plus ou moins dolomitique lité, avec joints soulignés par des lits argileux verts et rouges ; dolosparites entre 376,00 et 378,00 ; oolithes (35%) à 374,00 m.

**378,25-382,10** : calcaire dolomitique blanc crème à gris rosé, très recristallisé ; stratification fine soulignée par des délits marneux ; à 379,00, pelmi-crosparite (80% de pellets).

**382,10-383,10** : bancs calcaires plus ou moins dolomitiques, peu gréseux et glauconieux, bruns, rouges et verts, et niveaux marneux verdâtres bréchiques ; joint supérieur bien marqué.

**383,10-388,10** : dolomie et calcaire dolomitique gris beige ; stylolithes avec pellicule argilo-bitumineuse noirâtre.

#### 4. Commentaires sur les unités lithologiques du forage du Morand

La terminologie des unités lithologiques utilisée dans ce travail est conforme aux recommandations du Comité suisse de stratigraphie (2014) précisée par Strasser et al. (2016). Elle a déjà été utilisée dans quelques publications, notamment celles de Granier et al. (2014 a, b).

##### 4.1. La Formation de Vallorbe,

souvent visible à l'affleurement notamment dans la carrière d'Eclépens située à 13 km au NE du lieu d'implantation du sondage du Morand (Fig. 1), a déjà fait l'objet de nombreuses études, dont les principales sont citées dans le travail de Clavel et al. (2014). L'épaisseur de la Formation de Vallorbe traversée sur 52 m dans le sondage ne correspond pas à sa puissance initiale puisque son contact avec la Formation de la Perte du Rhône sus-jacente n'est pas visible. Les recherches les plus récentes sur cette Formation recoupée par le sondage portent sur certains faciès oolithiques et sur les associations d'algues et d'orbitolinidés (Granier et al. 2014 a, b).

La partie basale de la Formation de Vallorbe, qui comprend en plusieurs points du Jura des niveaux marneux et calcaires (« Membre de la Russille »), n'a pas été identifiée dans le sondage du Morand.

##### 4.2. La Formation des Gorges de l'Orbe

d'une épaisseur d'environ 54 m comprend de haut en bas :

- **une partie moyenne et supérieure** entre 92,42 et 138,60 m, qui se compose de faciès calcaires blanchâtres à blanc jaunâtre, toujours très riches en oolithes, qui viennent de faire l'objet d'une étude sédimentologique (Granier et al. 2014 a). Cette richesse en oolithes est en fait un excellent critère pour reconnaître cette formation sur le terrain.

- **une partie inférieure** entre 138,60 et 149,30 m, représentée par des calcaires sombres dépourvus d'oolithes, peu quartzo-glauconieux, et comprenant des lits marno-argileux. Ces caractères faciologiques l'apparentent plus avec ceux de la « Pierre jaune de Neuchâtel » *auct.* sous-jacente, qu'avec les faciès oolithiques sus-jacents. En revanche, du point de vue séquentiel, il est logique de rattacher cette partie inférieure à la Formation des Gorges de l'Orbe. En effet, d'une part, nous avons observé à 149,30 m sur les carottes du sondage une discontinuité majeure (Granier et al. 2014 a, fig. E) caractérisée par un hard-ground avec de nombreuses perforations et, d'autre part, ces faciès correspondent à un cortège transgressif précédant une surface d'inondation maximale.

##### 4.3. La Formation du Grand Essert

traversée par le sondage du Morand sur un peu plus de 90 m d'épaisseur, montre plus d'affinités avec celle du Jura méridional qu'avec celle du Jura neuchâtelois. Bien que dans son ensemble, la succession des faciès dans le Jura méridional et dans le Jura neuchâtelois soit comparable, comme l'ont déjà démontré Clavel & Charollais (1989 b, fig. 2, p. 302), la partie inférieure de cette formation présente quelques différences de faciès.

###### 4.3.1. La « Pierre jaune de Neuchâtel » *auct.*

correspond à la partie supérieure de la Formation du Grand Essert. D'une puissance d'environ 44 m dans le forage du Morand, où elle apparaît entre 149,30 et 195,0 m, cette unité lithologique généralement individualisée sur les cartes géologiques suisses à 1/25 000, comprend trois sous-unités, de haut en bas :

- **la Pierre jaune supérieure**, calcaire biodétritique, spathique, plus ou moins quartzo-glauconieux, à patine jaune verdâtre ;

- **les Marnes d'Uttins**, marno-calcaire plus ou moins argileux, fossilifère ;

- **la Pierre jaune inférieure**, de faciès identique à celui de la Pierre jaune supérieure. Ces trois sous-unités ont généralement été regroupées par les cartographes sur les cartes géologiques suisses à 1/25 000 et sur les cartes françaises à



1/50 000 en raison de leur faible épaisseur, mais ont été reconnues et identifiées depuis des décennies par les stratigraphes.

#### 4.3.2. Les «Marnes d'Hauterive» *auct.*

correspondent à la *partie inférieure de la Formation du Grand Essert* dans le Jura méridional et le Jura sud-vaudois, où les stratigraphes et les cartographes les appellent «Marnes d'Hauterive», et où le forage du Morand a été implanté. Les «Marnes d'Hauterive» *auct.* du Jura méridional et sud-vaudois consistent en un ensemble lithologique à prédominance marneuse dans lequel s'intercale un niveau très carbonaté plus ou moins épais suivant les régions. Ainsi, dans le sondage du Morand, ces «Marnes d'Hauterive» *auct.* comprennent, entre 208,65 et 214,20 m, un calcaire spathique gris vert foncé (biosparite; grainstone), dont le faciès rappelle celui de la «Pierre jaune de Neuchâtel» *str. s.* A l'affleurement, ce faciès carbonaté très induré forme un «mur» bien repérable dans la morphologie, comme l'indiquent les schémas de Clavel & Charollais (1989 a, fig. 3, p. 296; 1989 b, fig. 2, p. 302).

Dans le Jura nord-vaudois et neuchâtelois, la *partie inférieure de la Formation du Grand Essert* comprend deux unités: la «MergelkalkZone» et les «Marnes bleues», comme Remane (1989, fig. 2, p. 12) l'a indiqué dans la région stratotypique d'Hauterive. Cette terminologie a fait l'objet de commentaires par plusieurs auteurs dans le mémoire consacré à la «Révision de l'étage Hauterivien» (Remane et al. 1989).

#### 4.4. La Formation du Vuache,

reconnue dans le sondage du Morand entre 240,90 et 249,50 m, ne compte que les deux unités lithologiques suivantes, de haut en bas:

- **le «Calcaire roux» *auct.***, dont l'épaisseur est ici exceptionnellement faible (2,10 m) par suite d'une érosion post-dépôt;
- **les Marnes d'Arzier** qui dans la localité-type reposent sur la Formation de la Chambotte inférieure, mais qui ici «transgressent» sur la Formation de Vions.

Le «Calcaire roux» *auct.* est représenté par un calcaire biodétritique, spathique, à patine roussâtre, généralement très pauvre en glauconie et en quartz détritiques. A l'affleurement, il est caractérisé par des structures obliques, qui n'ont pas pu être reconnues sur les carottes du forage du Morand. Quant aux Marnes d'Arzier, marnes argileuses très fossilifères, leur extension spatiale est discontinue.

Elles n'existent qu'en certains points du Jura et, là où elles sont présentes, elles n'apparaissent que dans des carrières, des tranchées, des talus de routes ou en forage comme dans le sondage du Morand. En général elles sont couvertes par la végétation.

#### 4.5. La Formation de Vions

d'une quarantaine de mètres d'épaisseur, entre 249,50 et 291,75 m, correspond à l'*Unité supérieure gréseuse* de Steinhäuser & Charollais (1971, p. 52, fig. 17). Les faciès calcaréo-gréseux, plus ou moins argileux, sont bioturbés. Une importante discontinuité marquée par un hard-ground avec perforations et lumachelle de petites huîtres bien visible sur les carottes du sondage du Morand, sépare les Marnes d'Arzier de la Formation de Vions, dans laquelle trois discontinuités ont été reconnues ailleurs dans le Jura (Charollais et al. 2008, p. 200, fig. 2).

#### 4.6. La Formation de Pierre-Châtel

identique dans tout le Jura méridional évolue latéralement en direction du NE, quelques kilomètres au-delà de la région du col du Marchairuz, comme l'ont montré Steinhäuser & Charollais (1971, p. 52, fig. 17). Elle se subdivise alors en deux sous-unités, de haut en bas:

- **l'Unité moyenne calcaire massive,**
- **l'Unité inférieure oolithique pro parte**

Dans le sondage du Morand situé à une dizaine de kilomètres au NE du col du Marchairuz, entre 291,75 et 320,25 m, la Formation de Pierre-Châtel qui atteint une puissance de 26,45 m, comprend ces deux «Unités». L'*Unité inférieure oolithique* (306,80-320,25 m) à la base, caractérisée par une grande fréquence d'oolithes est séparée par une importante discontinuité de l'*Unité moyenne calcaire* (291,95-306,80 m), qui la surmonte et dont le faciès est complètement dépourvu d'oolithes. Il est tentant de corréler cette discontinuité avec celle décrite par Charollais et al. (2007) dans le Jura méridional entre Gex et Echenevex, où ont été signalées des empreintes de dinosaures sauropodes.

#### 4.7. La Formation de Goldberg,

déjà partiellement décrite et figurée sur une vingtaine de mètres d'épaisseur par Strasser (1986: p. 713, fig. 2), est caractérisée par une lithologie très variée (calcaires oolithiques, bioclastiques, à oncoïdes, à péloïdes, marnes vertes, brèches à cailloux noirs, évaporites) reflétant des conditions



paléoenvironnementales extrêmement différentes. Dans le sondage du Morand, cette formation d'une puissance estimée à 36,50 m apparaît entre 320,25 et 358,10 m. Les faciès les moins indurés ont partiellement disparu lors du carottage, d'où la difficulté de rétablir la série lithologique précise originelle.

Si la limite supérieure de la Formation de Goldberg est assez facile à repérer, il n'en est pas de même avec sa limite inférieure, car des marnes vertes et des brèches à cailloux noirs, faciès typiques de cette formation, apparaissent sporadiquement aussi dans la Formation de Twannbach sous-jacente.

#### 4.8. La Formation de Twannbach,

appelée par Bernier (1984) «Tidalites de Vouglans» dans le Jura méridional, n'a pas été traversée dans sa totalité dans le sondage du Morand. Son faciès calcaire plus ou moins dolomitique, parfois rubanné, constant dans tout le Jura, constitue une assise facilement repérable et cartographiable. Dans le Jura méridional, à Plagne (Ain, France), elle renferme la plus longue piste d'Europe d'empreintes de dinosaures sauropodes.

### 5. Palynostratigraphie

Lors de la description des associations de dinokystes dans le sondage du Morand, l'expression «sens forage» est employée pour signifier la disparition stratigraphique d'une espèce.

#### 5.1. Formation de Vallorbe

Les deux échantillons prélevés à 75,30 et 80,00 m n'ont pas révélé de microfossiles organiques, bien que des études plus anciennes (Monteil, p. 86-87 in Charollais et al. 1986) aient démontré que des échantillons de calcaires «urgoniens» *auct.* de même type, dans les chaînes subalpines septentrionales, pouvaient receler des associations de kystes de dinoflagellés. Dans ce cas, les prélèvements de roches à traiter doivent être de l'ordre de 500 g au minimum, ce qui n'a pu être envisagé sur les carottes du sondage du Morand.

La datation de la formation de Vallorbe, dont l'extrême base («Membre de la Russille») a fourni à Eclépens des dinokystes de l'Hauterivien supérieur, est essentiellement basée sur la nouvelle répartition biostratigraphique des orbitolinidés et des dasycladales. Ces deux groupes fossiles permettent de l'attribuer avec certitude à l'Hauterivien supérieur: Zones à Balearis *p. p.* et à Ohmi *p. p.* (Clavel et al.

2007: 1036, fig. 7; Clavel et al. 2010; Charollais et al. 2008, Granier et al. 2014 b: 27, Clavel et al. 2014, fig. 5), même si des datations différentes ont été proposées par d'autres auteurs, comme l'ont rappelé Clavel et al. (2014) dans un article de synthèse sur la plate-forme carbonatée urgonienne.

#### 5.2. Formation des Gorges de l'Orbe

##### 5.2.1. Partie sommitale de la Formation des Gorges de l'Orbe

Les 7 échantillons de la partie sommitale de la Formation des Gorges de l'Orbe, entre 103,00 et 138,00 m, n'ont révélé aucun microfossile organique, certainement en raison de la trop petite taille des prélèvements.

##### 5.2.2. Base de la Formation des Gorges de l'Orbe

Certains niveaux de la base de la Formation des Gorges de l'Orbe plus marneux ont été plus propices à la préservation de microfossiles organiques. En effet, 3 échantillons entre 138,40 et 144,40 m ont fourni une trentaine d'espèces. Parmi les plus importantes stratigraphiquement, on remarque *Cymososphaeridium validum*, *Muderongia macwhaei* et *M. crucis* (apparitions sens forage au sommet de l'Hauterivien supérieur en domaine téthysien), *Muderongia tomaszowensis*, *Batioladinium longicornutum* (Hauterivien inférieur à Barrémien inférieur) et accessoirement *Phoeberocysta neocomica*, *Pseudoceratium pelliferum*, *Rhynchodiniopsis cladophora*. Ces associations sont similaires à celles trouvées à la base de la Formation des Gorges de l'Orbe dans la carrière d'Eclépens (Clavel et al. 2007: 1037). Elles ont permis de dater ces niveaux de l'Hauterivien supérieur après comparaison avec des assemblages similaires déterminés dans la Speeton Clay en Angleterre (Duxbury 1977), la Mer du Nord (Davey 1979, 1982), l'Allemagne (Alberti 1961), le Bassin vocontien et l'Ardèche (Londeix 1990), l'Ultraschweiz suisse (Veveyse de Châtel St. Denis; Pourtoy 1988, 1989 in Busnardo et al. 2003), et synthétisés par Stover et al. (1996).

Rappelons que la Formation des Gorges de l'Orbe dans les carrières d'Eclépens et de La Sarraz (Jura vaudois) situées respectivement à 13 km et 10 km au NE du lieu d'implantation du sondage du Morand (Fig. 1), a fourni à l'un de nous (R. JdC; in Clavel et al. 2007, p. 1037-1038 et p. 1061, planche 7): *Rhynchodiniopsis cladophora*, *Aprobolocysta eilema*, *A. neistosa*, *Cribroperidinium confossum*, *Cymososphaeridium validum*, *Muderongia tomaszowensis*, *M. tetracantha*, *M. tabulata*, *M. crucis*, *Pareodinia* sp. 1 in Davey 1982, *Aprobolocysta varigranosa*. Cette association caractérise l'Hauterivien supérieur, ce qui est en accord avec les

âges basés sur les diagnoses faites par P. Hochuli (*in* Godet 2006, p. 70) qui avait déterminé *Muderongia macwhaei* et *M. tetracantha* dans cette même formation à la carrière d'Eclépens

### 5.2.3. Datation de la Formation des Gorges de l'Orbe

Les données fournies par les dinokystes couplées avec celles apportées par les orbitolinidés et les dasycladales, et en tenant compte de leur répartition biostratigraphique actuellement reconnue (Clavel et al. 2014, fig. 5), permettent de confirmer la Formation des Gorges de l'Orbe dans le sondage du Morand, à la base de l'Hauterivien supérieur (Zones à Sayni et à Ligatus *p. p.*).

Ces datations sont en accord avec celles basées sur les ammonites découvertes dans le Jura méridional, notamment le *Lyticoceras* / *Cruasicer* sp. signalé par Mouty (1966) dans la vallée de la Valserine, au Grand-Essert (Clavel & Charollais 1989a; Clavel et al. 2007, 2010, 2014; Charollais et al. 2008, 2013; Granier et al. 2014 a, b) et de plusieurs autres espèces d'ammonites signalées dans le Jura méridional dont *Plesiospitidiscus ligatus* (Salève – Joukowsky et Favre 1913), *Cruasicer cruasense* (Mt Clergeon, Montagne de l'Epine – Clavel & Charollais 1989 a: p. 295-296, Charollais et al. 2013).

Dans la littérature, d'autres auteurs ont attribué des âges différents à la Formation des Gorges de l'Orbe; leurs arguments sont réfutés dans l'article de synthèse sur la plate-forme carbonatée urgonienne de Clavel et al. (2014).

## 5.3. Formation du Grand Essert

### 5.3.1. Pierre jaune de Neuchâtel *auct.*

#### ■ Pierre jaune supérieure

L'intervalle 149,30 à 172,50 m attribué à la Pierre Jaune de Neuchâtel supérieure n'a pas été échantillonné pour la palynologie, les faciès étant trop défavorables pour ce type d'étude. Clavel & Charollais (1989 a, p. 295, fig. 3), Clavel et al. (2007, 2010, 2014) et Charollais et al. (2008) se basant sur un découpage séquentiel quasiment identique à celui de Viéban (1983) dans le Jura méridional, ont attribué cette unité lithologique au sommet de l'Hauterivien inférieur (Zone à Nodosoplicatum *p. p.*). *Lyticoceras claveli*, collecté par l'un de nous (B. C.) dans la Pierre jaune supérieure du Mont Musièges confirme cette datation.

#### ■ Marnes d'Uttins

Les Marnes d'Uttins sont caractérisées par l'apparition sens forage de *Surculosphaeridium*

*longifurcatum*, *Membranilarcia leptoderma*, *Microdinium ornatum*, *Meiourogonyaulax pertusa* et *Meiourogonyaulax stoveri*. Parmi les espèces recensées, on observe *Meiourogonyaulax stoveri* (base stratigraphique dans le Valanginien supérieur - partie supérieure de la Zone à Peregrinus), rares spécimens de *Meiourogonyaulax pertusa* (plus fréquents dans les Marnes d'Hauterive sous-jacentes). La première apparition (sens forage) de *M. pertusa* est donnée par Duxbury (2001) dans la Zone à Regale de l'Hauterivien inférieur en Mer du Nord (équivalent de la base de la Zone à Nodosoplicatum et du sommet de la Zone à Loryi en domaine Téthysien).

Les associations de dinokystes reconnues dans les Marnes d'Uttins du sondage du Morand sont en accord avec l'âge hauterivien inférieur (Zone à Nodosoplicatum *p. p.*) basé sur la présence de *Lyticoceras* aff. *salevense*, *Lyticoceras* sp. juv. gr. *cryptoceras* dans la localité-type (Busnardo & Thieuloy 1989) et de *Lyticoceras subhystricoides* découvert par Godet (2006) dans les Marnes d'Uttins de la carrière d'Eclépens.

#### ■ Pierre jaune inférieure

L'intervalle compris entre 172,45 et 195,0 m est caractérisé par une succession d'apparitions (sens forage) dont les plus importantes sont *Exiguosphaera phragma* (disparition stratigraphique dans la base de la Zone à Sayni), rares *Batioladinium micropodium*, *Callaiosphaeridium asymmetricum* et *Canningia reticulata sensu* Duxbury 1977 (base de la Zone à Nodosoplicatum), et *Aprobolocysta trycheria*. Cette dernière espèce a été décrite dans le Valanginien supérieur de la coupe de la Veveyse de Châtel-St.-Denis (Vaud, Suisse) par Pourtoy (1989). Elle est également reconnue dans l'Hauterivien supérieur (Zones à Balearis et Sayni de la même section par Pourtoy (1989).

Les attributions biostratigraphiques fournies par les associations de dinokystes rencontrées dans le forage du Morand concordent avec le découpage séquentiel de Clavel & Charollais (1989 a, p. 295, fig. 3; peu modifié) et de Charollais et al. (2008, p. 202, fig. 3). Ces auteurs datent la Pierre jaune de Neuchâtel inférieure de l'Hauterivien inférieur (base de la Zone à Nodosoplicatum – sommet de la Zone à Loryi).

### 5.3.2. Marnes d'Hauterive *auct.*

Dans cette unité lithologique, 11 échantillons ont été récoltés entre 195,10 m et 239,20 m, pour en faire l'étude palynologique. La plupart des espèces qui sont restreintes, ou connaissent leur apparition ou disparition stratigraphiques dans cet intervalle, permettent de le dater précisément de la base de l'Hauterivien inférieur (Zones à Loryi - Radiatus). Selon Duxbury (1977), l'apparition stratigraphique



de *Callaiosphaeridium asymmetricum* se situe dans l'Hauterivien. Il a été observé à 217,50 m dans ce forage. *Spiniferites dentatus* présent à 237,10 m est connu de l'Hauterivien inférieur (Zone à Radiatus) au Barrémien. *Cribooperidinium confossum* identifié de 205,0 à 217,50 m est connu depuis le sommet de l'Hauterivien; il est souvent donné comme restreint à l'Hauterivien supérieur (coupe de la Veveyse de Châtel-St.-Denis, Pourtoy *in* Busnardo et al. 2003), mais a déjà été déterminé dans les Zones inférieures de l'Hauterivien (Loryi et Radiatus), notamment par Fauconnier (1989) dans son étude sur le stratotype historique de l'Hauterivien. De rares spécimens de *Lagenorhytis delicatula* sont recensés à 207,50 et 217,50 m. Cette espèce est connue dans la base de l'Hauterivien inférieur (équivalent de la Zone à Radiatus) et au Valanginien en Mer du Nord. L'apparition stratigraphique de *Protoellipsodinium spinosum* se situe dans la base de l'Hauterivien. Cette espèce a été observée à 220,75 et 224 m. Enfin, la disparition stratigraphique d'*Aldorfia spongiosa*, dont un fragment apparaît à 205 m, est située à la base de l'Hauterivien inférieur.

A partir de l'étude de prélèvements antérieurs à ceux qui font l'objet de cette note, l'un de nous (E. M.) avait repéré en 1991 dans les Marnes d'Hauterive *auct.* du sondage du Morand:

- à 208 m: nombreux *Cribooperidinium* sp.;
- à 220 m: *Kleithriasphaeridium corrugatum*, *M. australis*, *Nelchinopsis kostromiensis*;
- entre 226 et 239 m: *Cassiculosphaeridia magna*, *Heslertonella heslertonensis*, *Trichodinium ciliatum*, *Muderongia australis*;
- à 240 m: *Muderongia macwhaei* forme C.

Tout à la base des Marnes d'Hauterive *auct.*, à 240 m, la présence de *Muderongia macwhaei* forme C indique le Valanginien supérieur. Or, Clavel & Charollais (1989 a: 296) se basant sur la récolte d'ammonites dans le Jura méridional et sur le découpage séquentiel, ont démontré que la base des Marnes d'Hauterive *auct.* correspond «à l'extrême sommet du Valanginien». Plus récemment, Charollais et al. (2008, p. 200, fig. 2) l'ont attribué à la Zone à Furcillata et à la partie supérieure de la Zone à Peregrinus, ce qui est en accord avec les données fournies par les associations de dinokystes. Quant au sommet des Marnes d'Hauterive *auct.*, il doit être attribué à la partie supérieure (non sommitale) de la Zone à Loryi (Hauterivien inférieur).

#### 5.4. Formation du Vuache

##### 5.4.1. «Calcaire roux» *auct.*

Dans le sondage du Morand, l'intervalle carbonaté attribué au «Calcaire roux» *auct.* n'a pas été échan-

tillonné pour la palynologie, le faciès étant trop défavorable pour ce type d'étude.

En revanche, certains affleurements de Calcaire roux du Jura vaudois et méridional plus ou moins proches du lieu d'implantation du sondage du Morand renferment parfois de minces délits marneux favorables à des recherches palynologiques. Nous ne citerons que les résultats de trois gisements étudiés en 1993 et 1996 par l'un de nous (E. M.), inédits jusqu'ici.

- *Calcaire roux de la coupe dite de Pateroux, rive droite de l'Orbe, près des Clées* (Feuille 1/25 000, 1202 «Orbe»: 526,82 / 175,32); éch. Steinhauser/Charollais 2433 (inédit).

Dans un lit millimétrique marneux intercalé dans le «Calcaire roux *auct.*» de la région de Pateroux (Jura vaudois), à une quinzaine de kilomètres au NE du sondage du Morand, une association de dinokystes comprenant notamment *Muderongia macwhaei* forme C permet d'attribuer cette unité lithologique au Valanginien inférieur, à la limite sommet Pertransiens/ Neocomiensiformis basal (Monteil 1991, 1992 a, b).

- «Calcaire roux» de la coupe de la Chambotte (Jura méridional; Mont Clergeon).

Un niveau marneux, situé entre la Formation de la Chambotte supérieure et la Formation du Bourget (*sensu* Steinhauser), a fourni *Muderongia macwhaei* formes A, B, C et *Muderongia australis*: cette association caractérise elle aussi l'intervalle Pertransiens sommital / Neocomiensiformis basal.

- «Calcaire roux» de la carrière d'Ardon (Jura méridional; Grand Colombier): éch. A. Aeschlimann (1996).

A 67 km au SW du sondage du Morand, dans la carrière d'Ardon (Jura méridional), un niveau marneux (échantillon AA 290) prélevé au sein du «Calcaire roux *auct.*» a livré une association de dinokystes significative sur le plan biostratigraphique. En effet, la présence de *Callaiosphaeridium* sp. A, *Muderongia macwhaei* forme B, *M. macwhaei* forme C et de *Surculosphaeridium* sp. A indique un âge Pertransiens supérieur / Neocomiensiformis basal, que la présence simultanée de *Discorsia nannus*, *Gardodinium trabeculosum*, *Muderongia australis* et *Foucheria modesta* permet de préciser: Zone à Neocomiensiformis, partie basale.

Comme l'ont rappelé Charollais et al. (2008), le «Calcaire roux *auct.*» attribué encore aujourd'hui



par bien des auteurs au Valanginien supérieur (Bulot 1995, Blanc 1996, Hillgärtner 1999, Mojon 2002, 2006, Mojon et al. 2013) doit donc être daté du Valanginien inférieur conformément aux travaux basés sur les nombreuses ammonites collectées lors de l'exploitation de son faciès « limonite » : Jaccard (1869), Sayn (1889), Baumberger & Moulin (1899), Baumberger (1901; 1903-1910). Cette datation partiellement adoptée par Hennig Fisher (2003) est d'autant plus fondée que lors d'une recherche interdisciplinaire sur le terrain dans la région stratotypique de Valangin (Remane et al. 1989), en présence de J. Remane et de ses collaborateurs, dont deux ammonitologues (voir Busnardo & Thieuloy 1989) un exemplaire de *Platylenticeras gevrilianum* a été recueilli par l'un de nous (B. C.) dans la partie supérieure des « Calcaires roux auct. ». Or, cette ammonite caractérise le Valanginien inférieur (partie supérieure de la Zone à Pertransiens / partie basale de la Zone à Neocomiensiformis).

#### 5.4.2. Marnes d'Arzier

Dans cette unité lithologique, seuls 3 échantillons ont été prélevés entre 246,25 et 249 m. Une datation précise basée sur les dinokystes reconnus dans le sondage du Morand s'est avérée difficile. Les apparitions et disparitions stratigraphiques recensées varient considérablement en âge, entre le Ryazanien inférieur (Berriasien moyen) et le Valanginien inférieur (Zone à Inostranzewi). Il faut cependant relativiser la valeur stratigraphique de certains de ces niveaux d'apparitions. Les plus importantes apparitions (sens forage) incluent *Stiphrosphaeridium dictyophorum*, *S. arbustum*, *Kleithriasphaeridium porosispinum* et *Foucheria modesta*.

*Stiphrosphaeridium dictyophorum* et *S. arbustum* ont été décrits par Davey (1982). *S. dictyophorum* n'a été recensée que dans un seul échantillon daté Ryazanien inférieur (équivalent du Berriasien moyen). *S. arbustum* est lui observé dans le Ryazanien supérieur (équivalent du Berriasien supérieur). La distribution stratigraphique des deux espèces est restreinte au Ryazanien en Mer du Nord. Ces distributions stratigraphiques ne s'appuient cependant que sur une seule citation bibliographique connue.

*Kleithriasphaeridium porosispinum* (présent dès 249 m et en dessous) est connu du Valanginien inférieur au Ryazanien. L'apparition stratigraphique de *Foucheria modesta* est donnée comme Berriasien supérieur (intra sous-Zone à Paramimounum; base de la Zone à Boissieri) dans le stratotype du Berriasien. Sa disparition stratigraphique est acceptée dans le Valanginien supérieur (Zone à Verrucosum) selon Monteil (1992 a,

b, in Hardenbol et al. 1988). L'apparition stratigraphique de *Kleithriasphaeridium corrugatum* est observée à 249 m. Cette espèce est connue depuis la partie la plus supérieure du Ryazanien (Stenomphalus ou Boissieri supérieur: sommet d'Otopeta). On note également l'apparition stratigraphique de *Discorsia nannus*, généralement reconnue dans le Valanginien inférieur (Zone à Neocomiensiformis).

L'intervalle étudié est aussi caractérisé par des espèces restant en nomenclature ouverte, en particulier des spécimens apparentés au genre *Thalassiphora* (*Thalassiphora* sp. à 246 m, restreinte à ce niveau = « Dino D » Monteil in Charollais & Wernli 1995). A 246 m, *Muderongia* sp. a été reconnu dans les Marnes d'Arzier ainsi qu'au sommet de la Formation de Vions. Cette espèce est proche morphologiquement de *Muderongia tabulata* qui a été déjà observée plus haut dans le sondage, dans les Marnes d'Hauterive auct., et plus bas dans la Formation de Vions.

En conclusion, les associations de dinokystes reconnues dans les Marnes d'Arzier du forage du Morand suggèrent globalement un âge Valanginien inférieur.

Dans la localité-type (carrière de la Violette, près d'Arzier), située à une vingtaine de kilomètres au SW du sondage du Morand (Fig. 1), l'identification d'une cinquantaine d'espèces de dinokystes avait permis à Monteil (in Charollais & Wernli 1995) de rattacher les Marnes d'Arzier au Valanginien inférieur (Zone à Pertransiens), car l'association de dinokystes correspond à celle de la Zone à *Muderongia macwhaei* (sous-Zone à forme B), espèce identifiée, mais non publiée, en 1991 dans le sondage du Morand entre 245 et 249 m.

#### 5.5. Formation de Vions

La Formation de Vions reconnue entre 249,50 et 291,75 m comprend au moins deux intervalles stratigraphiques nettement différenciés, séparés par une discontinuité importante observable vers 268 m. Il faut se rappeler que dans les faciès à prédominance marneuse, il est très difficile de détecter des discontinuités à partir d'un carottage souvent interrompu par la destruction des niveaux les moins indurés. Sur le terrain, trois discontinuités liées à des bas-niveaux marins ont été repérées dans la Formation de Vions (Charollais et al. 2008).

Dans cette formation, 15 échantillons ont été prélevés entre 255,00 et 291,60 m en vue d'une étude palynologique.

### 5.5.1. Partie supérieure de la Formation de Vions

Dans la partie supérieure de la Formation de Vions, entre 255,00 et 268 m, les niveaux d'apparitions d'espèces (sens forage) sont moins nets que dans les formations sus-jacentes. La distribution verticale de ces espèces est également irrégulière et sporadique. On remarque les apparitions (sens forage) de

- *Tehamadinium dodekovae* (rare dès 255 m),
- *Dichadogonyaulax panneae*, connue depuis le Berriasien et au Jurassique supérieur (dès 258 m),
- *Batioladinium* sp. 1 (in Davey 1982) restreint au Berriasien inférieur et moyen (rares dès 258 m),
- *Systematophora* sp. I (in Davey 1982) du Ryazanien inférieur et *Systematophora* sp. II (in Davey 1982) présente depuis 263,95 m (Valanginien inférieur),
- *Systematophora palmula* depuis 266 m (Berriasien supérieur à Valanginien supérieur; Davey, 1982).

De nombreuses apparitions stratigraphiques de dinokystes sont également enregistrées dans cette partie supérieure de la Formation de Vions. Il faut cependant pondérer la valeur de certaines d'entre elles, les échantillons des unités lithologiques sous-jacentes étant peu nombreux et pauvres en microfossiles. Certaines espèces montrent cependant un intérêt particulier. Leurs apparitions stratigraphiques sont répertoriées ci-dessous dans le sens forage :

- *Cymosphaeridium validum*, qui apparaît stratigraphiquement à 255 m,
- *Heslertonina heslertonensis* à 258 m,
- *Foucheria modesta* à 263,95 m,
- *Muderongia mcwhaei* à 266 m

Ces formes ne sont connues que depuis la base de la Zone à Otopeta (Berriasien supérieur).

D'autre part, *Pseudoceratium pelliferum*, présent dès 266 m, est connu depuis la partie la plus sommitale du Berriasien (Zone à Boissieri) ou Zone à Stenomphalus du Ryazanien.

La synthèse de ces données biostratigraphiques fournies par les associations de dinokystes suggère un âge Berriasien terminal (partie supérieure de la Zone à Boissieri) pour l'intervalle 255 m – 268 m dans le sondage du Morand. Ces résultats concordent avec les datations basées sur les calpionelles et les charophytes découverts dans cette unité lithologique dans d'autres parties du Jura (Charollais et al. 2008). Relevons que des remaniements de Berriasien plus ancien ne sont pas à exclure.

### 5.5.2. Partie basale de la Formation de Vions

Seuls 2 échantillons ont été prélevés à l'extrême base de la Formation de Vions, à 286,10 m et à 291,60 m,

dans des faciès favorables à une étude palynologique. Ils renferment de très riches associations de dinoflagellés, très différentes de celles répertoriées au-dessus mais relativement mal préservées et caractérisées par de nombreuses apparitions (sens forage) suggérant globalement la base du Berriasien supérieur (Zone à Paramimounum), avec :

- *Gochteodinia mutabilis* (trouvée dans le Crétacé basal : observation personnelle de l'un de nous [R. JDC.] ;
- *Gochteodinia villosa* (apparition sens forage dans le Valanginien basal),
- *Gochteodinia virgula* (Portlandien-Berriasien),
- *Cirrusphaera dissimilis* (décrite par Monteil [1992a] et rarement observée depuis ; dès la base de la sous-Zone à Privasensis [Zone à Occitanica] à l'extrême base de la sous-Zone à Paramimounum [base de la Zone à Boissieri]) dans le stratotype du Berriasien. L'extension de cette espèce pourrait cependant être plus importante, si les sections étudiées se présentaient sous des faciès plus favorables à l'étude palynologique,
- *Dichadogonyaulax bensonii* (Berriasien inférieur sommital à Valanginien inférieur : Zone à Grandis terminale à Zone à Neocomiensiformis),
- *Scriniodinium pharo* (Berriasien-Valanginien),
- *Occisucysta balios* (déjà trouvée dans le Crétacé basal : observation personnelle de l'un de nous [R. JDC.] ;
- *Systematophora palmula* (Berriasien supérieur à Valanginien supérieur ; Davey 1982).

D'après l'un de nous (E.M.), ces deux échantillons seraient également caractérisés par la présence de dinoflagellés d'eau douce (planche 12, figs. 9-11), ainsi que nombreux spécimens de *Botryococcus* spp., souvent considérés comme une algue d'eau douce.

En conclusion, les associations de dinokystes reconnues dans la Formation de Vions du sondage du Morand permettent de l'attribuer au Berriasien supérieur, attribution admise dans tout le Jura et également fondée sur des ammonites, certains foraminifères (*Pavlocina allobroensis*), des calpionelles et des charophytes (Charollais et al. 2008, p. 200, fig. 2).

## 5.6. Formation de Pierre-Châtel

### 5.6.1. « Unité moyenne calcaire »

Un seul niveau marneux a été échantillonné à 300,15 m dans des faciès assez défavorables. Il révèle une pauvre association palynologique sans aucune nouvelle espèce caractéristique.



### 5.6.2. «Unité inférieure oolithique»

Sur les deux échantillons prélevés dans cette unité à 312,05 m et à 313,10 m, seul le niveau supérieur s'est montré positif. Il révèle une association relativement pauvre sans aucune nouvelle espèce caractéristique. On reconnaît *Gochteodinia mutabilis*, *Systematophora* sp. 1 in Davey 1982, *Occisucysta balios*, *Muderongia simplex*, *Pareodinia* sp. 1 in Davey 1982, *Dissiliodinium* sp., et une forme informellement attribuée à *Muderongia* sp. 312. D'autre part, *Schizosporis reticulatus* est particulièrement abondant dans ce niveau.

Si les études palynologiques n'ont pas fourni de données chronostratigraphiques précises dans les deux «unités» moyenne et inférieure, en revanche l'analyse séquentielle calée sur les très rares ammonites signalées dans la Formation de Pierre Châtel (Clavel et al. 1986, Charollais et al. 2007, p. 37, fig. 5) a permis de la dater du Berriasien moyen.

### 5.7. Formation de Goldberg

La Formation de Goldberg a déjà été l'objet de très nombreuses recherches en raison de sa richesse faunistique et floristique, en plus de sa diversité paléoenvironnementale. Aussi nos investigations se sont-elles limitées à un seul échantillon très fossilifère prélevé à 324,20 m, dont l'assemblage palynologique est typique du «Purbeckien auct.». Il est composé d'un mélange de microflore d'origine continentale, d'une abondance de débris d'inertinite aciculaire et de très nombreux dinoflagellés, souvent mal préservés. Les kystes proximates sont dominants alors que les chorates sont pratiquement absents, de même que les espèces du genre *Muderongia*, relativement fréquentes jusque dans les niveaux immédiatement supérieurs. L'espèce dominante, *Lanterna bulgarica*, donne une touche jurassique au niveau le plus ancien étudié par la palynologie dans ce sondage du Morand.

La microflore continentale comprend des pollens disaccates génériquement et spécifiquement variés, *Classopollis* spp. souvent en tétrade, *Callialasporites* spp., *Cerebropollenites mesozoicus*, *Exesipollenites* spp., *Perinopollenites* spp., etc., accompagnés de très nombreux amas de *Botryococcus*. Certains de ces taxa sont déjà présents sporadiquement dans les échantillons sus-jacents. La plupart ne présentent aucun intérêt stratigraphique. La microflore continentale n'est donc pas détaillée dans les diagrammes de distribution des espèces.

Les résultats apportés par l'étude des dinokystes présentent un intérêt d'ordre plus paléoenvironnemental que biostratigraphique. L'attribution de

la Formation de Goldberg au Berriasien inférieur / extrême base du Berriasien moyen est basée sur de très rares ammonites, des ostracodes, des algues et des charophytes (Clavel et al. 1986, Charollais et al. 2007, 2008).

### 5.8. Formation de Twannbach

Dans cette formation généralement rattachée au Tithonien, aucun échantillon n'a été traité pour des études palynologiques. Il faut noter que le forage du Morand n'a certainement pas traversé la Formation de Twannbach dans sa totalité.

## 6. Conclusions

Le sondage du Morand représente une coupe-type des formations du Crétacé inférieur du pied du Jura vaudois, celles-ci n'apparaissant jamais dans leur totalité et de façon continue à l'affleurement. Bien que le carottage ne soit pas favorable à la récupération des niveaux marneux particulièrement fréquents dans les Formations de Goldberg et de Vions, et qu'il ne permette pas de détecter toutes les discontinuités dans les niveaux carbonatés, il est toutefois possible de présenter la succession lithologique détaillée des différents terrains traversés. Elle est basée sur l'observation macroscopique et sur l'analyse de plusieurs centaines de lames minces. L'épaisseur réelle des différentes formations a pu être estimée correctement, la fracturation et les variations de pendages restant négligeables. La nomenclature lithostratigraphique employée ici tient compte des recommandations du Comité suisse de Stratigraphie éditées en 2014 et précisées par Strasser et al. (2016).

C'est la première fois qu'une étude palynologique aussi exhaustive est entreprise dans le Jura vaudois sur une coupe-type de Crétacé inférieur d'un peu plus de 300 m d'épaisseur, dont certains niveaux ont révélé une diversité et une richesse remarquables. Pour les formations dépourvues de faciès favorables à une étude palynologique, nous avons fait appel à des données biostratigraphiques complémentaires publiées ou inédites, obtenues dans ces mêmes formations affleurant dans le Jura vaudois et/ou méridional. Il nous a paru justifié de présenter, dans un premier temps, les résultats de cette recherche essentiellement palynologique ; elle sera complétée dans un prochain travail par l'étude de nouveaux groupes (ostracodes, foraminifères, charophytes et nannofossiles), les dasycladales ayant déjà été publiées par Granier et al. (2014 b).



## ■ Remerciements

Les directeurs successifs du Musée cantonal de géologie de Lausanne et leurs collaborateurs (Dr. Marc Weidmann, Dr. Gilles Borel, Dr. Robin Marchant) nous ont toujours généreusement accueillis dans leur institution et nous ont fourni toute l'aide nécessaire à l'examen et à l'échantillonnage du sondage du Morand : nous leur exprimons toute notre reconnaissance. Nos remerciements vont également au Service géologique suisse, particulièrement au Dr. Laurent Jemelin et au Dr. Alain Morard, qui nous ont fait bénéficier d'une subvention pour les préparations palynologiques effectuées par Alain Le Hérissé. D'autres préparations ont été effectuées il y a une vingtaine d'années au Département de Géologie et de Paléontologie de l'Université de Genève par Michel Floquet, à qui nous adressons nos plus vifs remerciements.

Notre gratitude s'adresse également aux deux reviewers (Dr. Danielle Decrouez, Prof. André Strasser) qui nous ont fait part de remarques pertinentes et constructives.

Les auteurs de ce travail remercient chaleureusement la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève d'avoir bien voulu accepter de publier ce travail sur la stratigraphie du sondage du Morand et sur son contenu palynologique largement illustré. Que son Président, Michel Grenon, et son Rédacteur, Robert Degli Agosti dont le dévouement et la compétence contribuent à la bonne présentation de cette note, trouvent ici l'expression de notre gratitude. Nous exprimons également notre reconnaissance au Président du Fonds Rehfous-Collard pour nous avoir accordé un subside important pour l'impression.

Le Musée cantonal de géologie de Lausanne conserve tout le matériel du sondage du Morand : carottes, lames minces, dessins des logs, documents divers.

## Bibliographie

- **AESCHLIMANN A.** 1996. Géologie du Grand Colombier septentrional (Ain, France). Diplôme Ingénieur-géologue, Département de géologie et de paléontologie de l'Université de Genève (inédit), 100 p.
- **ALBERTI G.** 1961. Zur Kenntnis mesozoischer und alttertiärer Dinoflagellaten und Hystriosphærideen von Nord-und Mitteldeutschland sowie einigen anderen europäischen Gebieten. - *Palaeontographica*, A, 116, p. 1-58, pls. 1-12.
- **ARN R.** 1984. Contribution à l'étude stratigraphique du Pléistocène de la région lémanique. - Thèse, Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne, p. 1-307.
- **ASKIA A.** 1982. Analyse pétrographique, micropaléontologique et sédimentologique des faciès compris entre le Jurassique supérieur et l'Urgonien du sondage de Montricher (Vaud). - Diplôme Ingénieur-géologue, Département de géologie et de paléontologie de l'Université de Genève, 119 pp. (inédit).
- **BAUMBERGER E.** 1901. Über Facies und Transgressionen der untern Kreide am Nordrande der mediterrano-helvetischen Bucht im westlichen Jura. - *Wiss. Beil. Ber. Töchter-schule Basel*, 1-44.
- **BAUMBERGER E.** 1903-1910. Fauna der Unteren Kreide im westschweizerischen Jura. - *Abh. Schweiz. Paläont. Ges.* I (1903) 30: 60 S., II (1906a) 32: 80 S.; III (1906b) 33: 29 S.; V (1908) 34: 45 S.; VI (1910) 36: 57 S., Basel.
- **BAUMBERGER E, MOULIN H.** 1899. La série néocomienne à Valangin. - *Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, 26: 150-210.
- **BERNIER P.** 1984. Les formations carbonatées du Kimméridgien et du Portlandien dans le Jura méridional. Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie. - *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon*, 92, 422 pp.
- **BLANC E.** 1996. Transect plate-forme - bassin dans les séries carbonatées du Berriasien supérieur et du Valanginien inférieur (domaines jurassien et nord-vocontien). Chronostratigraphie et transferts de sédiments. - *Géologie alpine*, Grenoble, (Mémoire H.S.), n° 25, 311 p.
- **BULOT L.** 1995. Les formations à ammonites du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France (Berriasien à Hauterivien): biostratigraphie, paléontologie et cycles sédimentaires. - Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 398 pp.
- **BURGER A, GORHAN HL.** 1986. Prospection géothermique le long du pied du Jura. - Rapport NEFF 165, 1985. *Bulletin du Centre hydrogéologique de l'Université de Neuchâtel*, 6.
- **BUSNARDO R, CHAROLLAIS J, WEIDMANN M, CLAVEL B.** 2003. Le Crétacé inférieur de la Veveyse de Châtel (Ultraschweiz des Préalpes externes; canton de Fribourg, Suisse). - *Revue de Paléobiologie*, Genève, 22: 1-174.
- **BUSNARDO R, THIEULOY J-P.** 1989. Les ammonites de l'Hauterivien jurassien: révision des faunes de la région du stratotype historique de l'étage Hauterivien. - *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, XI: 101-147.
- **CHAPPALLAZ C, MIAUTON F, WEIDMANN M.** 1969. Sondage du Morand, commune de Montricher, Vaud. Relevé provisoire au 1: 10<sup>e</sup>, p. 1-130. - Rapport inédit, Musée géologique cantonal, Lausanne.
- **CHAROLLAIS J, CLAVEL B, BUSNARDO R.** 2008. Biostratigraphie et découpage séquentiel des formations du Crétacé inférieur de la plate-forme jurassienne (France, Suisse). - In: *A Terra. O Conflito e Ordem. Homenagem ao Professor Ferreira SOARES*. Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, p. 197-207.
- **CHAROLLAIS J, CLAVEL B, GRANIER B, BUSNARDO R, CONRAD MA** 2013. Discussion of the paper by Godet et al. 2011, entitled « Reconciling strontium-isotope and K-Ar ages with biostratigraphy: the case of the Urgonian platform, Early Cretaceous of the Jura Mountains, Western Switzerland » (*Swiss Journal of geosciences*, 104, 147-160). *Swiss. J. Geosci.* 106/3: 559-567, Berlin
- **CHAROLLAIS J, CLAVEL B, SCHROEDER R, STRASSER A.** 1986. Description des formations de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien inférieur du flanc septentrional de l'anticlinal du Plateau d'Andey (p. 65-90). - In *Blondel T., Charollais J., Clavel B. & Schroeder R.*: Excursion du Congrès Benthos'86. Jura méridional et chaînes subalpines. Livret-guide, excursion n. 1, 107 pp. Genève
- **CHAROLLAIS J, WERNLI R.** 1995. 23<sup>e</sup> Colloque européen de Micropaléontologie. Pays de Genève et régions voisines (Suisse et France). 24-30 septembre 1995. - *Publications du Département de Géologie et de Paléontologie de l'Université de Genève, Série Guides géologiques* 7, 141 pp.
- **CHAROLLAIS J, WERNLI R, MEYER CA, CLAVEL B.** 2007. Découverte d'empreintes de dinosaures dans le Berriasien du Jura méridional (Ain, France). - *Archives des Sciences*, 60: 33-40.
- **CLAVEL B, BUSNARDO R, CHAROLLAIS J, CONRAD M, GRANIER B.** 2010. Répartition biostratigraphique des orbitolinidés dans la biozonation à ammonites (plate-forme urgonienne du Sud-Est de la France). Partie 1: Hauterivien supérieur – Barrémien basal. *Carnets de Géologie (Notebooks on Geology)* CG2010\_A06, 53 pp. Madrid.
- **CLAVEL B, CHAROLLAIS J.** 1989a. Biostratigraphie de l'Hauterivien du Jura méridional. - *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, XI, p. 291-298.
- **CLAVEL B, CHAROLLAIS J.** 1989b. Corrélation des formations hauteriviennes du Jura méridional au Jura neuchâtelois. - *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, XI: 299-305.
- **CLAVEL B., CHAROLLAIS J, BUSNARDO R, GRANIER B, CONRAD M, DESJACQUES P, METZGER J.** 2014. La plate-forme carbonatée urgonienne (Hauterivien supérieur – Aptien inférieur) dans le Sud-Est de la France et la Suisse: synthèse. - *Archives des Sciences*, 67: 1-97.
- **CLAVEL B, CHAROLLAIS J, BUSNARDO R, LE HEGARAT G.** 1986. Précisions stratigraphiques sur le Crétacé inférieur basal du Jura méridional. *Eclogae geologicae Helvetiae*, 79: 319-341.
- **CLAVEL B., CHAROLLAIS J, CONRAD MA, JAN DU CHENE R, BUSNARDO R, GARDIN S, ERBA E, SCHROEDER R, CHERCHI A, DECROUZES D, GRANIER B, SAUVAGNAT J, WEIDMANN M.** 2007. Dating and progradation of the urgonian limestone from the Swiss Jura to South East France. - *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften (ZdGG)*, Darmstadt, 158: 1025-1063.



- **COMITÉ SUISSE DE STRATIGRAPHIE.** 2014. Jura. Lexique lithostratigraphique de la Suisse. - Swisstopo, Service géologique national. Online at <http://www.strati.ch/index.php/fr/cms/downloads>.
- **CUSTER W.** 1928. Etude géologique du pied du Jura vaudois. - Matériaux pour la Carte géologique suisse, 59, 72 p.
- **CUSTER W, AUBERT D.** 1935. Feuille 1222 « Cossonay ». - Atlas géologique de la Suisse à 1/ 25 000, Kümmerly & Frey, Berne.
- **DAVEY R.J.** 1979. The stratigraphic distribution of dinocysts in the Portlandian (Latest Jurassic) to Barremian (Early Cretaceous) of northwest Europe. - A.A.S.P., Contr. Series, 5B, p. 48-81, pls. 1-4.
- **DAVEY R.J.** 1982. Dinocysts stratigraphy of the latest Jurassic to Early Cretaceous of the Haldager n°1 Borehole, Denmark. - Geol. Surv. Denmark, B, 6, p. 1-57, pls. 1-10.
- **DAVIT A.** 1990. Aquifère mixte karstique et fluvio-glaciaire: hydrogéologie et géochimie de la région de Montricher (Vaud, Suisse). Diplôme es Sciences de la Terre de l'Université de Genève, (inédit).
- **DAVIT A, JAFFE F, PARRIAUX A, DUBOIS J-D** 1990. The problem of groundwater protection in a composed karstic and fluvio-glacial aquifer at the foot of the Jura chain (Switzerland). Proceedings of the 22nd Congress of I.A.H., vol. XXII/2: 1144-1153.
- **DAVIT A, LOOSER M.** 1993. Le cône fluvio-glaciaire de Montricher (Vaud, Suisse). Quaternaire, 4 (2-3): 83-90.
- **DUXBURY S.** 1977. A palynostratigraphy of the Berriasian to Barremian of the Speeton Clay of Speeton, England. - Palaeontographica, B, 160: 17-67, pls. 1-15.
- **DUXBURY S.** 2001. A palynological zonation scheme for the Lower Cretaceous - United Kingdom Sector, Central north Sea. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 219/1-2: 95-137.
- **FAUCONNIER D.** 1989. Palynologie du stratotype historique de l'Hauterivien. Mémoire de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles, tome XI: 233-255.
- **GODET A.** 2006. The evolution of the Urgonian platform in the western Swiss Jura realm and its interactions with palaeoclimatic and palaeoenographic change along the northern Tethyan Margin (Hauterivian - earliest Aptian). - PhD Thesis Neuchâtel: Université de Neuchâtel, 405 pp.
- **GRANIER B, BARBIN V, CHAROLLAIS J.** 2014a. Significance of partial leaching in calcareous ooids: The case study of Hauterivian oolites in Switzerland. - Carnets de Géologie (Notebooks on Geology), Madrid, 14(22): 471-481.
- **GRANIER B, CLAVEL B, CHAROLLAIS J, WEIDMANN M.** 2014b. Latest Jurassic – Early Cretaceous Dasycladalean algae (Chlorophyta) from the Morand drilling at Montricher (Canton de Vaud, Switzerland). - Acta Paleontologica Romaniaae, Cluj-Napoca, 10: 25-38.
- **HAQ BU, HARDENBOL J, VAIL PR.** 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and eustatic cycles. - In: Wilgus, C. K. et al. (ed.): Sea level changes: an integrated approach. - Soc. econ. Paleont. Mineral. spec. Publ., 42, 71-108.
- **HARDENBOL J, THIERRY J, FARLEY MB, JACQUINT T, DE GRACIANSKY PC, VAIL P.** 1988. Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins, in Graciansky PC. & al. (eds) Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins: SEPM Special Publication 60, p. 3-13.
- **HENNIG FISHER S.** 2003. Geochemical and sedimentological evidence for environmental changes in the Valanginian (Early Cretaceous) of the Tethys region. PhD Thesis ETH-Zürich 15106.
- **HILLGÄRTNER H.** 1999. The evolution of the French Jura platform during the Late Berriasian to Early Valanginian: controlling factors and timing. - PhD Thesis University of Fribourg, Geofocus 1, 203 pp.
- **JACCARD A.** 1869. Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois. - Matériaux pour la Carte géologique suisse, 6, 340 p., Berne.
- **JAN DU CHÈNE R, BUSNARDO R, CHAROLLAIS J, CLAVEL B, DECONINCK J-F, EMMANUEL L, GARDIN S, GORIN G, MANIVIT H., MONTEIL E, RAYNAUD J-F, RENARD M, STEFFEN D, STEINHAUSER N, STRASSER A, STROHMENGER C, VAIL P R.** 1993. Sequence-stratigraphic interpretation of Upper Tithonian-Berriasian reference sections in South-East France: a multidisciplinary approach. Bull. Centres Rech. Explor. -Prod. Elf Aquitaine, 17, 1: 151-181. Bousens.
- **JOUKOWKY E, FAVRE J.** 1913. Monographie géologique et paléontologique du Salève (Haute-Savoie, France). - Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, vol. 37, fasc. 4, 295-523.
- **LONGEIX L.** 1990. La distribution des kystes de dinoflagellés dans les sédiments hémipélagiques (Ardèche) et pélagiques (Arc de Castellane, S.E. de la France) en domaine vocontien, du Valanginien terminal au Barrémien inférieur. Biostratigraphie et relation avec la stratigraphie séquentielle. Ph. D. Thesis, Université de Bordeaux, spéc. Géologie et Océanologie, n° 478, vol. I, p. 1-324 et vol. II, p. 1-279, pls. 1-30.
- **MOJON PO.** 2002. Les Formations mésozoïques à Charophytes (Jurassique moyen-Crétacé inférieur) de la marge téthysienne nord-occidentale (Sud-Est de la France, Suisse occidentale, Nord-Est de l'Espagne). Sédimentologie, micropaléontologie, biostratigraphie. - Géologie alpine, Grenoble, Mémoire H.S., n° 41, 386 p.
- **MOJON PO.** 2006. Paléokarst, crocodiles nains et micropaléontologie du Valanginien d'Arzier (Jura suisse). - Archives des Sciences, Genève, vol. 59, n° 1, p. 47-60.
- **MOJON PO, MUSOLINO A, BUCHER S, CLAUDE B.** 2013. Nouvelles données sur les ammonites du Valanginien-Hauterivien de la région stratotypique de Neuchâtel (Jura suisse): implications biostratigraphiques. Carnets de Géologie (Notebooks on Geology), Article 2013/06 (CG 2013\_A06), 237-254, Madrid.
- **MONTEIL E.** 1991. Morphology and systematics of the ceratoid group: a new morphographic approach. Revision and emendation of the genus *Muderongia* Cookson & Eisenack 1958. Bulletin du Centre de Recherche Exploration – Production Elf-Aquitaine, 15/2: 461-505.
- **MONTEIL E.** 1992 a. Quelques nouvelles espèces-index de kystes de Dinoflagellés (Tithonique - Valanginien) du sud-est de la France et de l'ouest de la Suisse. Revue de Paléobiologie, Genève, 11(1): 273-297.

- **MONTEIL E.** 1992 b. Kystes de Dinoflagellés index (Tithonique-Valanginien) du sud-est de la France. Proposition d'une nouvelle zonation palynologique. *Revue de Paléobiologie*, Genève, 11(1):299-306.
- **MONTEIL E.** 1993. Dinoflagellate cyst biozonation of the Tithonian and Berriasian of South-East France. Correlation with the Sequence stratigraphy. *Bulletin du Centre de Recherche Exploration – Production Elf-Aquitaine*, 17/1: 249-273.
- **MONTEIL E.** 1996. Rapport préliminaire sur les dinokystes du Crétacé inférieur du Jura. Département de géologie et de paléontologie de l'Université de Genève (inédit), 10 pp.
- **MORNOD L.** 1969. Rapport hydrogéologique sur un forage de prospection du Morand (Bois de Morges), commune de Montricher. Rapport inédit. Service des Eaux, commune de Morges, 2 pp.
- **MOUTY M.** 1966. Le Néocomien dans le Jura méridional. - Thèse 1369, Université de Genève, 256 pp. Damas.
- **PERSOZ F.** 1982. Inventaire minéralogique, diagenèse des argiles et minéralostratigraphie des séries jurassiques et crétacées inférieures du Plateau suisse et de la bordure sud-est du Jura entre les lacs d'Annecy et de Constance. Matériaux de la Carte géologique suisse, N. S., 155: 1-52.
- **PERSOZ F, REMANE J.** 1976. Minéralogie et géochimie des formations à la limite Jurassique – Crétacé dans le Jura et le Bassin vocontien. *Eclogae geologicae Helveticae*, 69/1:1-38.
- **POURTOY D.** 1988. Le genre *Aprobolocysta* Duxbury, 1977; emend.: Révision et comparaison avec le genre *Batioladinium* Brideaux, 1975; emend. *Bulletin du Centre de Recherche Exploration – Production Elf-Aquitaine* 12/1: 383-403, pls. 1-5.
- **POURTOY D.** 1989. Les kystes de dinoflagellés du Crétacé inférieur de la Veveyse de Châtel-St. -Denis (Suisse): Biostratigraphie et stratigraphie séquentielle. Ph. D. Thesis, Université de Bordeaux, spécialité Océanologie, n° 2245, vol. I, p. 1-168 et vol. II, p. 1-214, pls.1-24.
- **REMANE J.** 1989. The historical type Hauterivian on the Jura mountains: original definition, actual concept, lithostratigraphic subdivision. - *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, XI, p. 9-18. *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, XI: 9-18.
- **REMANE J, BUSNARDO R, CHAROLLAIS J.** 1989. Révision de l'Etage Hauterivien (Région-type et environs, Jura franco-suisse. *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, XI, 322 pp.
- **SAYN G.** 1889. Sur quelques ammonites de la couche à « *Holcostephanus astieri* » de Villers-le-Lac. - *Archives des Sciences*, 22: 459-461.
- **STEINHAUSER N, CHAROLLAIS J.** 1971. Observations nouvelles et réflexions sur la stratigraphie du « Valanginien » de la région neuchâteloise et ses rapports avec le Jura méridional. *Geobios*, 4: 7-59. Lyon.
- **STEINHAUSER N, CHAROLLAIS J.** 1984. Description lithologique et micropaléontologique du sondage du Morand. - Département de géologie et de paléontologie de l'Université de Genève (inédit), 3 pp.
- **STOVER LE, BRINKHUIS, DAMASSA SP, DE VERTEUIL L, HELBY RJ, MONTEIL E, PARTRIDGE AD, POWELL AJ, RIDING JB, SMELROR M, WILLIAMS GL.** 1996. Chapter 19: Mesozoic-Tertiary dinoflagellates, acritarches and Prasinophytes. - *In*: Jansonius J. & McGregor D.C. (ed.), *Palynology: principles and applications*. AASP Foundation, vol. 2, p. 641-750.
- **STRASSER A.** 1986. Ooids in Purbeck limestones (lowermost Cretaceous) of the Swiss and French Jura. *Sedimentology* **33**, p. 711-727.
- **STRASSER A, CHAROLLAIS J, CONRAD M, CLAVEL B, MASTRANGELO B.** 2016. The Cretaceous of the Swiss Jura Mountains: an improved lithostratigraphic scheme. - *Swiss Journal of Geosciences* (sous presse), 20 pp.
- **VIEBAN F.** 1983. Installation et évolution de la plate-forme urgonienne (Hauterivien à Bédoulien) du Jura méridional aux chaînes subalpines (Ain, Savoie, Haute-Savoie). *Sédimentologie, minéralogie, stratigraphie et paléogéographie*. Thèse, Université de Grenoble, 222 pp.



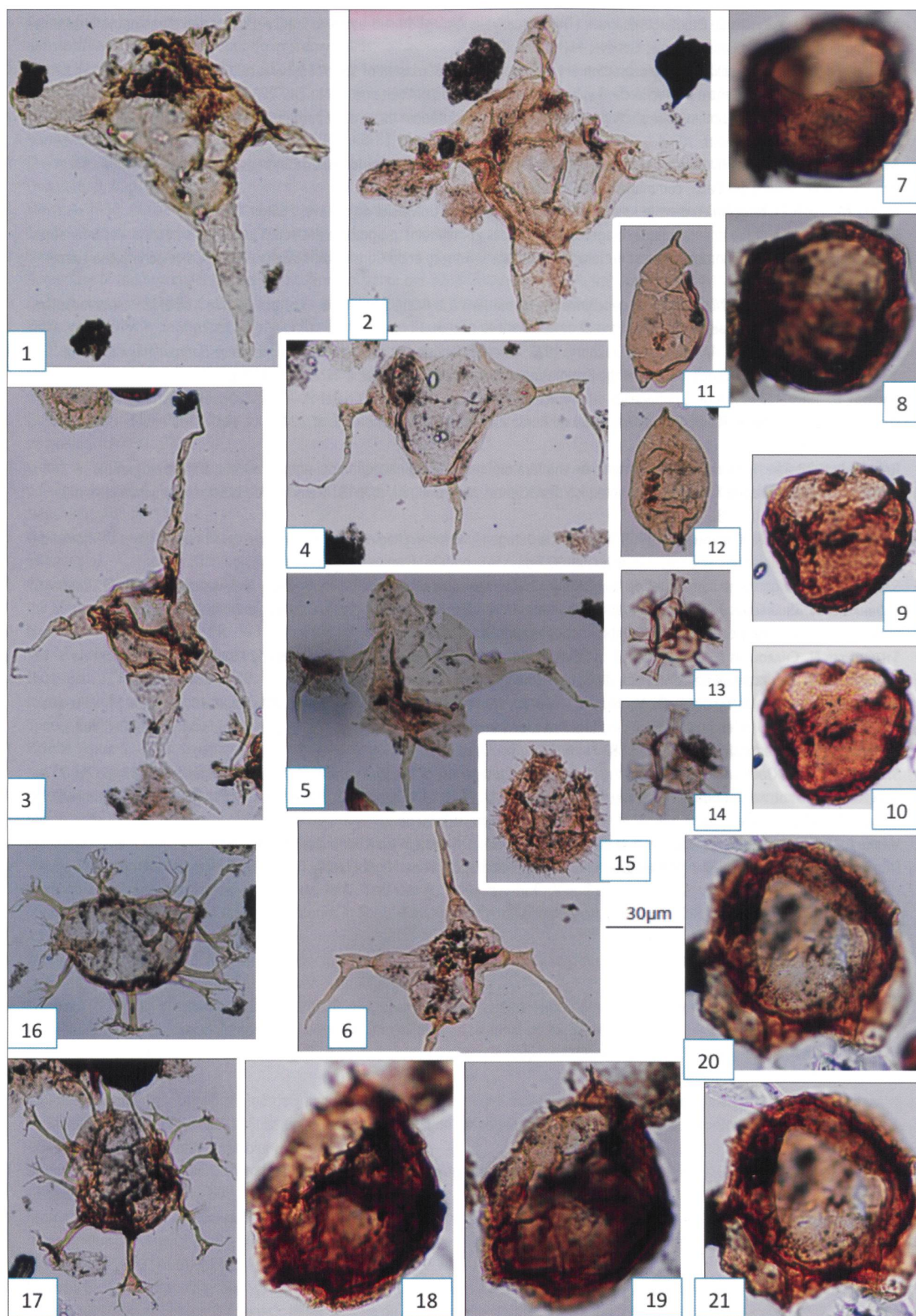


Planche 1



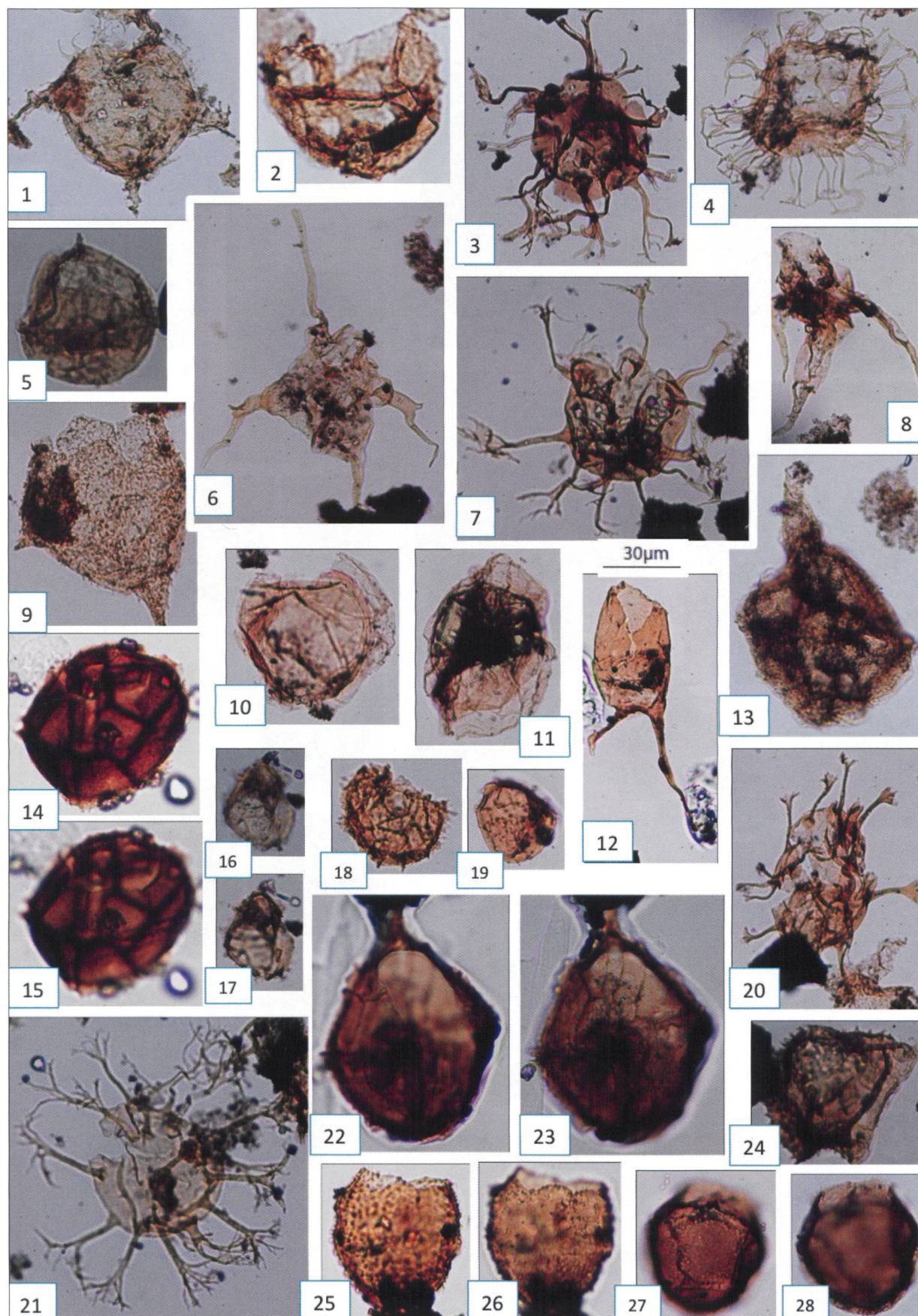


Planche 2



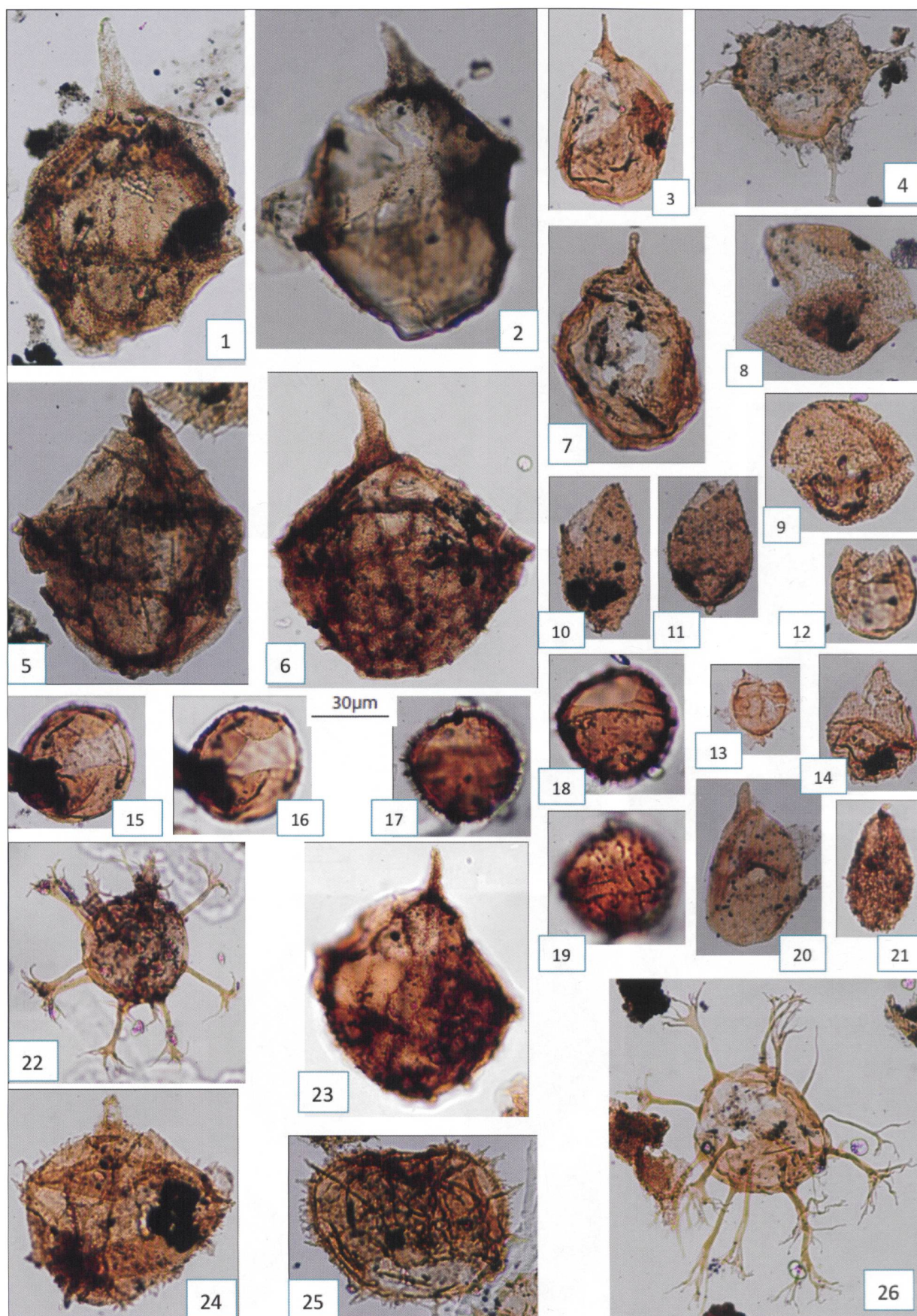


Planche 3



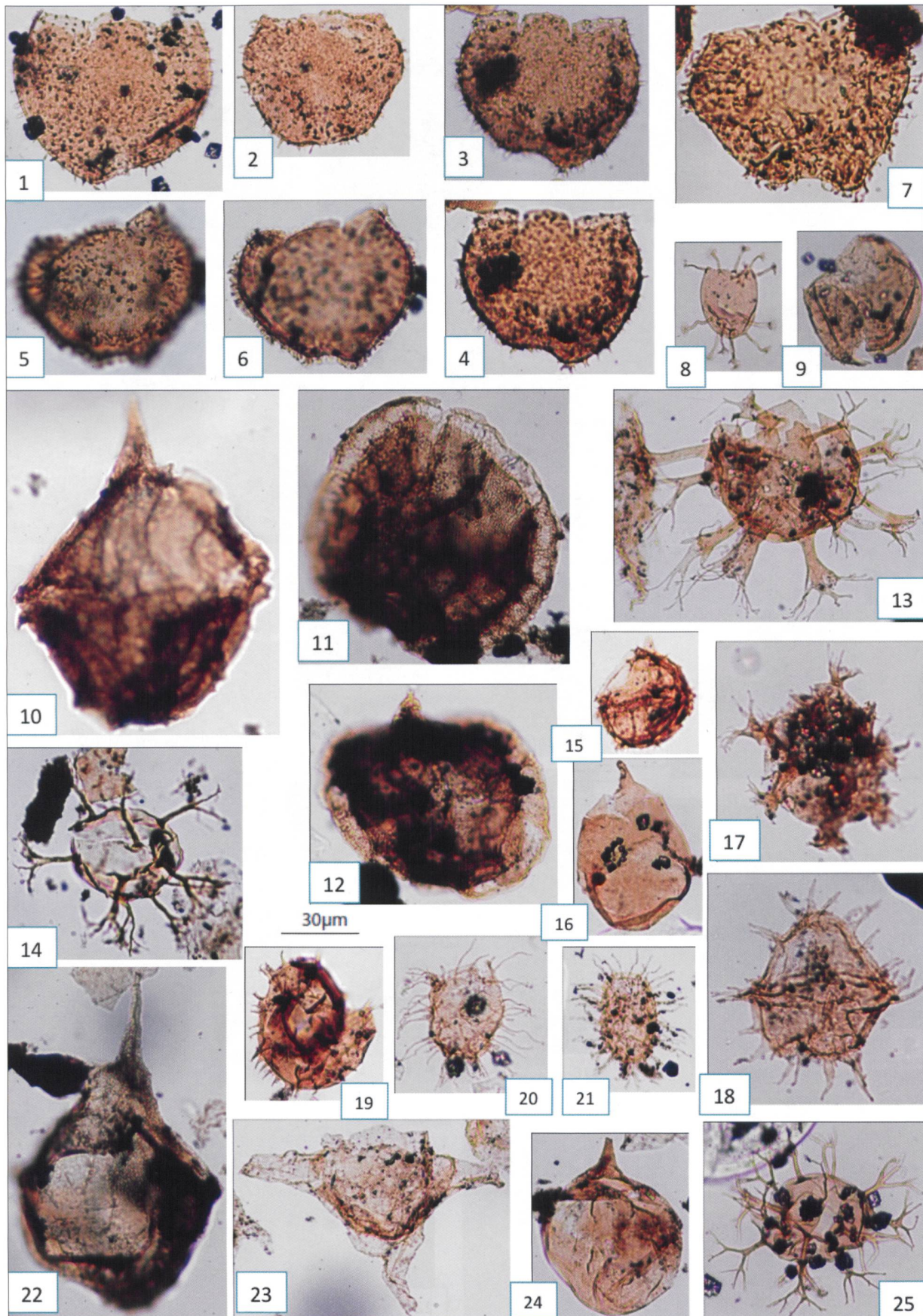


Planche 4



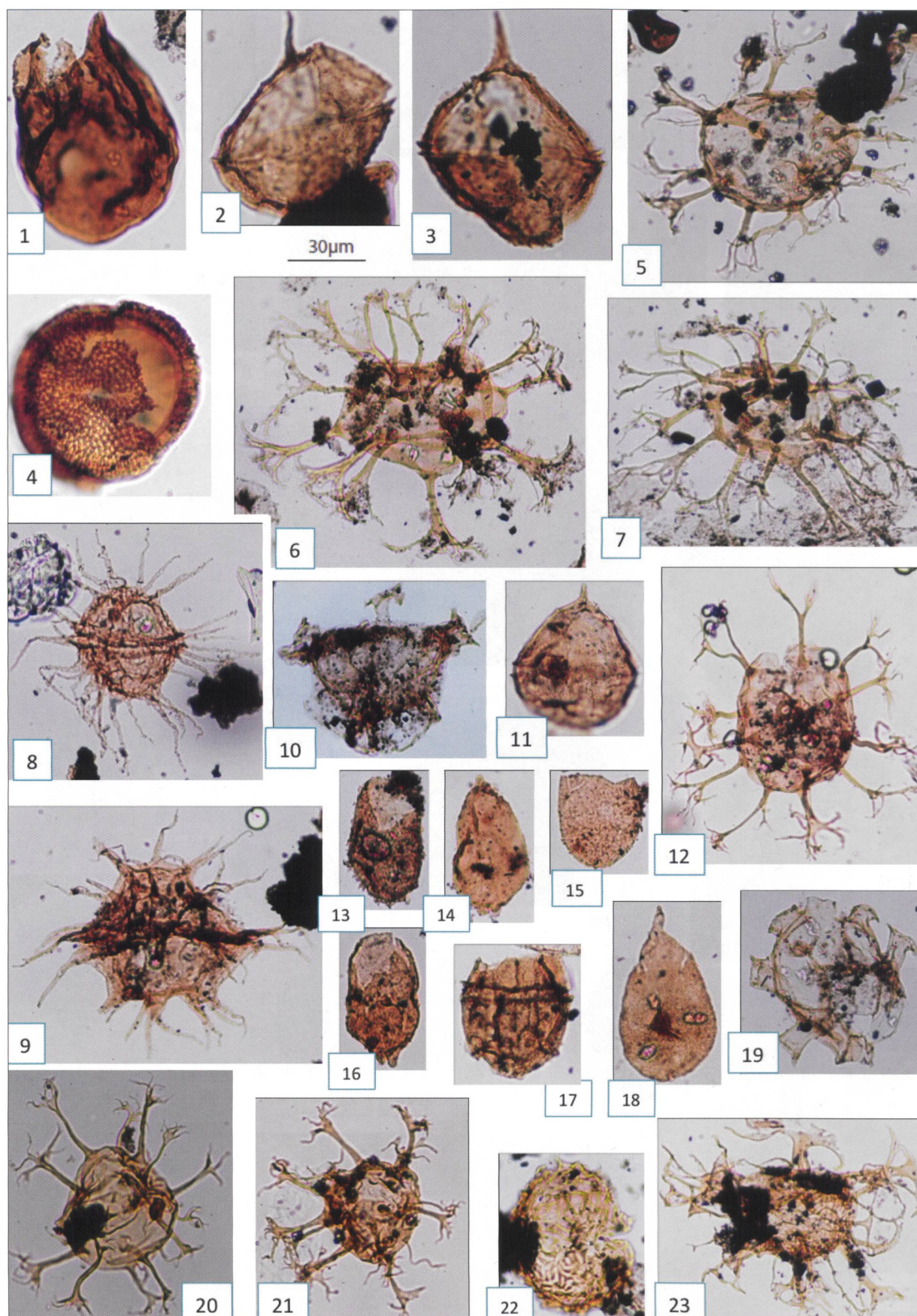


Planche 5



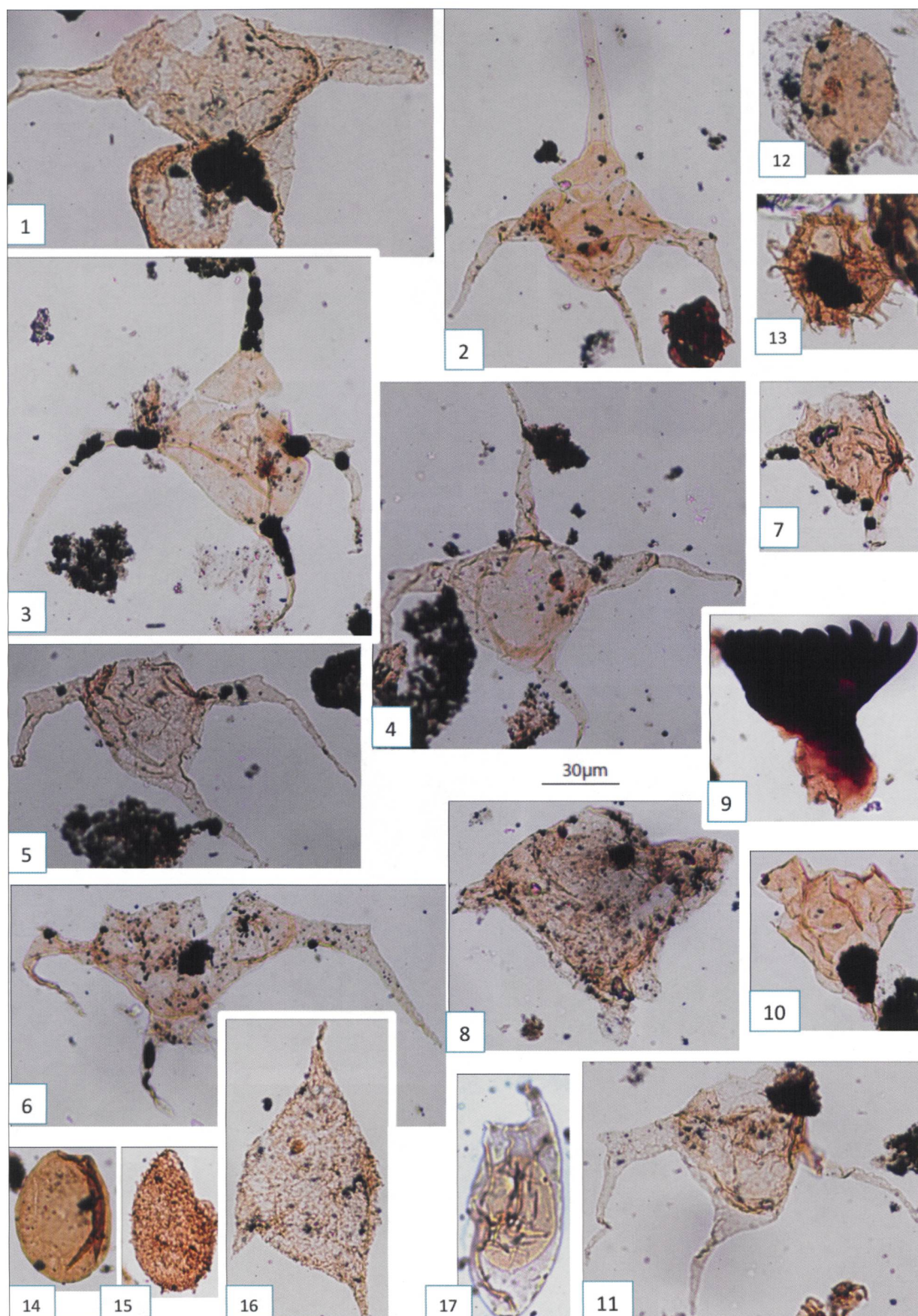
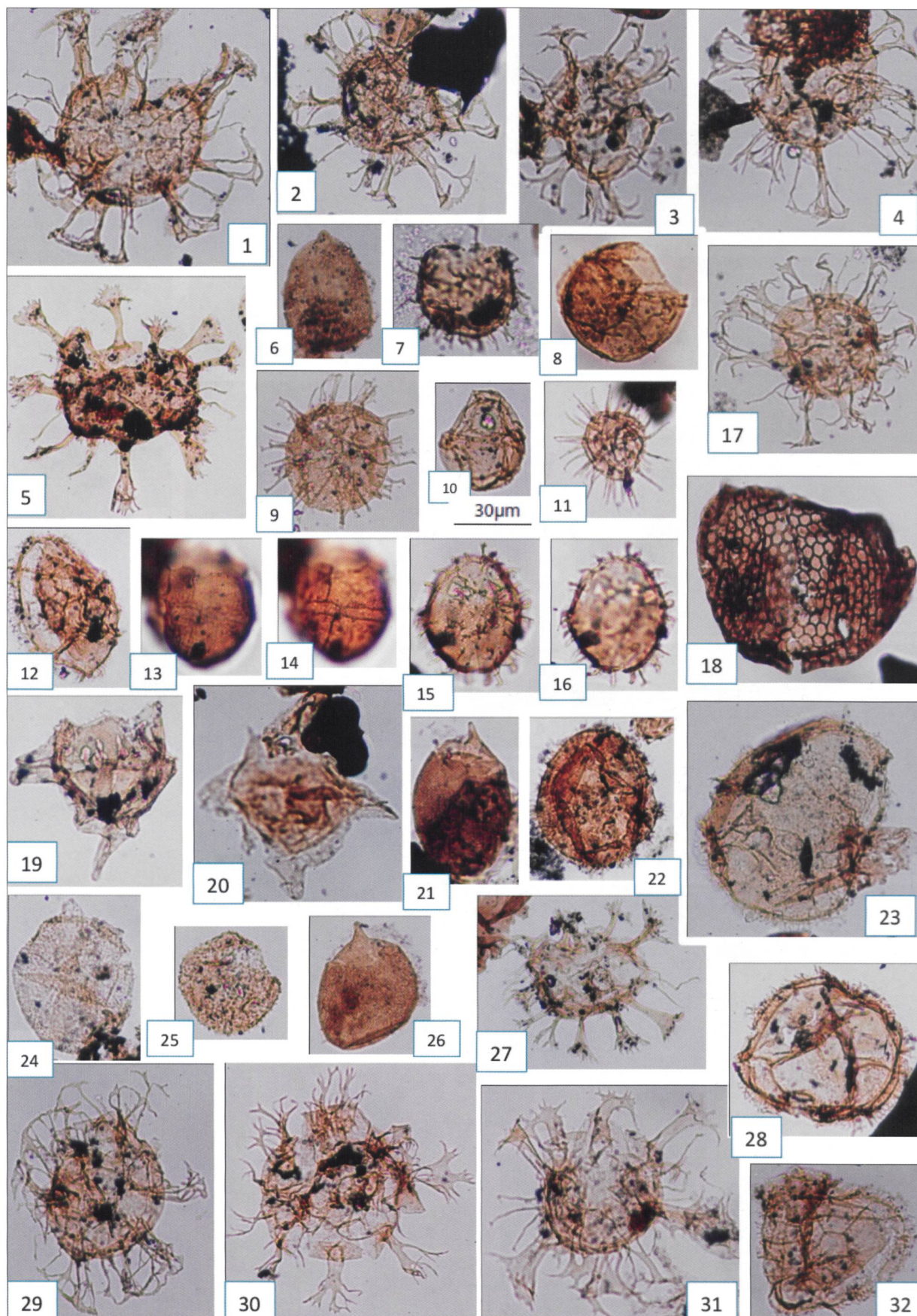


Planche 6





**Planche 7**



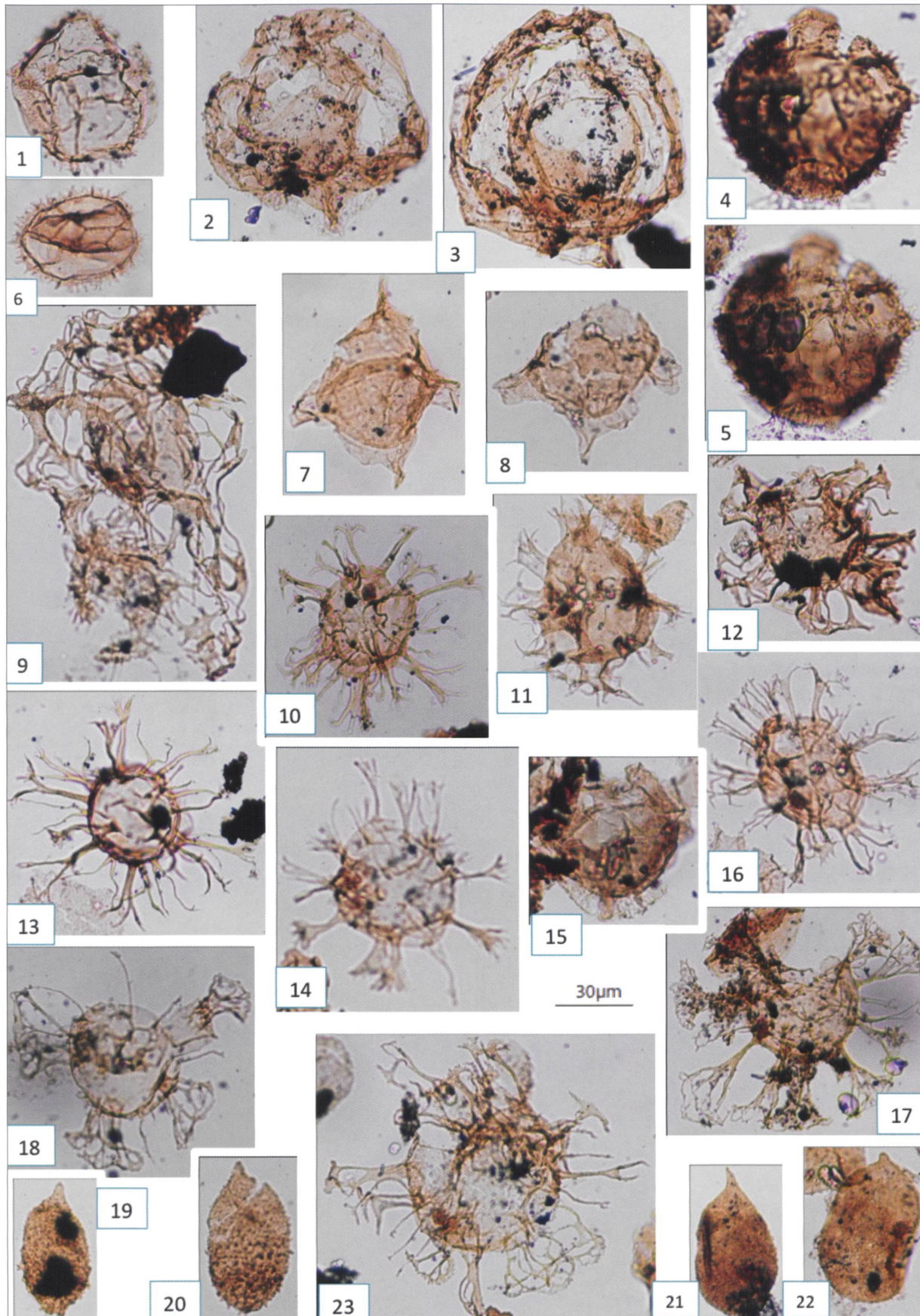


Planche 8



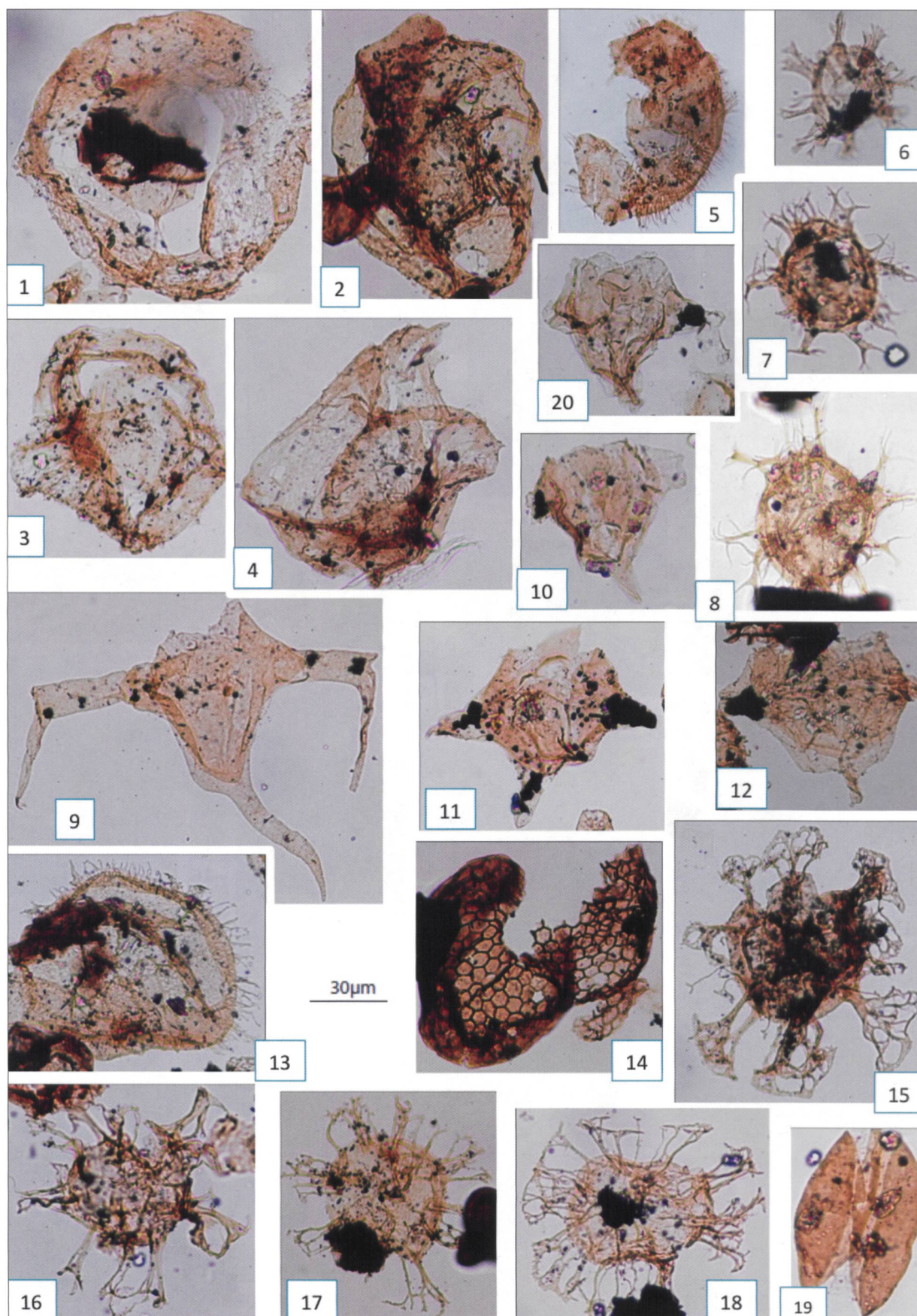


Planche 9



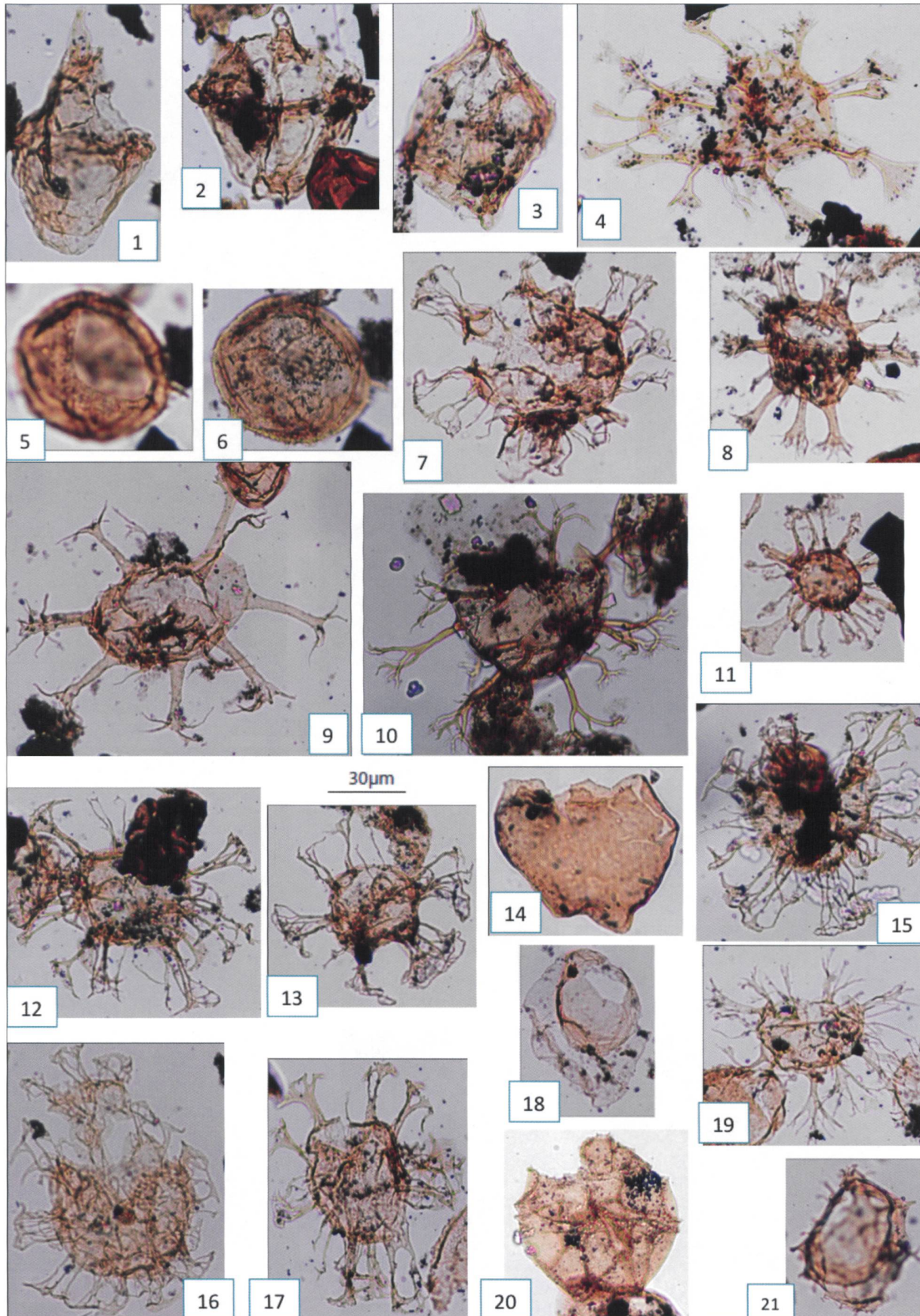


Planche 10



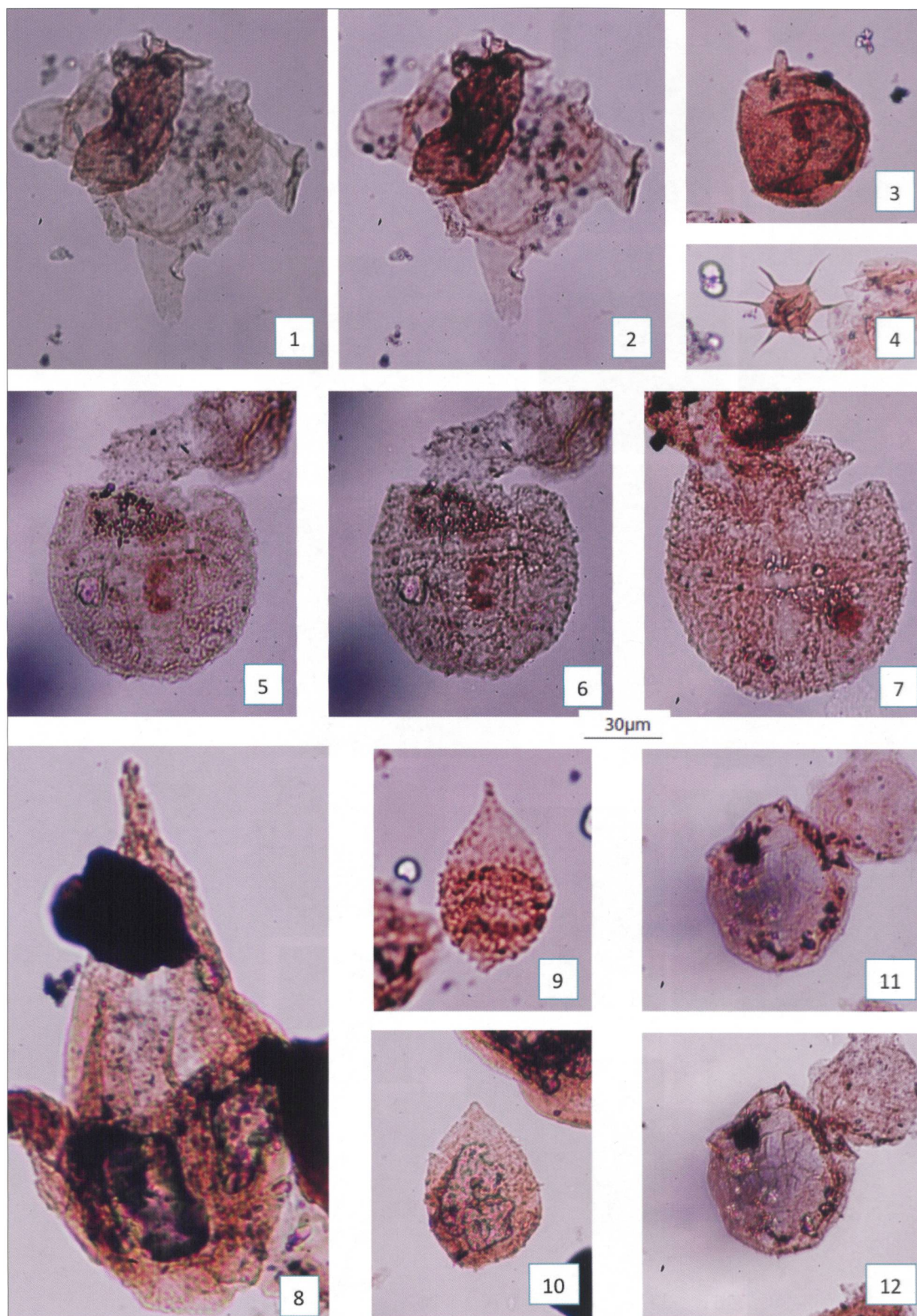


Planche 11



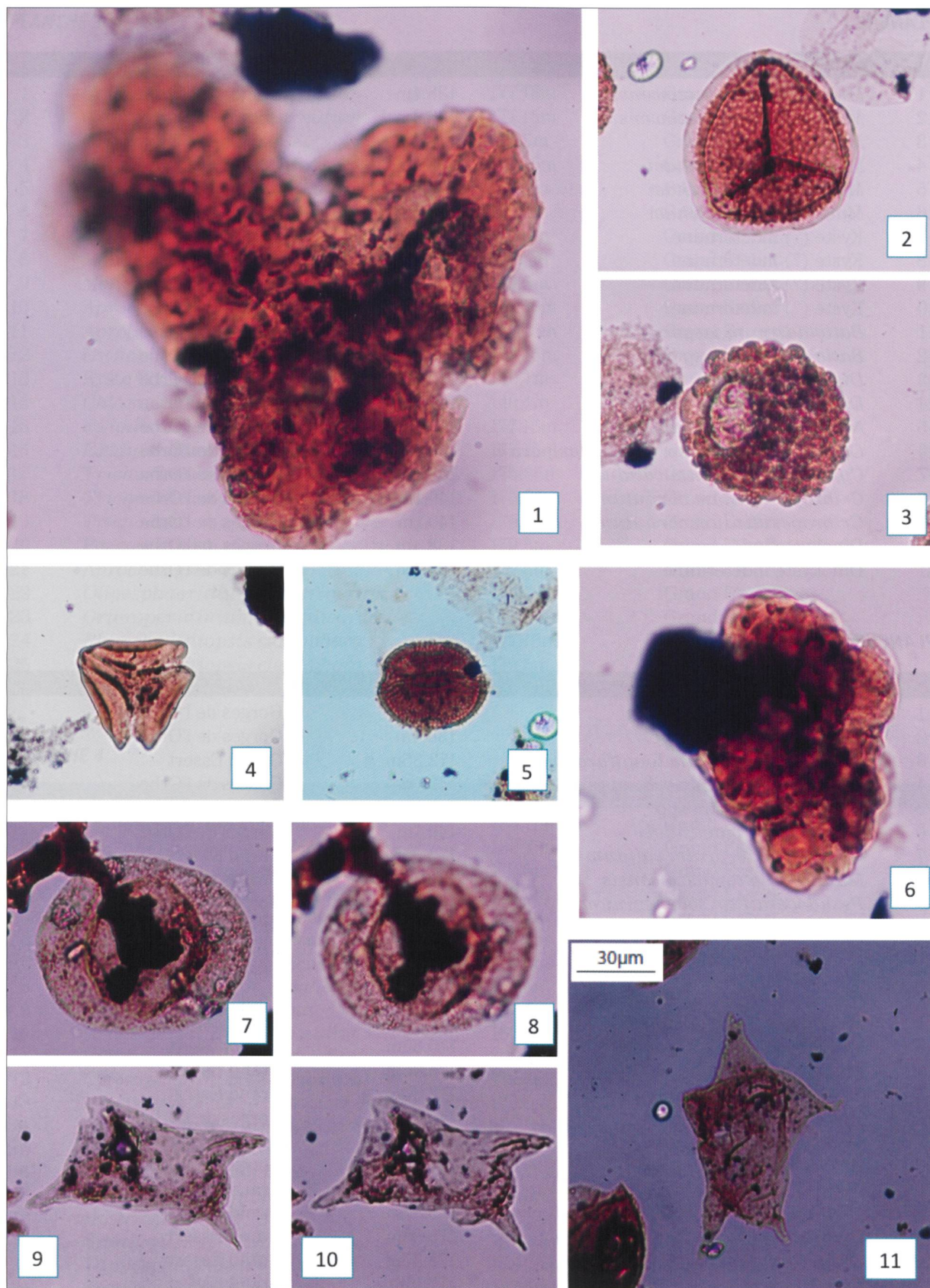


Planche 12



## PLANCHE 1

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Muderongia tomaszowensis</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
2	<i>Muderongia tomaszowensis</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
3	<i>Muderongia crucis</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
4	<i>Muderongia macwhaei</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
5	<i>Muderongia macwhaei</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
6	<i>Muderongia macwhaei</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
7	Kyste (?) indéterminé	138.4m	Gorges de l'Orbe
8	Kyste (?) indéterminé	138.4m	Gorges de l'Orbe
9	Kyste (?) indéterminé	138.4m	Gorges de l'Orbe
10	Kyste (?) indéterminé	138.4m	Gorges de l'Orbe
11	<i>Batioladinium jaegeri</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
12	<i>Batioladinium jaegeri</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
13	<i>Discorsia nannus</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
14	<i>Discorsia nannus</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
15	<i>Nexosporium vetusculum</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
16	<i>Oligosphaeridium</i> sp. cf. <i>O. asterigerum</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
17	<i>Cymosphaeridium validum</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
18	<i>Cribroperidinium cornutum</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
19	<i>Cribroperidinium cornutum</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
20	Dinokyste indéterminé	138.4m	Gorges de l'Orbe
21	Dinokyste indéterminé	138.4m	Gorges de l'Orbe

## PLANCHE 2

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Phoeberocysta neocomica</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
2	<i>Meiourogoniaulaax</i> spp.	138.4m	Gorges de l'Orbe
3	<i>Surculosphaeridium longifurcatum</i>	172.35m	Grand Essert
4	<i>Hystriosphera schindewolfii</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
5	<i>Cribroperidinium</i> spp.	140.1m	Gorges de l'Orbe
6	<i>Muderongia macwhaei</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
7	<i>Cymosphaeridium validum</i>	172.35m	Grand Essert
8	<i>Muderongia tomaszowensis</i>	138.4m	Gorges de l'Orbe
9	<i>Pseudoceratium solocispinum</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
10	<i>Membranilarnacia leptoderma</i>	177.15m	Grand Essert
11	<i>Membranilarnacia leptoderma</i>	172.35m	Grand Essert
12	<i>Batioladinium longicornutum</i>	144.4m	Gorges de l'Orbe
13	<i>Cribroperidinium?</i> <i>cornutum</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
14	<i>Meiourogoniaulaax stoveri</i>	175.85m	Grand Essert
15	<i>Meiourogoniaulaax stoveri</i>	175.85m	Grand Essert
16	<i>Microdinium ornatum</i>	175.35m	Grand Essert
17	<i>Microdinium ornatum</i>	172.35m	Grand Essert
18	Kyste (?) indéterminé	144.4m	Gorges de l'Orbe
19	<i>Microdinium ornatum</i>	172.35m	Grand Essert
20	<i>Avellodinium falsificum</i>	144.4m	Gorges de l'Orbe
21	<i>Cymosphaeridium validum</i>	177.15m	Grand Essert
22	<i>Cribroperidinium?</i> gr. <i>edwardsii</i>	175.85m	Grand Essert
23	<i>Cribroperidinium?</i> gr. <i>edwardsii</i>	175.85m	Grand Essert
24	Kyste (?) indéterminé	172.35m	Grand Essert
25	<i>Lithodinia</i> sp.	177.15m	Grand Essert
26	<i>Lithodinia</i> sp.	177.15m	Grand Essert
27	<i>Meiourogoniaulaax pertusa</i>	175.85m	Grand Essert
28	<i>Meiourogoniaulaax pertusa</i>	175.85m	Grand Essert

### PLANCHE 3

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Cribroperidinium? cornutum</i>	177.15m	Grand Essert
2	<i>Cribroperidinium? cornutum</i>	177.15m	Grand Essert
3	<i>Cribroperidinium</i> sp.	179.5m	Grand Essert
4	<i>Phoeberocysta neocomica</i>	177.15m	Grand Essert
5	<i>Cribroperidinium? cornutum</i>	179.5m	Grand Essert
6	<i>Cribroperidinium? cornutum</i>	179.5m	Grand Essert
7	<i>Cribroperidinium</i> sp.	179.5m	Grand Essert
8	<i>Mendicodinium reticulatum</i>	179.5m	Grand Essert
9	<i>Mendicodinium reticulatum</i>	179.5m	Grand Essert
10	<i>Aprobolocysta varigranosa</i>	177.15m	Grand Essert
11	<i>Aprobolocysta varigranosa</i>	177.15m	Grand Essert
12	<i>Escharisphaeridia</i> sp.	177.15m	Grand Essert
13	Kyste (?) indéterminé	140.1m	Gorges de l'Orbe
14	<i>Chlamydophorella nyei</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
15	<i>Exiguishphaera phragma</i>	177.15m	Grand Essert
16	<i>Exiguishphaera phragma</i>	177.15m	Grand Essert
17	<i>Trichodinium</i> sp. cf. <i>T. castanea</i>	175.85m	Grand Essert
18	<i>Trichodinium</i> sp. cf. <i>T. castanea</i>	175.85m	Grand Essert
19	<i>Trichodinium</i> sp. cf. <i>T. castanea</i>	175.85m	Grand Essert
20	<i>Pareodinia</i> sp. cf. <i>P. ceratophora</i>	179.5m	Grand Essert
21	<i>Aprobolocysta trycheria</i>	179.5m	Grand Essert
22	<i>Oligosphaeridium? asterigerum</i>	179.5m	Grand Essert
23	<i>Cribroperidinium? gr. edwardsii</i>	179.5m	Grand Essert
24	<i>Rhynchodiniopsis cladophora</i>	177.15m	Grand Essert
25	<i>Rhynchodiniopsis cladophora</i>	179.5m	Grand Essert
26	<i>Cymososphaeridium validum</i>	179.5m	Grand Essert

### PLANCHE 4

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Cyclonephelium</i> spp. complex	183.75m	Grand Essert
2	<i>Cyclonephelium</i> spp. complex	183.75m	Grand Essert
3	<i>Cyclonephelium</i> spp. complex	179.5m	Grand Essert
4	<i>Cyclonephelium</i> spp. complex	179.5m	Grand Essert
5	<i>Canningia reticulata</i> sensu Duxbury 1977	187.4m	Grand Essert
6	<i>Canningia reticulata</i> sensu Duxbury 1977	187.4m	Grand Essert
7	<i>Canningia reticulata</i> sensu Duxbury 1977	179.5m	Grand Essert
8	<i>Tanyosphaeridium magneticum</i>	179.5m	Grand Essert
9	<i>Exiguishphaera phragma</i>	187.4m	Grand Essert
10	<i>Cribroperidinium? cornutum</i>	183.75m	Grand Essert
11	<i>Cribroperidinium? cornutum</i>	200m	Grand Essert
12	<i>Cribroperidinium? cornutum</i>	179.5m	Grand Essert
13	<i>Perrisseiasphaeridium</i> sp. cf. <i>P. pannosum</i>	179.5m	Grand Essert
14	<i>Cymososphaeridium validum</i>	207.5m	Grand Essert
15	<i>Stanfordella? cretacea</i>	179.5m	Grand Essert
16	<i>Pareodinia ceratophora</i>	183.75m	Grand Essert
17	<i>Achomosphaera neptuni</i>	179.5m	Grand Essert
18	<i>Hystriodinium voigtii</i>	246.25m	Vuache
19	<i>Spiniferites</i> sp. cf. <i>S. dentatus</i>	187.4m	Grand Essert
20	<i>Tanyosphaeridium boletus</i>	183.75m	Grand Essert
21	<i>Tanyosphaeridium boletus</i>	187.4m	Grand Essert
22	<i>Cribroperidinium confossum</i>	200m	Grand Essert
23	<i>Muderongia tomaszowensis</i>	200m	Grand Essert
24	<i>Lagenorhytis delicatula</i>	207.5m	Grand Essert
25	<i>Surculosphaeridium longifurcatum</i>	183.75m	Grand Essert



## PLANCHE 5

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Lagenorhynchis delicatula</i>	217.5m	Grand Essert
2	<i>Cribroperidinium</i> sp. 239	239.2m	Grand Essert
3	<i>Cribroperidinium</i> sp. 239	239.2m	Grand Essert
4	<i>Prasinophyta: Tasmanaceae</i> (?)	179.5m	Grand Essert
5	<i>Surculosphaeridium longifurcatum</i>	187.4m	Grand Essert
6	<i>Surculosphaeridium longifurcatum</i>	200m	Grand Essert
7	<i>Surculosphaeridium longifurcatum</i>	205m	Grand Essert
8	<i>Hystriochodinium pulchrum</i>	237.1m	Grand Essert
9	<i>Hystriochodinium voigtii</i>	224m	Grand Essert
10	<i>Heterosphaeridium</i> sp.	217.5m	Grand Essert
11	<i>Cribroperidinium</i> spp.	200m	Grand Essert
12	<i>Cymososphaeridium validum</i>	179.5m	Grand Essert
13	<i>Aprobolocysta trycheria</i>	200m	Grand Essert
14	<i>Aprobolocysta</i> sp.	205m	Grand Essert
15	<i>Batiacasphaera imperfecta</i>	200m	Grand Essert
16	<i>Aprobolocysta</i> sp.	207.5m	Grand Essert
17	<i>Meiourugonyaulax pertusa</i>	207.5m	Grand Essert
18	<i>Batioladinium micropodum</i>	200m	Grand Essert
19	<i>Callaiosphaeridium asymmetricum</i>	217.5m	Grand Essert
20	<i>Cymososphaeridium validum</i>	140.1m	Gorges de l'Orbe
21	<i>Surculosphaeridium</i> spp.	183.75m	Grand Essert
22	Fragment d' <i>Aldorfia spongiosa</i>	205m	Grand Essert
23	<i>Systematophora</i> sp. cf. <i>S palmula</i>	246.25	Vuache

## PLANCHE 6

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Muderongia australis</i>	237.10m	Grand Essert
2	<i>Muderongia macwhaei</i>	239.20m	Grand Essert
3	<i>Muderongia macwhaei</i>	239.20m	Grand Essert
4	<i>Muderongia macwhaei</i>	235.58m	Grand Essert
5	<i>Muderongia macwhaei</i>	235.58m	Grand Essert
6	<i>Muderongia macwhaei</i>	235.58m	Grand Essert
7	<i>Muderongia</i> sp. 246	246.25m	Vuache
8	<i>Muderongia simplex</i>	235.58m	Grand Essert
9	Scolécodonte	237.10m	Grand Essert
10	<i>Muderongia</i> sp. 246	239.20m	Grand Essert
11	<i>Muderongia macwhaei</i>	235.58m	Grand Essert
12	<i>Pareodinia</i> sp. 1 in Davey 1982	239.20m	Grand Essert
13	<i>Spiniferites dentatus</i>	237.10m	Grand Essert
14	<i>Fromea amphora</i>	237.10m	Grand Essert
15	<i>Aprobolocysta trycheria</i>	235.58m	Grand Essert
16	<i>Pseudoceratium pelliferum</i>	235.58m	Grand Essert
17	<i>Wallodinium krutzschii</i>	220.75m	Grand Essert



PLANCHE 7

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Systematophora</i> sp. 1 in Davey 1982	268.2m	Vions
2	<i>Systematophora</i> sp. 1 in Davey 1982	268.2m	Vions
3	<i>Systematophora</i> spp.	268.2m	Vions
4	<i>Systematophora</i> sp. 1 in Davey 1982	268.2m	Vions
5	<i>Perrisseiasphaeridium insolitum</i>	268.2m	Vions
6	<i>Pareodinia</i> sp. 1 in Davey 1982	268.2m	Vions
7	<i>Systematophora</i> sp.	268.2m	Vions
8	<i>Exiguisphaera phragma</i>	268.2m	Vions
9	<i>Systematophora</i> sp. 2 in Davey 1982	274.2m	Vions
10	Kyste (?) indéterminé	268.2m	Vions
11	<i>Cleistosphaeridium</i> sp.	268.2m	Vions
12	<i>Occisucysta duxburyi</i>	284.75m	Vions
13	<i>Meiourogonyaulax pertusa</i>	284.75m	Vions
14	<i>Meiourogonyaulax pertusa</i>	284.75m	Vions
15	Kyste (?) indéterminé	284.75m	Vions
16	Kyste (?) indéterminé	284.75m	Vions
17	<i>Perisseiasphaeridium insolitum</i> (?)	268.2m	Vions
18	<i>Schizosporis reticulatus</i>	266m	Vions
19	<i>Muderongia australis</i>	284.75m	Vions
20	<i>Muderongia tabulata</i>	268.2m	Vions
21	<i>Pareodinia</i> sp. 1 in Davey 1982	263.95m	Vions
22	Kyste (?) indéterminé	263.95m	Vions
23	<i>Foucheria modesta</i>	266m	Vions
24	Kyste (?) indéterminé	266m	Vions
25	<i>Gongylodinium</i> ? sp.	266m	Vions
26	<i>Pareodinia</i> sp. 1 in Davey	263.95m	Vions
27	<i>Perrisseiasphaeridium insolitum</i>	263.95m	Vions
28	<i>Occisucysta duxburyi</i>	266m	Vions
29	<i>Systematophora</i> sp. 1 in Davey 1982	266m	Vions
30	<i>Systematophora palmula</i>	266m	Vions
31	<i>Systematophora palmula</i>	266m	Vions
32	<i>Occisucysta duxburyi</i>	263.95m	Vions



## PLANCHE 8

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Tehamadinium brixii</i> (?)	255m	Vions
2	<i>Thalassiphora</i> sp. 246 ("Dino D" Monteil in Charollais & Wernli 1995)	246.25m	Vuache
3	<i>Thalassiphora</i> sp. 246 ("Dino D" Monteil in Charollais & Wernli 1995)	246.25m	Vuache
4	<i>Tehamadinium dodekovae</i>	255m	Vions
5	<i>Tehamadinium dodekovae</i>	255m	Vions
6	<i>Dichadogonyaulax panneae</i>	258m	Vions
7	<i>Muderongia</i> sp. 246	258m	Vions
8	<i>Muderongia</i> sp. 246	255m	Vions
9	<i>Hapsocysta peridictya</i>	255m	Vions
10	<i>Systematophora</i> sp. 246	255m	Vions
11	<i>Achomosphaera neptuni</i>	258m	Vions
12	<i>Systematophora</i> sp. 246	263.95m	Vions
13	<i>Surculosphaeridium longifurcatum</i>	239.2m	Vions
14	<i>Perrisseiasphaeridium</i> sp.	266m	Vions
15	<i>Heslertonia heslertonensis</i>	258m	Vions
16	<i>Systematophora palmula</i>	266m	Vions
17	<i>Stiphrosphaeridium dictyophorum</i>	246.25m	Vuache
18	<i>Stiphrosphaeridium dictyophorum</i>	246.25m	Vuache
19	<i>Batioladinium</i> sp. 1 in Davey 1982	258m	Vions
20	<i>Batioladinium</i> sp. 1 in Davey 1982	258m	Vions
21	<i>Pareodinia</i> sp. 1 in Davey 1982	263.95m	Vions
22	<i>Pareodinia</i> sp. 1 in Davey 1982	263.95m	Vions
23	<i>Hystriosphera schindewolfii</i>	249m	Vuache

## PLANCHE 9

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Thalassiphora</i> sp. 246 ("Dino D" Monteil in Charollais & Wernli 1995)	249m	Vuache
2	<i>Thalassiphora</i> sp. 246 ("Dino D" Monteil in Charollais & Wernli 1995)	249m	Vuache
3	<i>Thalassiphora</i> sp. 246 ("Dino D" Monteil in Charollais & Wernli 1995)	249m	Vuache
4	<i>Thalassiphora</i> sp. 246 ("Dino D" Monteil in Charollais & Wernli 1995)	249m	Vuache
5	<i>Foucheria modesta</i>	249m	Vuache
6	<i>Kleithriasphaeridium</i>	249m	Vuache
7	<i>Achomosphaera neptuni</i>	249m	Vuache
8	<i>Achomosphaera neptuni</i>	258m	Vions
9	<i>Muderongia macwhaei</i>	249m	Vuache
10	<i>Muderongia</i> sp. 246	255m	Vions
11	<i>Muderongia</i> sp. 246	249m	Vuache
12	<i>Muderongia</i> sp. 246	249m	Vuache
13	<i>Occisucysta duxburyi</i>	249m	Vuache
14	<i>Schizosporis reticulatus</i>	249m	Vuache
15	<i>Stiphrosphaeridium dictyophorum</i>	249m	Vuache
16	<i>Systematophora</i> sp. 246	249m	Vuache
17	<i>Systematophora</i> sp. 246	255m	Vuache
18	<i>Hystriosphera schindewolfii</i>	249m	Vuache
19	<i>Mendicodinium groenlandicum</i>	249m	Vuache
20	<i>Muderongia</i> sp. 246	255m	Vions



PLANCHE 10

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Scriniodinium campanula</i>	224.0m	Grand Essert
2	<i>Scriniodinium campanula</i>	220.75m	Grand Essert
3	<i>Scriniodinium campanula</i>	224.0m	Grand Essert
4	<i>Perrisiasphaeridium</i> sp. cf. <i>P. pannosum</i>	263.95m	Vions
5	<i>Gonyaulacysta</i> sp.	205.0m	Grand Essert
6	<i>Gonyaulacysta</i> sp.	205.0m	Grand Essert
7	<i>Hystriosphera schindewolfii</i>	224.0m	Grand Essert
8	<i>Kleithriasphaeridium corrugatum</i>	220.75m	Grand Essert
9	<i>Oligosphaeridium? asterigerum</i>	220.75m	Grand Essert
10	<i>Surculosphaeridium longifurcatum</i>	217.5m	Grand Essert
11	<i>Kiokansium polypes</i>	207.5m	Grand Essert
12	<i>Stiphrosphaeridium dictyophorum</i>	246.25m	Vuache
13	<i>Stiphrosphaeridium dictyophorum</i>	246.25m	Vuache
14	« <i>Canningia</i> » sp.	200.0m	Grand Essert
15	<i>Stiphrosphaeridium dictyophorum</i>	246.25m	Vuache
16	<i>Systematophora areolate</i>	258.0m	Vions
17	<i>Stiphrosphaeridium arbustum</i>	246.25m	Vuache
18	<i>Membranilarcia leptoderma</i>	220.75m	Grand Essert
19	<i>Perrisiasphaeridium</i> spp.	246.25m	Vuache
20	<i>Meiourugonyaulax pertusa</i>	217.5m	Grand Essert
21	<i>Hystriostrogylon</i> sp.	235.58m	Grand Essert

PLANCHE 11

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	<i>Muderongia australis</i> sensu Monteil 1991	312.05m	Pierre-Châtel
2	<i>Muderongia australis</i> sensu Monteil 1991	312.05m	Pierre-Châtel
3	<i>Pareodinia</i> sp. 1 in Davey 1982	312.05m	Pierre-Châtel
4	<i>Acritarche</i> : type <i>Micrhystridium</i> sp.	312.05m	Pierre-Châtel
5	<i>Lanterna bulgarica</i>	324.2m	Goldberg
6	<i>Lanterna bulgarica</i>	324.2m	Goldberg
7	<i>Lanterna bulgarica</i>	324.2m	Goldberg
8	<i>Scriniodinium pharo</i>	291.8m	Vions
9	<i>Aprobolocysta</i> sp.	286.1m	Vions
10	<i>Aprobolocysta varigranosa</i>	286.1m	Vions
11	<i>Scriniodinium campanula</i>	291.8m	Vions
12	<i>Scriniodinium campanula</i> vue ventrale	291.8m	Vions

PLANCHE 12

	NOM	ÉCHANTILLON	FORMATION
1	Amas de <i>Botryococcus</i> spp.	324.2m	Goldberg
2	<i>Vallizonosporites vallifoveolatus</i>	324.2m	Goldberg
3	<i>Cerebropollenites mesozoicus</i>	324.2m	Goldberg
4	<i>Gleicheniidites senonicus</i>	324.2m	Goldberg
5	<i>Classopollis</i> sp.	324.2m	Goldberg
6	Amas de <i>Botryococcus</i> spp.	324.2m	Goldberg
7	Disaccate permo-triassique ?	324.2m	Goldberg
8	Disaccate permo-triassique ?	324.2m	Goldberg
9	Dinokyste d'eau douce	286.1m	Vions
10	Dinokyste d'eau douce	286.1m	Vions
11	Dinokyste d'eau douce	286.1m	Vions



SONDAGE MORAND	HAUTERIVIEN SUPERIEUR		HAUTERIVIEN INFERIEUR											
	FORMAT. DE VALLORBE	FORMATION DES GORGES DE L'ORBE	FORMATION DU GRAND ESSERT				PIERRE JAUNE SUPERIEURE				MARNES D'HAUTERIVE			
			URGONNIEN JAUNE				MARNES D'UTTINS				PIERRE JAUNE INFERIEURE			
DIAGRAMME DE DISTRIBUTION DES DINOFLAGELLES PARTIE 1	URGONNIEN BLANC													
PALYNOLOGIQUES														
Basales de foraminifères	75.30	80.00	103.00	105.10	105.45	119.10	119.70	136.40	138.00	138.40	140.10	144.40	145.60	
Cribrerodinium spp.														195.10
Cyclonephelium spp. complex														195.30
Pseudoceratium pelliferum														200.00
Cymosphaeridium validum														205.00
Cassiculosphaera magna														207.50
Spiniferites spp.														217.50
Oligosphaeridium spp.														220.75
Phoeberocysta neomica														224.00
Kleithrasphaeridium corrugatum														235.58
Callaiosphaeridium asymmetricum														237.10
Discosia nannus														239.20
Rhynchodiniopsis cladophora														
Muderongia tomaszowensis														
Muderongia macwhaei														
Tanyosphaeridium magneticum														
Pterompermella spp.														
Muderongia spp.														
Muderongia crucis														
Hystichosphaerina schindewolfii														
Batioladinium laeagen														
Cribrerodinium sp. 140														
Occiscus cysta tentorium														
Oligosphaeridium spp. complex														
Subtilisphaera spp.														
Avellodinium falsificum														
Meiourgonvaulax spp.														
Cribrerodinium ? cornutum														
Dingodinium cerviculum														
Chlamydothorella nyei														
Crenododinium elegantulum														

SONDAGE MORAND		HAUTERIVIEN SUPERIEUR										HAUTERIVIEN INFERIEUR																									
HAUTERIVIEN		FORMAT. DE VALLOBRE		FORMATION DES GORGES DE L'ORBE										FORMATION DU GRAND ESSERT																							
DIAGRAMME DE DISTRIBUTION DES DINOFLAGELLES PARTIE 2		URGONIEN BLANC		URGONIEN JAUNE										PIERRE JAUNE SUPERIEURE		MARNES D'UTTINS		PIERRE JAUNE INFERIEURE										MARNES D'HAUTERIVE									
		75.30	80.00	103.00	105.10	105.45	119.10	119.70	136.40	138.00	138.40	140.10	144.40	145.60		172.35	175.70	175.85	177.15	179.50	182.00	183.75	187.40	195.10	195.30	200.00	205.00	207.50	217.50	220.75	224.00	235.58	237.10	239.20			
	ÉCHANTILLONS PALYNOLOGIQUES																																				
32	Kyste (?) indéterminé																																				
33	Batioladinium longicornutum																																				
34	Surculosphaeridium longifurcatum																																				
35	Druggidium sp.																																				
36	Membraniaricia leptoderma																																				
37	Microdinium ornatum																																				
38	Meiourogonyaulax pertusa																																				
39	Criproperidinium ? groupe edwardsi																																				
40	Meiourogonyaulax stoveri																																				
41	Trichodinium sp. cf. T. castanea																																				
42	Oligosphaeridium ? asterigerum																																				
43	Hystrichodinium pulchrum																																				
44	Exiguiphaera phragma																																				
45	Batioladinium micropodium																																				
46	Lithodinia sp. 177.15																																				
47	Achomosphaera neptuni																																				
48	Mendicodinium reticulatum																																				
49	Canningia reticulata s. Duxbury 1977																																				
50	Oligosphaeridium "deciduosum" RRI																																				
51	Pareodinia ceratophora																																				
52	Aprobolocysta trycheria																																				
53	Stanfordella ? cretacea																																				
54	Systematophora syllibum ??																																				
55	Xenascus ceratioides																																				
56	Tanyosphaeridium boletus																																				
57	Oligosphaeridium sp. 183																																				
58	Cassiculosphaera reticulata																																				
61	Gonyaulacysta spp.																																				
62	Hystrichodinium voigtii																																				



[illegible]

[illegible]



SONDAGE MORAND	VALANGINIEN INFERIEUR		BERRIASIEN SUPERIEUR												BERRIASIEN MOYEN		BERRIASIEN INFERIEUR
	FORMATION DU VUACHE		FORMATION DE VIONS												FORMATION DE PIERRE-CHATEL		FORMATION DE GOLDBERG
	CALCAIRE ROUX	MARNES D'ARZIER	EMERSION												UNITE MOYENNE CALCAIRE	UNITE INFERIEURE OOLITHIQUE	PURBECKIEN
DIAGRAMME DE DISTRIBUTION DES DINOFLAGELLES PARTIE 5																	
ECHANTILLONS PALYNOLOGIQUES																	
Basales de foraminifères																	
Cribroperidinium spp.																	
Cyclonephellium spp. complex																	
Pseudoceratium pellicerum																	
Cymosphaeridium validum																	
Cassiculosphaera magna																	
Spiniferites spp.																	
Oligosphaeridium spp.																	
Phoeberocysta neocomica																	
Kleithriaspheeridium corrugatum																	
Callaospheeridium asymmetricum																	
Discorsia nannus																	
Rhynchodiniopsis cladophora																	
Muderongia tomaszowensis																	
Muderongia macwhael																	
Tanyosphaeridium magneticum																	
Pteromspemella spp.																	
Muderongia spp.																	
Muderongia crucis																	
Hystrichosphaerina schindewolfii																	
Batioladinium laegen																	
Cribroperidinium sp. 140																	
Occiscysta tentorium																	
Oligosphaeridium complex																	
Subtilisphaera spp.																	
Avelodinium falsificum																	
Meiourgonyalax spp.																	
Cribroperidinium ? cornutum																	
Dingodinium cerviculum																	
Chlamydothorella nyei																	
Ctenododinium elegantulum																	

SONDAGE MORAND			VALANGINIEN INFÉRIEUR		BERRIASIEN SUPÉRIEUR																BERRIASIEN MOYEN		BERRIASIEN INFÉRIEUR			
VALANGINIEN-BERRIASIEN			FORMATION DU VUACHE		FORMATION DE VIONS																FORMATION DE PIERRE-CHÂTEL		FORMATION DE GOLDBERG			
DIAGRAMME DE DISTRIBUTION DES DINOFLAGELLES PARTIE 6			CALCAIRE ROUX	MARNES D'ARZIER	UNITÉ SUPÉRIEURE GRESSEUSE																UNITÉ MOYENNE CALCAIRE		UNITÉ INFÉRIEURE OOLITHIQUE		PURBECKIEN	
ECHANTILLONS PALYNOLOGIQUES			246.25	248.00	249.00	255.00	257.00	258.00	263.95	266.00	268.20	268.50	269.00	271.20	272.00	274.30	278.00	284.75	286.00	291.00	303.00	312.05	313.00	321.00	324.00	
	Kyste (?) indéterminé	32							P	P	P							P								
	<i>Batioladinium longicornutum</i>	33																								
	<i>Surculosphaeridium longifurcatum</i>	34	P		P	P															P					
	<i>Druggidium</i> sp.	35																								
	<i>Membranilarcia leptoderma</i>	36																								
	<i>Microdinium ornatum</i>	37																								
	<i>Meiourugonyaulax pertusa</i>	38			P			P									P									
	<i>Cribroperidinium</i> ? groupe edwardsi	39	P			P		P																		
	<i>Meiourugonyaulax stoveri</i>	40									P											P				
	<i>Trichodinium</i> sp. cf. <i>T. castanea</i>	41																								
	<i>Oligosphaeridium</i> ? asterigerum	42																								
	<i>Hystriochodinium pulchrum</i>	43	P		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P					
	<i>Exquisphaera phragma</i>	44							P	P				P												
	<i>Batioladinium micropodium</i>	45																								
	<i>Lithodinia</i> sp. 177.15	46																								
	<i>Achomosphaera neptuni</i>	47	P		P			P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P					
	<i>Mendicodinium reticulatum</i>	48																				P			P	
	<i>Ganningia reticulata</i> s. Duxbury 1977	49																								
	<i>Oligosphaeridium</i> "deciduolum" RRI	50							P	P	P															
	<i>Pareodinia ceratophora</i>	51							P	P	P	P			P							P				
	<i>Aprobolocysta trycheria</i>	52																								
	<i>Stanfordella</i> ? cretacea	53	P		P	P	P	P	P	P	P			P	P	P									P	
	<i>Systematophora sylblum</i> ??	54												P	P	P										
	<i>Xenascus ceratioides</i>	55																								
	<i>Tanyosphaeridium boletus</i>	56	P		P		P		P	P																
	<i>Oligosphaeridium</i> sp. 183	57																								
	<i>Cassiculosphaera reticulata</i>	58	P																							
	<i>Gonyaulacysta</i> spp.	61	P		P	P	P	P	P	P	P															
	<i>Tristichodinium vajatii</i>	62																								



SONDAGE MORAND			VALANGINIEN INFÉRIEUR			BERRIASIEN SUPÉRIEUR												BERRIASIEN MOYEN		BERRIASIEN INFÉRIEUR					
VALANGINIEN-BERRIASIEN			FORMATION DU VUACHE			FORMATION DE VIONS												FORMATION DE PIERRE-CHÂTEL		FORMATION DE GOLDBERG					
			CALCAIRE ROUX	MARNES D'ARZIER	EMERSON	UNITÉ SUPÉRIEURE GREUSEUSE												UNITÉ MOYENNE CALCAIRE	UNITÉ INFÉRIEURE OOLITHIQUE	PURBECKIEN					
ECHANTILLONS PALYNOLOGIQUES			246.25	248.00	249.00	255.00	257.00	258.00	263.95	266.00	268.20	268.50	269.00	271.20	272.00	274.30	278.00	284.75	286.00	291.00	303.00	312.05	313.00	321.00	324.00
DIAGRAMME DE DISTRIBUTION DES DINOFAGELLES PARTIE 7	Aprobolocysta varigranosa	63						P	P	P	P						P		P		P				P
	Aprobolocysta sp. 200	64												P											
	Batiacasphaera type 200	65																							
	Canningia sp. 200	66																							
	Cribrerodinium confossum	67																							
	Circuladinium araneosum	68																							
	Aldorfia spongiosa	69																							
	Lagenorhysis delicatula	70																							
	Callaiosphaeridium short processus	71							P											P					
	Walodinium spp.	72																							
	Scriniodinium campanula	73																							
	Protoellipsoidinium spinosum	74																							
	Scolécodontes	75							P	P	P														
	Kleithriasphaeridium fasciatum	76																							
	Diphasiosphaera stolidota	77																							
	Kyste indéterminé 224	78																							
	Pareodinia sp. 1 in Davey 1982	79								P	P	P					P		P	P	P		P		P
	Muderongia australis	81																							P
	Muderongia tabulata	82															P		P	P	P				P
	Dapsilidinium lamina-spinosum	83																							
	Spiniferites dentatus	84																							
	Systematophora areolata	85								P	P	P					P		P	P	P		P		
	Muderongia sp. 239	86																							
	Stiphrosphaeridium dictyophorum	87																							
Foucheria modesta	88								P	P	P					P									
Stiphrosphaeridium arbustum	89								P	P															
Systematophora sp. 246	90								P	P	P														
Perrissiasphaeridium sp.	91								P	P	P														
Muderongia sp. 246	92								P	P	P														

SONDAGE MORAND			VALANGINIEN INFÉRIEUR		BERRIASIEN SUPÉRIEUR												BERRIASIEN MOYEN		BERRIASIEN INFÉRIEUR							
VALANGINIEN-BERRIASIEN			FORMATION DU VUACHE		FORMATION DE VIONS												FORMATION DE PIERRE-CHÂTEL		FORMATION DE GOLDBERG							
			CALCAIRE ROUX	MARNES D'ARZIER	UNITÉ SUPÉRIEURE GREUSE												UNITÉ MOYENNE CALCAIRE	UNITÉ INFÉRIEURE OOLITHIQUE	PURBECKIEN							
ECHANTILLONS PALYNOLOGIQUES				246,25	248,00	249,00	255,00	257,00	258,00	263,95	266,00	268,20	268,50	269,00	271,20	272,00	274,30	278,00	284,75	286,00	291,00	303,00	312,05	313,00	321,00	324,00
	93	<i>Thalassiphora</i> sp. type 246		P		P																				
	94	<i>Isthmocystis distincta</i>		P																						
	95	<i>Schizosporis reticulatus</i>				P	P																			
	96	<i>Occisucysta duxburyi</i>				P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P					
	97	<i>Kleithrasphaeridium porosipinum</i>					P																			
	98	<i>Tehamadinium dodekovae</i>					P	P	P	P																
	99	<i>Hapsocysta peridictya</i>					P																			
	100	<i>Dichadogonyaulax panneae</i>							P	P											P					
	101	<i>Batioladinium</i> sp. 1 in Davey 1982																								
	102	<i>Heslertonia heslertonensis</i>							P																	
	103	<i>Systematophora</i> sp. 1 in Davey 1982							P	P	P	P	P	P	P											
	104	<i>Systematophora</i> sp. 2 in Davey 1982								P	P	P	P	P	P											
	105	<i>Systematophora</i> sp. 266 (palmula)								P	P	P	P	P	P											
	106	<i>Leotodinium</i> sp. 268									P															
	107	<i>Cleistosphaeridium</i> sp. 284																								
	108	<i>Meiourogonyaulax / Lithodinia</i> sp. 284																								
	109	<i>Lithodinia</i> spp.																								
	110	<i>Gochtheadinia mutabilis</i>																								
	111	<i>Senusidinium</i> spp.																								
	112	<i>Botryococcus</i> spp.																								
	113	<i>Scrinodinium</i> spp.																								
	114	<i>Gochtheadinia virgula</i>																								
	115	<i>Gochtheadinia villosa</i>																								
	116	<i>Cirrusphaera dissimilis</i>																								
	117	<i>Dichadogonyaulax bensonii</i>																								
	118	<i>Scrinodinium pharo</i>																								
	119	<i>Occisucysta ballos</i>																								
	120	<i>Muderongia simplex</i>																								
	121	<i>Dissilodinium</i> spp.																								
	122	<i>Muderongia</i> sp. 312																								
	123	<i>Lanterna bulgarica</i>																								
	124	<i>Pareodinia</i> sp. 2 in Davey 1982																								