

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 relations avec la stratigraphie séquentielle.

Laurent Londeix

▶ **To cite this version:**

Laurent Londeix. 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 relations avec la stratigraphie séquentielle.. Stratigraphie. Université Bordeaux I, 1990. Français. ⟨NNT : ⟩. ⟨tel-04197141⟩

HAL Id: tel-04197141

https://theses.hal.science/tel-04197141v1

Submitted on 5 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC 4.0 - Attribution - Non-commercial use - International License

N° d'ordre : 478

THÈSE

PRÉSENTÉE À

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

spécialité :

GÉOLOGIE ET OCÉANOLOGIE

par

Laurent LONDEIX

Maître ès Sciences

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 RELATIONS AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE.

- Tome I -

Soutenue, le 15 Octobre 1990, devant la Commission d'Examen :

MM. **J. MOYES**, Professeur à l'Université de Bordeaux I..... *Président*

J. CHAROLLAIS, Professeur à l'Université de Genève .....
A. KLINGEBIEL, Professeur à l'Université de Bordeaux I .....
R. PRUD'HOMME, Professeur à l'Université de Bordeaux I.....
J.-L. TURON, Chargé de Recherches au CNRS .....
J.-C. FOUCHER, Maître de Conférences à l'Université de Reims.....
R. BUSNARDO, Maître de Conférences à l'Université de Lyon.....
R. JAN DU CHENE, Ingénieur Consultant..... } *Examinateurs*

— 1990 —

N° d'ordre : 478

THÈSE

PRÉSENTÉE À

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

spécialité :

GÉOLOGIE ET OCÉANOLOGIE

par

Laurent LONDEIX

Maître ès Sciences

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 RELATIONS AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE.

- Tome I -

Soutenue, le 15 Octobre 1990, devant la Commission d'Examen :

MM.	**J. MOYES**, Professeur à l'Université de Bordeaux I	*Président*
	J. CHAROLLAIS, Professeur à l'Université de Genève	*Examinateurs*
	A. KLINGEBIEL, Professeur à l'Université de Bordeaux I	
	R. PRUD'HOMME, Professeur à l'Université de Bordeaux I	
	J.-L. TURON, Chargé de Recherches au CNRS	
	J.-C. FOUCHER, Maître de Conférences à l'Université de Reims	
	R. BUSNARDO, Maître de Conférences à l'Université de Lyon	
	R. JAN DU CHENE, Ingénieur Consultant	

— 1990 —

AVANT - PROPOS

Arrivé au terme de ce travail, c'est avec beaucoup de plaisir, et non sans émotion, que je veux évoquer et remercier tous ceux qui m'ont aidé à le réaliser.

C'est à Monsieur le Professeur J. MOYES, Directeur du Laboratoire de Micropaléontologie de l'Université de Bordeaux, que je veux d'abord adresser l'expression de ma profonde gratitude, pour m'avoir permis, par son enseignement, puis en m'accueillant dans son laboratoire de concrétiser ma passion pour la paléontologie. Je lui suis très reconnaissant de me faire l'honneur de présider ce jury.

Je tiens à remercier Monsieur le Professeur J. CHAROLLAIS, de l'Université de Genève, pour son accueil chaleureux à chacune de mes visites dans son laboratoire. Je suis heureux qu'il accepte de juger ce travail.

C'est également grâce aux enseignements de Messieurs les Professeurs A. KLINGEBIEL et R. PRUD'HOMME, de l'Université de Bordeaux, que mes connaissances en Géologie m'ont permis d'aborder cette étude Je leur suis reconnaissant d'avoir bien voulu se joindre à la commission d'examen de cette thèse.

Je dois également beaucoup à Monsieur J.-L. TURON, Chargé de Recherches au CNRS, qui, voilà plusieurs années, a su susciter en moi l'intérêt pour les kystes de Dinoflagellés. Ayant accepté de diriger ce travail, son réconfort a été permanent, et c'est avec une grande gentillesse et une constante bonne humeur qu'il a toujours su me réserver une part de son temps malgré ses nombreuses occupations.

Je dois le sujet de cette étude à R. JAN DU CHENE, Ingénieur Consultant, dont l'expérience a très largement contribué à compléter ma formation de géologue. Il m'a témoigné une confiance totale en me laissant l'initiative et la liberté dans le choix des méthodes et la finalité de mes recherches. Je n'oublierai jamais le rôle déterminant qu'il a joué dans l'orientation de mes recherches.

Je remercie chaleureusement J.-C. FOUCHER, Maître de Conférences à l'Université de Reims, d'avoir eu l'amabilité de corriger ce travail. Je suis heureux de le voir aujourd'hui parmi les membres du jury.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à R. BUSNARDO, Maître de Conférences à l'Université de Lyon, pour m'avoir, à plusieurs reprises, guidé sur le terrain et fait profiter de son expérience de géologue et de sa grande connaissance des Ammonites.

La cordialité des relations que j'ai pu avoir avec tout le personnel d'ESSO-EPR.E me fait garder un souvenir ému des trois années que j'ai passées avec eux. Mes remerciements vont en particulier à Monsieur J. FERRER pour le très bon acceuil qu'il m'a réservé au sein de son laboratoire et pour m'avoir permis de réaliser ma thèse dans une ambiance chaleureuse et avec les meilleures conditions matérielles.

C'est grâce à lui que j'ai eu la chance de rencontrer le Professeur P. VAIL (Ryce University, U.S.A.) et J. HARDENBOL et de bénéficier de leurs immenses compétences. Je n'oublierai pas non plus N. IOANNIDES et P. HOCHULI, qui, à maintes reprises, ont eu l'occasion de me faire profiter de leurs conseils et de leur expérience, ni Mesdames G. PRGA, S. RESTIER, Monsieur J. BOIRIE ainsi que tous les techniciens pour leur constant dévouement.

C'est dans cet environnement "pétrolier" que mes liens avec D. POURTOY, mon "*alter ego* de la palyno.", se sont resserrés. Je n'oublierai pas les fructueux échanges de points de vue, ni toutes les discussions amicales que nous avons eues ensemble au cours de ces années, déjà nombreuses, écoulées depuis que nous nous connaissons.

Que ce soit sur des sujets aussi divers que la géologie du Crétacé inférieur ou l'art et la

manière de doser le Kir, les conseils et les remarques de B. CLAVEL ont toujours été pour moi sources de fructueux développements. Je tiens à lui renouveler ici tous mes remerciements accompagnés de toute ma sympathie.

Je remercie aussi tous mes camarades et amis, Isabelle BECHELER, Cathy LÉTÉ, Lydie PAUTAL, Eric MONTEIL, Laurent MASSÉ, Muriel LASSALLE, Marie-Laure MÉZERAIS, Isabelle GUILLON, Chrystèle LEHOUX, Maria, Cécile, Jacques...qui par leur humour et leur solidarité ont participé au maintien d'un moral jamais altéré, et qui, à quelque moment que ce soit, ont toujours accepté de sacrifier une part précieuse de leur temps pour apporter leur inestimable concours au bon déroulement de ce travail.

Je tiens également à exprimer ma gratitude à l'égard de tous ceux qui, au sein du laboratoire d'Océanologie, ont apporté leur collaboration technique à ce travail : Mesdames Cathy FAYTOUT et Annie LALAUDE, dont je tiens à saluer l'inaltérable gentillesse de l'une comme de l'autre, Nicole SKOVRON, Marie-Hélène GAUFRYAU..., Messieurs Gérard CHABAUD, ANTON, TROUVAT...

Ma reconnaissance va également au Professeur JOUSSEAU-DUBIEN, qui a su m'apporter son aide matérielle dans des moments critiques, à C. CARATINI et à C. TISSOT, qui m'ont initié aux techniques de traitement palynologique, au Professeur J. VINDT, dont j'ai toujours le Code International de Nomenclature Botanique, ainsi que tous les auteurs qui ont répondu positivement à mes demandes de tirés-à-part.

Enfin, mes remerciements se tournent vers Sandrine, qui, en plus de l'atmosphère permanente de confiance dont elle a su m'entourer ainsi que son soutien moral incessant, m'a apporté une collaboration technique immense qui, si elle lui a paru souvent ingrate, m'a permis de consacrer au travail purement scientifique le temps ainsi précieusement gagné.

Pour leur irremplaçable affection, je dédie ce mémoire à Sandrine et à mes parents, qui m'ont toujours encouragé au cours de ces années d'études.

TABLE DES MATIERES

TOME I

INTRODUCTION ..... p. 1

PREMIERE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE I

STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE, LE MODÈLE DE VAIL ..... p. 5

I - INTRODUCTION ..... p. 7

II - PRINCIPAUX PARAMÈTRES AFFECTANT LA GÉOMÉTRIE DES CORPS SÉDIMENTAIRES ..... p. 7

III - LE MODÈLE THÉORIQUE ..... p. 8

IV - LE MODÈLE GÉOLOGIQUE ..... p. 9

A - TRANSGRESSION ET RÉGRESSION ..... p. 10

B - LES CORTÈGES SÉDIMENTAIRES ..... p. 11

C - LES SURFACES ..... p. 12

IV - L'INTERPRÉTATION CHRONOSTRATIGRAPHIQUE ..... p. 14

V - APPLICATION DE LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE AUX SYSTÈMES DE SÉDIMENTATION CARBONATÉE ..... p. 15

A - SUR LA PLATE-FORME INTERNE ..... p. 16

B - SUR LA PLATE-FORME EXTERNE ..... p. 19

C - EN DOMAINE PÉLAGIQUE ..... p. 19

D - CONCLUSIONS ..... p. 21

VI - LE DIAGRAMME DES VARIATIONS EUSTATIQUES ..... p. 21

VII - APPLICATION DE LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE AU CRÉTACÉ INFÉRIEUR (PRO PARTE) VOCONTIEN ..... p. 24

VIII - CONCLUSIONS ..... p. 26

CHAPITRE II

CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE ..... p. 29

I - LA BIOZONATION DE L'INTERVALLE VALANGINIEN TERMINAL-BARRÉMIEN INFÉRIEUR DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE ..... p. 31
A - LA BIOZONATION PAR L'AMMONITOFAUNE ..... p. 31
B - LES AUTRES BIOZONATIONS ..... p. 33

II - CORRESPONDANCE ENTRE LES BIOZONATIONS DES DOMAINES TÉTHYSIEN ET BORÉAL D'APRÈS L'AMMONITOFAUNE ..... p. 33

CHAPITRE III

PRÉSENTATION DU DOMAINE ÉTUDIÉ ..... p. 35

I - SITUATION GÉOGRAPHIQUE ..... p. 37

II - SITUATION PALÉOGÉOGRAPHIQUE ..... p. 37

III - HISTOIRE GÉOLOGIQUE ..... p. 39

CHAPITRE IV

PRÉSENTATION DES COUPES ÉTUDIÉES ..... p. 43

I - GÉNÉRALITÉS ..... p. 45

II - COUPE DES BUISSIÈRES ..... p. 45
A - LOCALISATION ..... p. 45
B - CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL ..... p. 45
C - DESCRIPTION DE LA COUPE ..... p. 47
1 - CARACTÈRES GÉNÉRAUX ..... p. 47
1.1 - Tracé sur le terrain ..... p. 47
1.2 - Epaisseurs ..... p. 48
1.3 - Tectonique ..... p. 49
2 - LITHOLOGIE ..... p. 49
2.1 - Différents types de faciès ..... p. 49
2.2 - Variations lithologiques ..... p. 51
2.3 - Apports détritiques et carbonates ..... p. 52
2.4 - Stratonomie ..... p. 57
2.5 - Discussion ..... p. 58
3 - PALÉONTOLOGIE ..... p. 58
3.1 - Macrofaune ..... p. 58
a - Céphalopodes ..... p. 58
b - Echinides ..... p. 59
c - Bivalves ..... p. 59
d - Brachiopodes ..... p. 59

e - Gastéropodes ..... p. 59
3.2 - Microfaune ..... p. 59
a - Foraminifères ..... p. 59
b - Ostracodes ..... p. 59
c - Radiolaires ..... p. 59
3.3 - Nannofossiles ..... p. 59
3.4 - Bilan paléontologique ..... p. 59
4 - STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 60
D - CONCLUSION ..... p. 63
II - COUPE DE LA CLUE DE VERGONS ..... p. 69
A - LOCALISATION ..... p. 69
B - CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL ..... p. 69
C - DESCRIPTION DE LA COUPE ..... p. 73
1 - LITHOLOGIE ..... p. 73
1.1 - Différents types de faciès ..... p. 73
1.2 - Variations lithologiques ..... p. 73
1.3 - Apports détritiques et carbonates ..... p. 75
1.4 - Stratonomie ..... p. 75
2 - PALÉONTOLOGIE ..... p. 78
2.1 - Macrofaune ..... p. 78
a - Céphalopodes ..... p. 78
b - Echinides ..... p. 78
2.2 - Microfaune ..... p. 78
2.3 - Nannofossiles ..... p. 80
3 - TECTONIQUE ..... p. 81
4 - STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 81
III - CONCLUSIONS ..... p. 83

DEUXIEME PARTIE

ETUDE PALYNOLOGIQUE

CHAPITRE V

MÉTHODOLOGIE

..... p. 87

I - DÉMARCHE D'ÉCHANTILLONNAGE ..... p. 89
II- PRÉPARATION DES SÉDIMENTS ..... p. 89
A - INTRODUCTION ..... p. 89
B - PROCÉDURE DU TRAITEMENT PALYNOLOGIQUE ..... p. 90
C - MONTAGE DU RÉSIDU PALYNOLOGIQUE ..... p. 91
D - CONCLUSIONS ..... p. 91
III - MODES D'OBSERVATION ..... p. 92
A - MICROSCOPE OPTIQUE ..... p. 92

B - MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE ..... p. 92

IV - LA PYROLYSE ROCK-EVAL ..... p. 92

V - CALCUL DES FRÉQUENCES RELATIVES ..... p. 93

A - DESCRIPTION DES CALCULS ..... p. 93

1 - TERMINOLOGIE ..... p. 93

2 - MÉTHODE DE CALCUL ..... p. 94

2.1 - Aspect théorique ..... p. 94
2.2 - Conception d'un modèle adapté ..... p. 95
2.3 - Application du modèle de calcul ..... p. 96
2.4 - Conclusion ..... p. 102

VI - CALCUL DES FRÉQUENCES "ABSOLUES" ..... p. 102

A - CALCUL DES FRÉQUENCES ABSOLUES *S.S.* ..... p. 103

1 - INTRODUCTION ..... p. 103

2 - PROCÉDURE EMPLOYÉE ..... p. 103

B - CALCUL DES FRÉQUENCES "SEMI-ABSOLUES" ..... p. 104

VII - ESTIMATION DE L'INDICE DE DIVERSITÉ ..... p. 104

A - A PARTIR DU NOMBRE DE TAXONS ..... p. 104

B - PAR LA FONCTION DE SHANNON-WIENER ..... p. 104

CHAPITRE VI

LE MATÉRIEL PALYNOLOGIQUE ..... p. 107

I - INTRODUCTION ..... p. 109

II - QUALITÉ DU MATÉRIEL PALYNOLOGIQUE ..... p. 109

III - LA MATIÈRE ORGANIQUE ..... p. 112

A - LA MATIÈRE ORGANIQUE AMORPHE ..... p. 112

B - ETUDE PAR PYROLYSE ROCK-EVAL ..... p. 113

IV- GRANDS GROUPES PALYNOLOGIQUES ..... p. 114

A - INTRODUCTION ..... p. 114

B - COMPARAISONS DES GRANDS GROUPES PALYNOLOGIQUES ..... p. 117

1 - PROPORTIONS RELATIVES ..... p. 117

2 - FRÉQUENCES "ABSOLUES" ..... p. 117

C - SPORES ET POLLENS ..... p. 125

D - MICROFORAMINIFÈRES ..... p. 126

1 - RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE ..... p. 126

2 - FRÉQUENCES RELATIVES ..... p. 129

3 - INDICE DE DIVERSITÉ ..... p. 129

4 - FORMES BENTHIQUES ET PLANCTONIQUES ..... p. 129

E - ACRITARCHES ..... p. 131

F - INCERTAE SEDIS ..... p. 132
G - DINOFLAGELLÉS ..... p. 133
H - CONCLUSIONS ..... p. 133

CHAPITRE VII

ETUDE DES KYSTES DE DINOFLAGELLÉS ..... p. 135

I - INTRODUCTION ..... p. 137

II - DONNÉES QUALITATIVES ..... p. 137
A - EXTENSION STRATIGRAPHIQUE DES DINOFLAGELLÉS ..... p. 137
B - LES APPARITIONS / EXTINCTIONS ..... p. 138
1 - EVOLUTION DU NOMBRE D'APPARITIONS ET D'EXTINCTIONS ..... p. 138
2 - SUR LE PLAN SPÉCIFIQUE ..... p. 139
C - MISE EN ÉVIDENCE DE MARQUEURS STRATIGRAPHIQUES POUR L'HAUTERIVIEN DU DOMAINE TÉTHYSIEN NORD-OCCIDENTAL ..... p. 142
1 - LES APPARITIONS ..... p. 142
2 - LES EXTINCTIONS ..... p. 148
3 - CONCLUSIONS ..... p. 149

III - DONNÉES QUANTITATIVES ..... p. 151
A - FRÉQUENCES RELATIVES ..... p. 151
1 - ETUDE AU NIVEAU GÉNÉRIQUE ..... p. 151
1.1 - Spectres génériques ..... p. 151
1.2 - Rangs d'abondance générique ..... p. 151
1.3 - Description des assemblages génériques ..... p. 152
1.4 - Discussion ..... p. 162
2 - ETUDE AU NIVEAU SPÉCIFIQUE ..... p. 164
2.1 - Diversité spécifique ..... p. 164
2.2 - Indice de dominance ..... p. 165
2.3 - Spectres spécifiques ..... p. 167
2.4 - Analyse factorielle ..... p. 172
a - Rappel de la méthode ..... p. 173
b - Mise en application ..... p. 173
c - Description des résultats ..... p. 173
d - Comparaison selon les options de calcul ..... p. 187
2.5 - Discussion ..... p. 188
B - FRÉQUENCES "ABSOLUES" ..... p. 188
C - COMPARAISONS AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 189
1 - COMPARAISONS DES LIMITES ..... p. 189
2 - CONFRONTATION AVEC LES COREGES SÉDIMENTAIRES ..... p. 192

IV - CONCLUSIONS ..... p. 192

CHAPITRE VIII

BIOZONATION PAR LES DINOFLAGELLÉS ..... p. 195

I - INTRODUCTION ..... p. 197

II - TENTATIVE D'ÉTABLISSEMENT D'UNE DINOZONATION POUR L'HAUTERIVIEN DU DOMAINE TÉTHYSIEN NORD-OCCIDENTAL ..... p. 197

A - CHOIX DES ÉLÉMENTS DE COMPARAISON ..... p. 197

1 - RAVIN DU COLAS ..... p. 199

2 - SONDAGE DE NEUCHATEL ..... p. 199

3 - COUPE DU SALÈVE ..... p. 202

4 - COUPE DU TUNNEL DU VUACHE ..... p. 203

5 - COUPE DE CHATEL-SAINT-DENIS ..... p. 203

6 - DISCUSSION ..... p. 203

B - COMPARAISON DES ASSEMBLAGES DE DINOKYSTES ..... p. 207

1 - COMPARAISON DE LA POSITION STRATIGRAPHIQUE DES LIMITES D'ASSEMBLAGES p. 207

2 - COMPARAISON DU CONTENU DES ASSEMBLAGES ..... p. 208

2.1 - Comparaison des assemblages contemporains ..... p. 208
2.2 - Comparaison des assemblages asynchrones ..... p. 211
2.3 - Discussion ..... p. 214

3 - COMPARAISON DES ZONES D'ÉPANOUISSEMENT DE CERTAINS TAXONS ..... p. 214

4 - CONCLUSION ..... p. 218

C - APPARITIONS ET EXTINCTIONS SPÉCIFIQUES ..... p. 218

D - SYNTHESE DES RÉSULTATS OBTENUS ..... p. 219

III - COMPARAISONS DES RÉSULTATS OBTENUS ..... p. 220

A - AVEC LA BIOZONATION DES AMMONITES ..... p. 222

1 - BILAN ..... p. 222

2 - DISCUSSION ..... p. 222

B - AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 224

C - AVEC LES AUTRES DOMAINES PALÉO-OCÉANIQUES ..... p. 225

1 - INTRODUCTION ..... p. 225

2 - DOMAINE TÉTHYSIEN ..... p. 226

3 - DOMAINE BORÉAL ..... p. 229

4 - DOMAINES ATLANTIQUES ..... p. 232

4.1 - L'Atlantique Nord ..... p. 232
4.2 - L'Atlantique Sud ..... p. 236

5 - DOMAINE AUSTRAL ..... p. 237

6 - DOMAINE ARCTIQUE ..... p. 239

7 - DOMAINE INDIEN ..... p. 240

8 - PACIFIQUE EST ..... p. 242

9 - DISCUSSION ..... p. 242

10 - CONCLUSION ..... p. 248

CHAPITRE IX

CONTRIBUTION PALÉOÉCOLOGIQUE DES DINOFLAGELLÉS ..... p. 251

I - UTILISATION DU COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*" ..... p. 253
A - POURQUOI LE COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*" ? ..... p. 253
1 - OBSERVATIONS ANTÉRIEURES ..... p. 253
2 - OBSERVATIONS PERSONNELLES PRÉLIMINAIRES ..... p. 253
B - DÉFINITIONS ..... p. 254
1 - LIMITES TAXONOMIQUES DU COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*" ..... p. 254
2 - CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET ORNEMENTAUX ..... p. 255
C - ANALYSE DES DONNÉES RÉCOLTÉES DANS LE VALANGINIEN TERMINAL - BARRÉMIEN INFÉRIEUR VOCONTIEN ..... p. 256
1 - DONNÉES DE BASE, MÉTHODOLOGIE ..... p. 256
2 - TRAITEMENT DES INFORMATIONS ..... p. 257
2.1 - Rapport *Muderongia / Phoberocysta* ..... p. 257
2.2 - Analyse par histogrammes pondérés ..... p. 257
2.3 - Discussion ..... p. 257
D - COMPARAISONS, INTERPRÉTATIONS ..... p. 260
1 - COMPARAISON AVEC L'ÉPAISSEUR DES DOUBLETS "CALCAIRE-MARNE" ..... p. 261
2 - COMPARAISON AVEC LA LITHOLOGIE ..... p. 264
2.1 - Avec la calcimétrie ..... p. 264
2.2 - Avec la proportion de calcaire au sein des doublets ..... p. 264
3 - COMPARAISON AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 264
3.1 - Avec les cortèges sédimentaires ..... p. 264
3.2 - Avec les discontinuités séquentielles ..... p. 266
3.3 - Avec les variations eustatiques ..... p. 266
4 - COMPARAISON AVEC LA COURBE DU $\partial^{13}C$ ..... p. 268
5 - INTERPRÉTATIONS ..... p. 269

II- APPROCHE PALÉOÉCOLOGIQUE DE CERTAINS TAXONS ..... p. 271
A - DONNÉES PALÉOÉCOLOGIQUES APPORTÉES PAR LES PÉRIDINIENS ..... p. 271
1 - RAPPEL DES DONNÉES ANTÉRIEURES ..... p. 271
2 - LES PÉRIDINIENS DANS LE VALANGINIEN TERMINAL – BARRÉMIEN INFÉRIEUR DU DOMAINE VOCONTIEN ..... p. 273
2.1 - Proportion des péridiniens par rapport aux grandes familles de Dinoflagellés ..... p. 273
2.2 - Cas particuliers de quelques péridiniens ..... p. 275
a - L'antagonisme *Dingodinium / Gardodinium* ..... p. 275
b - Contribution du genre *Subtilisphaera* ..... p. 276
2.3 - Remarque sur *Ovoidinium diversum* ..... p. 278
B - GENRES À AFFINITÉ OCÉANIQUE ..... p. 278

1 - LE GROUPE "*PTERODINIUM-LEPTODINIUM*" ..... p. 278
2 - CONSIDÉRATIONS SUR *HAPSOCYSTA PERIDICTYA* ..... p. 279

III - CONCLUSIONS ..... p. 282

CONCLUSIONS GÉNÉRALES ..... p. 285

RÉFÉRENCES DES OUVRAGES CITÉS ..... p. 293

TOME II

QUATRIEME PARTIE

ANNEXES

ANNEXE I

SYSTÉMATIQUE ..... p. 1

I - AVANT-PROPOS ..... p. 3

1 - CLASSIFICATION UTILISÉE POUR LES DINOFLAGELLÉS ..... p. 5

2 - TERMINOLOGIE ..... p. 6

II - DESCRIPTIONS DES DINOKYSTES ..... p. 9

Ordre des PERIDINIALES ..... p. 9

Famille des CERATIACEAE ..... p. 9

Famille des GONYAULACACEAE ..... p. 53

Famille des PERIDINIACEAE ..... p. 188

Ordre GYMNODINIALES ..... p. 214

Famille des GYMNODINIACEAE ..... p. 214

GENRES À AFFINITÉ INCERTAINE ..... p. 218

III - INVENTAIRES DES ACRITARCHES ET DES INCERTAE SEDIS ..... p. 224

1 - ACRITARCHES ..... p. 224

2 - INCERTAE SEDIS ..... p. 224

IV - INVENTAIRE DES MICROFORAMINIFÈRES ..... p. 225

1 - FORMES UNISÉRIÉES ..... p. 225

2 - FORMES BISÉRIÉES ..... p. 226

3 - FORMES PLANISPIRALÉES ..... p. 226

3.1 - FORMES PLANISPIRALÉES ÉVOLUTES ..... p. 226

3.2 - FORMES PLANISPIRALÉES ÉVOLUTES LACHES ..... p. 227

3.3 - FORMES PLANISPIRALÉES INVOLUTES ..... p. 227

4 - FORMES TROCHOSPIRALÉES ..... p. 228

5 - FORMES STREPTOSPIRALÉES ..... p. 228

ANNEXE II

TABLEAUX DE COMPTAGES..... p. 229

ANNEXE III

LISTE DES DINOKYSTES RECENSÉS..... p. 269

ANNEXE IV

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES..... p. 277

LISTE DES FIGURES

ET

TABLEAUX

Figures du tome I :

Fig. 1 : Modèle théorique de la stratigraphie séquentielle : principaux paramètres affectant la géométrie des corps sédimentaires. ..... p. 8

Fig. 2 : Modèle géologique de la stratigraphie séquentielle : séquence théorique de dépôt et surfaces de discontinuités en faciès détritique. ..... p. 10

Fig. 2' : Schéma synthétique montrant la position des cortèges sédimentaires et des surfaces de discontinuité pour un cycle séquentiel de type 1 ..... p. 11

Fig. 3 : Comparaison entre l'interprétation chronostratigraphique de la stratigraphie séquentielle et les formations lithostratigraphiques de la géologie classique. ..... p. 13

Fig. 4 : Passage des faciès de plate-forme aux faciès vaseux pélagiques avec les faciès intermédiaires de la plate-forme externe à sédimentation hémipélagique dans le domaine vocontien ..... p. 14

Fig. 5 : Position séquentielle des faciès marqueurs et des surfaces d'érosion en domaine de plate-forme externe et de talus (**A**), comparée à l'évolution des séquences klüpféliennes (cyclicité du 3ème ordre selon HAQ *et al.*, 1987a) de la plate-forme carbonatée au bassin (**B**) ..... p. 15

Fig. 6 : Différentes interprétations pour le positionnement des discontinuités de la stratigraphie séquentielle. ..... p. 18

Fig. 7 : Schéma montrant les relations entre la séquence de KLÜPFEL et la séquence de VAIL, ainsi que les synchronismes entre des événements tels que les inversions paléomagnétiques, activité tectonique, changements climatiques, changements faunistiques, au sein d'un cycle de 3ème ordre. ..... p. 19

Fig. 8 : Extrait du diagramme des cycles eustatiques du Jurassique terminal - Crétacé (d'après HAQ *et al.*, 1987b) ..... pp. 22-23

Fig. 9 : Evolution du nombre et de la position des limites de la stratigraphie séquentielle depuis la version 3.1A (de janvier 1987). ..... p. 25

Fig. 10 : Répartition des espèces d'Ammonites du Valanginien supérieur au Barrémien inférieur dans le Sud-Est de la France (d'après BUSNARDO, 1984 ; âges modifiés) ..... p. 32

Fig. 11 : Marqueurs inter-régionaux et correspondances des zones d'Ammonites entre le Nord-Ouest de l'Europe (à influence boréale) et le Sud-Est de la France (domaine téthysien)(*in* KEMPER *et al.*, 1981) ..... p. 34

Fig. 12 : Délimitation du Bassin vocontien et emplacement des coupes étudiées (d'après COTILLON *et al.*, 1980 étendu). ..... p. 37

Fig. 13 : **a** - Schéma structural actuel du Bassin vocontien ; **b** - Schéma structural du Bassin vocontien au Crétacé inférieur ; **c** - Bloc diagramme schématique du Bassin vocontien au Crétacé inférieur (d'après JOSEPH *et al.*, 1989). ..... p. 38

Fig. 14 : Le Bassin vocontien au Jurassique terminal-Crétacé inférieur (d'après JOSEPH *et al.*, 1989) ..... p. 40

Fig. 15 : **a)** - Contexte géologique et structural du Bas-Vivarais méridional (d'après GEZE, 1979) ; **b)** - Plan de situation et tracé de la coupe des Buissières (d'après la carte IGN à 1:25.000 de St-Paul-le-Jeune).....p. 46

Fig. 16 : Coupe géologique entre la bordure sous-cévenole et la bordure est du Fossé d'Alès (d'après GEZE, 1979).....p. 47

Fig. 17 : Comparaison des épaisseurs des séries, calculées d'après photographie aérienne ou estimées sur le terrain, pour la coupe des Buissières.....p. 48

Fig. 18 : Taux de carbonates au sein d'une "miche" (d'après VIGNERIE, 1986).....p. 50

Fig. 19 : Correspondance entre la séquence carbonatée de plate-forme et la séquence alternante de bassin montrant la division du cycle élémentaire de bassin (l'alternance banc-interbanc) en un faisceau de bancs dans le secteur hémipélagique (plate-forme externe) ; (*in* FERRY & MONIER, 1987).....p. 50

Fig. 20 : Répartition des faciès de l'Hauterivien inférieur sur la rive droite du Rhône et le Bas-Languedoc (d'après SAYN & ROMAN, 1904).....p. 52

Fig. 21 : Coupe des Buissières.....pp. 53-56

Fig. 22 : Coupe des Buissières ; relations entre les épaisseurs des doublets "calcaire-marne" et les systèmes de dépôt.....p. 58

Fig. 23 : Coupe des Buissières ; répartition de quelques microfossiles (repris d'après VIGNERIE, 1986, fig. 5).....p. 60

Fig. 24 : Coupe des Buissières ; variations des fréquences relatives de la microfaune (repris d'après VIGNERIE, 1986, fig. 5).....p. 61

Fig. 25 : Coupe des Buissières ; exemple de sédimentation à dominante marneuse (base de la zone à *Radiatus*).....p. 65

Fig. 26 : Coupe des Buissières ; exemple d'un faisceau calcaire dans un contexte sédimentaire à tendance marneuse (sommet de la zone à *Callidiscus* ; points d'échantillonnage Bu10-11-12).....p. 65

Fig. 27 : Coupe des Buissières ; bancs à faciès de type michoïde (sommet de la zone à *Radiatus* ; sous le point Bu27').....p. 65

Fig. 28 : Coupe des Buissières ; exemple d'une série de bancs à faciès miche (base de la zone à *Sayni* ; point Bu41).....p. 67

Fig. 29 : Coupe des Buissières ; bancs à faciès miche (zone à *Nodosoplicatum* ; environ cote 555 m).....p. 67

Fig. 30 : Coupe des Buissières ; surface d'un banc à faciès miche (début de la zone à *Sayni* ; entre les points Bu41 et Bu42).....p. 67

Fig. 31 : Coupe de Vergons ; exemple d'alternances "calcaire-marne" typiques du domaine pélagique vocontien (ici alternances régulières)(base de la zone à *Sayni* ; niveau des bancs n° 87 à 104).....p. 67

Fig. 32 : Coupe de Vergons ; exemple d'alternances à dominante marneuse (base de la zone à *Sayni* ; entre les bancs n° 75 et 84).....p. 67

Fig. 33 : Situation géographique de la coupe de Vergons.....p. 68

Fig. 34 : Carte schématique de la Provence subalpine (*in* GOUVERNET *et al.*, 1971).....p. 69

Fig. 35 : Cadre géographique et structural de l'Arc de Castellane (d'après COTILLON, 1968)..... p. 70

Fig. 36 : Coupe nord-sud du Crétacé inférieur de l'Arc de Castellane (d'après COTILLON, 1975a, 1984)..... p. 71

Fig. 37 : **A** - Extensions successives de la surface de discontinuité néocomienne durant le Valanginien. **B** - Recouvrement de la surface de discontinuité néocomienne durant l'Hauterivien (*in* COTILLON, 1975a)..... p. 72

Fig. 38 : Répartition de plusieurs types de constituants au sein de séquences alternantes étudiées dans l'Hauterivien de la série de Vergons (d'après COTILLON *et al.*, 1980 ; DARMEDRU *et al.*, 1982)..... p. 74

Fig. 39 : Coupe de la clue de Vergons..... p. 76

Fig. 40 : Relation entre les épaisseurs des doublets "calcaire-marne" et les systèmes de dépôt pour la coupe de Vergons..... p. 77

Fig. 41 : Répartition des Foraminifères dans l'Hauterivien terminal et le Barrémien de la coupe de Vergons. (*in* GUILLAUME & SIGAL, 1965)..... p. 79

Fig. 42 : Répartition des Nannoconidés dans l'Hauterivien supérieur et le Barrémien de la coupe de Vergons (*in* BOUCHÉ, 1965)..... p. 80

Fig. 43 : Taux de dinokystes génériquement déterminables pour la coupe de Vergons..... p. 94

Fig. 44 : Exemple d'une feuille de calcul pour les fréquences relatives (coupe de Vergons, niveau H18)..... pp. 97-100

Fig. 45 : Coupe des Buissières ; variations du degré de préservation et localisation des maxima de matière organique amorphe..... p. 110

Fig. 46 : Coupe de Vergons ; variations du degrè de préservation et localisation des maxima de matière organique amorphe..... p. 111

Fig. 47 : Evolution de la teneur en Carbone Organique Total, des huiles ("Oil") et du soufre (S2) le long de la coupe des Buissières..... p. 112

Fig. 48 : Evolution de la teneur en Carbone Organique Total, des huiles ("Oil") et du soufre (S2) le long de la coupe de Vergons..... p. 113

Fig. 49 : Coupe des Buissières ; comparaison entre les fréquences absolues des palynomorphes marins et continentaux, et les valeurs de Carbone Organique Total..... p. 115

Fig. 50 : Coupe de Vergons ; comparaison entre les fréquences absolues des palynomorphes marins et continentaux, et les valeurs de Carbone Organique Total..... p. 116

Fig. 51 : Coupe des Buissières ; proportions relatives cumulées des principaux groupes de microfossiles organiques..... p. 118

Fig. 52 : Coupe de Vergons ; proportions relatives cumulées des principaux groupes de microfossiles organiques..... p. 119

Fig. 53 : Coupe des Buissières ; variations verticales (fréquences relatives et absolues) des principaux groupes de microfossiles organiques au sein du contenu palynologique..... p. 120

Fig. 54 : Coupe des Buissières ; variations des fréquences "semi-absolues" (calculées à partir du C.O.T.) des principaux groupes de microfossiles organiques..... p. 121

Fig. 55 : Coupe de Vergons ; variations verticales (fréquences relatives et absolues) des principaux groupes de microfossiles organiques au sein du contenu palynologique..... p. 122

Fig. 56 : Coupe de Vergons ; variations des fréquences "semi-absolues" (calculées à partir du C.O.T.) des principaux groupes de microfossiles organiques..... p. 123

Fig. 57 : Coupe des Buissières ; variations du rapport entre les Spores+Pollens et les pollens disaccates..... p. 124

Fig. 58 : Coupe de Vergons ; variations du rapport entre les Spores+Pollens et les pollens disaccates..... p. 125

Fig. 59 : Répartition stratigraphique, par ordre d'apparition (**A**) et d'extinction (**B**), des Microforaminifères le long de la coupe des Buissières..... p. 127

Fig. 60 : Répartition stratigraphique, par ordre d'apparition (**A**) et d'extinction (**B**), des Microforaminifères le long de la coupe de Vergons..... p. 128

Fig. 61 : Coupe des Buissières ; diversité des types de Microforaminifères..... p. 130

Fig. 62 : Coupe de Vergons ; diversité des types de Microforaminifères..... p. 131

Fig. 63 : Coupe de Vergons ; proportions des formes assimilées au mode de vie planctonique au sein des Microforaminifères..... p. 132

Fig. 64 : Répartition stratigraphique des Acritarches (**A**) et des Incertae sedis (**B**) le long de la coupe des Buissières..... p. 133

Fig. 65 : Répartition stratigraphique des Acritarches (**A**) et des Incertae sedis (**B**) le long de la coupe de Vergons..... p. 134

Fig. 66 : Coupe des Buissières ; nombre des apparitions et des extinctions spécifiques des kystes de Dinoflagellés..... p. 140

Fig. 67 : Coupe de Vergons ; nombre des apparitions et des extinctions spécifiques des kystes de Dinoflagellés..... p. 141

Fig. 68 : Coupe des Buissières ; fréquences relatives des taxons utilisables comme marqueurs stratigraphiques aux Buissières et à Vergons..... p. 144

Fig. 69 : Coupe de Vergons ; fréquences relatives des taxons utilisables comme marqueurs stratigraphiques aux Buissières et à Vergons..... p. 145

Fig. 70 : Répartition verticale de taxons présentant un intérêt stratigraphique pour l'Hauterivien du domaine téthysien nord-occidental..... pp. 146-147

Fig. 71 : Synthèse des apparitions/extinctions observées chez les kystes de Dinoflagellés durant l'intervalle Valanginien terminal-Barrémien inférieur dans le domaine téthysien nord-occidental..... p. 150

Fig. 72 : Coupe des Buissières ; variations des fréquences relatives et des rangs d'abondance des principaux genres de dinokystes..... pp. 154-155

Fig. 73 : Coupe de Vergons ; variations des fréquences relatives et des rangs d'abondance des principaux genres de dinokystes..... pp. 160-161

Fig. 74 : Comparaison, avec une échelle de temps commune, de la position des limites d'assemblages génériques entre les coupes des Buissières et de Vergons..... p. 163

Fig. 75 : Coupe des Buissières ; **A**) Evolution de la diversité [H(s) = indice de diversité spécifique]. - **B**) Comparaison entre l'Indice de dominance et le nombre d'espèces de dinokystes.....p. 166

Fig. 76 : Coupe de Vergons ; **A**) Evolution de la diversité [H(s) = indice de diversité spécifique]. - **B**) Comparaison entre l'Indice de dominance et le nombre d'espèces de dinokystes.....p. 167

Fig. 77 : Coupe des Buissières ; variations des fréquences relatives et des rangs d'abondance de quelques espèces de dinokystes.....p. 168

Fig. 78 : Coupe de Vergons ; variations des fréquences relatives et des rangs d'abondance de quelques espèces de dinokystes.....p. 169

Fig. 79 : Coupe des Buissières ; classement des taxons les plus abondants pour chaque niveau (rangs de dominance), et extension des intervalles de dominance.....p. 170

Fig. 80 : Coupe de Vergons ; classement des taxons les plus abondants pour chaque niveau (rangs de dominance), et extension des intervalles de dominance.....p. 171

Fig. 81 : Coupe des Buissières ; représentation du poids statistique de chaque facteur résultant de l'analyse factorielle "simple".....p. 174

Fig. 82 : Coupe des Buissières ; représentation du poids statistique de chaque espèce (ou groupe d'espèces) en fonction des facteurs résultant de l'analyse factorielle "simple".....p. 175

Fig. 83 : Coupe de Vergons ; représentation du poids statistique de chaque facteur résultant de l'analyse factorielle "simple".....p. 176

Fig. 84 : Coupe de Vergons ; représentation du poids statistique de chaque espèce (ou groupe d'espèces) en fonction des facteurs résultant de l'analyse factorielle "simple".....p. 177

Fig. 85 : Coupe des Buissières ; représentation du poids statistique de chaque facteur résultant de l'analyse factorielle à option "percentrange".....p. 182

Fig. 86 : Représentation du poids statistique de chaque espèce en fonction des facteurs résultant de l'analyse factorielle à option "percentrange", pour la coupe des Buissières.....p. 183

Fig. 87 : Coupe de Vergons ; représentation du poids statistique de chaque facteur résultant de l'analyse factorielle à option "percentrange".....p. 184

Fig. 88 : Coupe de Vergons ; représentation du poids statistique de chaque espèce (ou groupe d'espèces) en fonction des facteurs résultant de l'analyse factorielle à option "percentrange".....p. 185

Fig. 89 : Fréquences relatives et rangs d'abondance de quelques genres de dinokystes en fonction des cortèges sédimentaires de 3ème ordre.....pp. 190-191

Fig. 90 : Localisation géographique des coupes étudiées par FAUCONNIER (1982, 1989) et POURTOY (1989) - (fond de carte d'après CLAVEL & CHAROLLAIS, 1989b).....p. 198

Fig. 91 : Répartition des kystes de Dinoflagellés le long de la coupe du ravin du Colas (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989).....p. 200

Fig. 92 : Répartition des kystes de Dinoflagellés le long du sondage 208 de Neuchâtel (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989).....p. 201

Fig. 93 : Répartition des kystes de Dinoflagellés le long de la coupe du Mont Salève (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989)..... p. 202

Fig. 94 : Répartition des kystes de Dinoflagellés le long de la coupe du tunnel du Vuache (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989)..... p. 204

Fig. 95 : Coupe de Châtel-St-Denis ; classement des six taxons les plus abondants pour chaque niveau et extension des intervalles de dominance (*in* POURTOY, 1989)..... p. 205

Fig. 96 : Coupe de Châtel-St-Denis ; biozonation des dinokystes du Crétacé inférieur (*in* POURTOY, 1989)..... p. 206

Fig. 97 : Comparaison de l'étendue stratigraphique des assemblages palynoplanctoniques de 7 coupes hauteriviennes du domaine téthysien occidental..... p. 210

Fig. 98 : Comparaison de la position stratigraphique des assemblages palynoplanctoniques de 7 coupes hauteriviennes du domaine téthysien occidental, en fonction de leurs similitudes de dominances..... p. 213

Fig. 99 : Synthèse de l'extension stratigraphique de quelques taxons de dinokystes hauteriviens du domaine téthysien nord-occidental..... p. 221

Fig. 100 : Localisation des études palynologiques concernant au moins une partie de l'Hauterivien et comportant une répartition stratigraphique détaillée des kystes de Dinoflagellés. Le fond de carte correspond à la position des continents au début de l'Hauterivien (vers -120 Ma) en projection Mercator (d'après SMITH & BRIDEN, 1977)..... p. 227

Fig. 101 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien de la Téthys et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental..... p. 228

Fig. 102 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien boréal et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental..... p. 230

Fig. 103 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien de l'Atlantique nord et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental..... p. 234

Fig. 104 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien du domaine austral et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental..... p. 238

Fig. 105 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien du domaine arctique et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental..... p. 240

Fig. 106 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien du domaine indien et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental..... p. 241

Fig. 107 : Répartitions verticales des espèces citées dans le Crétacé inférieur du Pacifique est et considérées comme marqueurs stratigraphiques (ou leurs équivalents morphologiques) dans le domaine téthysien nord-occidental..... p. 242

Fig. 108 : Extensions stratigraphiques synthétiques des principaux marqueurs (dinokystes) cités dans les grands domaines océaniques pour l'intervalle Valanginien-Barrémien..... pp. 244-245

Fig. 109 : Coupe des Buissières ; application de la méthode d'analyse par histogrammes pondérés au complexe "*Muderongia / Phoberocysta*", et comparaison avec la courbe lissée du rapport *Phoberocysta / Muderongia + Phoberocysta* (exprimé en %).....p. 258

Fig. 110 : Coupe des Vergons ; application de la méthode d'analyse par histogrammes pondérés au complexe "*Muderongia / Phoberocysta*", et comparaison avec la courbe lissée du rapport *Phoberocysta / Muderongia + Phoberocysta* (exprimé en %).....p. 259

Fig. 111 : Coupe des Buissières ; comparaison entre la courbe du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, les épaisseurs des doublets de faisceaux "calcaire-marne", la proportion de calcaire au sein de ces doublets et la calcimétrie des échantillons prélevés.....p. 262

Fig. 112 : Coupe de Vergons ; comparaison entre la courbe du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, les épaisseurs des doublets "calcaire-marne", la proportion de calcaire au sein de ces doublets et la calcimétrie des échantillons.....p. 263

Fig. 113 : Coupe des Buissières ; comparaison de la proportion de *Muderongia* et de *Phoberocysta* suivant le type de cortège sédimentaire.....p. 265

Fig. 114 : Coupe de Vergons ; comparaison de la proportion de *Muderongia* et de *Phoberocysta* suivant le type de cortège sédimentaire.....p. 265

Fig. 115 : Comparaison, à échelle de temps égale : **A** - des courbes du rapport *Muderongia / Phoberocysta* des Buissières et de Vergons ; **B** - des cortèges sédimentaires ; **C** - du cumul lissé des courbes du rapport *Muderongia / Phoberocysta* des Buissières et de Vergons ; **D** - de la courbe des variations eustatiques du niveau marin (--- d'après HAQ *et al.*, 1987b ; - - en tenant compte des nouvelles limites de séquences reconnues par P. VAIL) ; **E** - et de la courbe du ∂13C (d'après RENARD, 1984).....p. 267

Fig. 116 : Coupe des Buissières ; proportions relatives des trois principales familles de dinokystes.....p. 272

Fig. 117 : Coupe de Vergons ; proportions relatives des trois principales familles de dinokystes.....p. 273

Fig. 118 : Coupe des Buissières ; comparaison des fréquences relatives de *Dingodinium* spp. et de *Gardodinium* spp.....p. 276

Fig. 119 : Coupe de Vergons ; comparaison des fréquences relatives de *Dingodinium* spp. et de *Gardodinium* spp.....p. 277

Fig. 120 : Coupe des Buissières ; comparaison entre les fréquences relatives de taxons supposés océaniques et le rapport *Muderongia/Phoberocysta*.....p. 280

Fig. 121 : Coupe de Vergons ; comparaison entre les fréquences relatives de taxons supposés océaniques et le rapport *Muderongia/Phoberocysta*.....p. 281

Fig. 122 : **1** - Estimation des variations du niveau marin : A - d'après les pourcentages des espèces océaniques ; B - d'après la courbe du rapport *Muderongia / Phoberocysta* ; C - Cumul lissé des courbes A et B. **2** - Estimation de l'évolution de la salinité (?) d'après les proportions de kystes péridinioïdes.....p. 283

Figures du tome II :

Fig. S.01 : Comparaison des silhouettes visibles en coupe optique des représentants des genres *Aptea*, *Canningia* et *Cyclonephelium* rencontrés au cours de ce travail. ..... p. 17

Fig. S.02 : Position des mesures pour le genre *Muderongia*..... p. 24

Fig. S.03 : Comparaison des silhouettes des représentants du genre *Muderongia* rencontrés dans les niveaux étudiés..... p. 33

Fig. S.04 : *Muderongia* sp. A - Vues ventrale et dorsale montrant le schéma de la paratabulation..... p. 38

Fig. S.05 : *Phoberocysta* "*extensiva*" subsp. "*extensiva*" - Vue dorsale (stade ornemental 2)..... p. 45

Fig. S.06 : *Phoberocysta* "cf. *simplex*" - Vue ventrale (stade ornemental 1). ..... p. 48

Fig. S.07 : *Phoberocysta* "cf. *staurota*" - Vue ventrale (stade ornemental 1). ..... p. 48

Fig. S.08 : *Achomosphaera* cf. *neptunii* - Vues dorsale et ventrale montrant respectivement l'archéopyle précingulaire et le parasulcus..... p. 54

Fig. S.09 : Morphologie des processus d'*Avellodinium*, montrant les ramifications par dichotomie ; processus gonaux ; processus intergonaux..... p. 59

Fig. S.10 : *Bourkidinium* cf. *psilatum* - Différences schématiques de la morphologie des variétés A et B..... p. 64

Fig. S.11 : *Callaiosphaeridium asymmetricum* - Opercule détaché montrant partiellement la paratabulation de l'épikyste..... p. 66

Fig. S.12 : *Cribroperidinium* ? sp. B - Esquisse des contours du kyste en vue dorsale..... p. 90

Fig. S.13 : *Dissiliodinium* cf. *globulum* - Vues dorsale, ventrales et apicale montrant l'archéopyle complètement développé ou avec quelques paraplaques operculaires encore en place. ..... p. 99

Fig. S.14 : Position pour la mesure de la corne apicale chez *Gardodinium*..... p. 107

Fig. S.15 : *Hapsocysta peridictya* - Paratabulation en vues polaires, dorso-ventrale et latérale. ..... p. 114

Fig. S.16 : Position des mesures des longueurs du péricœle et des processus pour le genre *Hystrichostrogylon*. ..... p. 16

Fig. S.17 : A) *Hystrichostrogylon stolidotum* -Vue dorsale ; **B)** *Hystrichostrogylon coninckii* - Vue latérale droite..... p. 125

Fig. S.18 : *Meiourogonyaulax bulloidea* - Ornementation et schéma de la paratabulation en vues ventrale et dorsale..... p. 133

Fig. S.19 : *Meiourogonyaulax pertusa* - Schéma de la paratabulation en vues ventrale et dorsale.....p. 134

Fig. S.20 : *Mendicodinium reticulatum* - Forme générale du kyste en vue ventrale.....p. 135

Fig. S.21 : *Oligosphaeridium complex* - Vues apicale et antapicale montrant le schéma de la paratabulation chez un exemplaire qui présente quelques fenestrations sur les processus.....p. 143

Fig. S.22 : *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum* - Vue ventrale schématique montrant la paratabulation au niveau du parasulcus.....p. 152

Fig. S.23 : *Pterodinium* sp. A - Vues dorsale et ventrale montrant le schéma de la paratabulation.....p. 155

Fig. S.24 : Position des mesures de la hauteur des septes et de la longueur des processus pour les espèces du genre *Spiniferites* possédant des septes élevés.....p. 159

Fig. S.25 : *Spiniferites lenzii* - Vues ventrale et dorsales et schéma de la paratabulation.....p. 162

Fig. S.26 : *Spiniferites ramosus subsp. ramosus* - Dessin incomplet d'une vue latérale droite montrant la disposition et la morphologie des processus.....p. 169

Fig. S.27 : *Taleisphaera hydra* - Vues latérales gauche et droite montrant le schéma de la paratabulation.....p. 182

Fig. S.28 : Position des mesures pour le genre *Aprobolocysta*.....p. 188

Fig. S.29 : Position des mesures pour le genre *Batioladinium*.....p. 191

Fig. S.30 : Comparaisons des tailles des périkystes et des endokystes de *Dingodinium cerviculum* subsp. *albertii* et de *Dingodinium cerviculum* subsp. *cerviculum*.....p. 198

Fig. S.31 : *Ovoidinium diversum* - Vues dorsales, ventrale et apicale.....p. 202

Fig. S.32 : *Ovoidinium* sp. A - Vues dorsales et ventrale.....p. 203

Fig. S.33 : *Subtilisphaera perlucida* - Morphologie du kyste de quelques exemplaires du Bassin vocontien en vues ventrale ou dorsale.....p. 206

Fig. S.34 : *Subtilisphaera scabrata* - Morphologie du kyste en vues ventrales.....p. 207

Fig. S.35 : *Subtilisphaera terrula* - Morphologie du kyste en vue dorsale.....p. 209

Fig. S.36 : *Subtilisphaera* cf. *ventriosa* - Morphologie du kyste en vue dorsale.....p. 210

Fig. S.37 : Diagramme représentant le nombre des citations de toutes les espèces du genre *Dinogymnium* en fonction de leur attribution stratigraphique et de leur localisation géographique.....p. 214

Fig. S.38 : Illustration des différentes formes de *Dinogymnium* rencontrées au cours de ce travail - **A)** *D.* sp. A ; **B)** *D.* sp. B ; **C)** *D.* sp. C.....p. 215

Fig. S.39 : *Nummus monoculatus*.....p. 220

Fig. S.40 : Gen. ind. sp. A - Aspect général du kyste.....p. 222

Fig. S.41 : Gen. ind. sp. B - Aspect général du kyste.....p. 223

Fig. S.42 : **A**) Microforaminifère Type Un 02. - **B**) Microforaminifère Type Un 03 : loge isolée..... p. 225

Fig. S.43 : Microforaminifère Type Un 01..... p. 225

Fig. S.44 : Microforaminifère Type Un 01..... p. 226

Fig. S.45 : **A**) Microforaminifère Type Bi 01. - **B**) Microforaminifère Type Bi 02. - **C**) Microforaminifère Type Bi 03. - **D**) Microforaminifère Type Bi 04..... p. 226

Fig. 46 : **A**) Microforaminifère Type PE 01. - **B**) Microforaminifère Type PE 02. - **C**) Microforaminifère Type PE 03..... p. 227

Fig. S.47 : Microforaminifère Type PEl 01..... p. 227

Fig. S.48 : Microforaminifère Type PI 01..... p. 227

Fig. S.49 : **A**) Microforaminifère Type Tr 01. - **B**) Microforaminifère Type Tr 03..... p. 228

Fig. S.50 : Microforaminifère Type St 01..... p. 228

Tableaux du tome II :

Tableau S.a : Clé de détermination spécifique pour le genre *Odontochitina*. .....p. 40

Tableau S.b : Clé de détermination spécifique pour le genre *Hystrichostrogylon*..... p. 127

Tableau S.c : Clés de détermination pour les espèces du genre *Spiniferites* présentes durant le Crétacé..... pp. 170-176

Tableau S.d : Clé de détermination spécifique pour le genre *Systematophora*..... p. 180

Tableau S.e : Clé de détermination spécifique pour le genre *Aprobolocysta* (d'après POURTOY, 1988)..... p. 189

INTRODUCTION

L'essor qu'a connu la palynologie (et particulièrement l'étude des kystes de Dinoflagellés) lors des dernières décennies est intimement lié à celui de la recherche pétrolière, car les dinokystes représentent un outil stratigraphique fondamental en l'absence de macrofaune ou de certaines microfaunes (Foraminifères par exemple).

Le sujet de la présente étude a été proposé par la compagnie ESSO-EPR.E (Bègles, France). Faisant l'objet d'une convention de recherche avec le Département de Géologie et Océanographie de l'Université de Bordeaux I, cette étude doit également sa réalisation à la collaboration des Laboratoires de Géologie des Universités de Lyon et de Genève.

Ce travail s'intègre dans un programme de recherche en stratigraphie développé par EXXON-EPR.Co (Houston, U.S.A.) ayant pour but l'établissement d'une synthèse palynostratigraphique du Crétacé inférieur du domaine ouest-téthysien à l'aide des kystes de Dinoflagellés. Le présent mémoire fait suite aux travaux de MONTEIL (1985 ; Valanginien d'Ardèche, France) et de POURTOY (1989 ; Berriasien-Barrémien de Châtel-St-Denis, Suisse), travaux entrant eux aussi dans le cadre de ce programme.

La mise en place d'une échelle stratigraphique précise, basée sur les kystes de Dinoflagellés, nécessite un étalonnage préalable, rigoureux, par rapport aux biozonations de référence. Dans le cas des séries mésozoïques, les biozonations de référence sont basées sur la répartition des faunes d'Ammonites. C'est donc à partir des résultats biostratigraphiques apportés par ce groupe que seront calés les résultats fournis par les dinokystes.

La présente étude se limitera à l'étage Hauterivien, abordé au travers de deux affleurements localisés dans le bassin du Sud-Est et présentant l'intérêt d'appartenir à une province paléogéographique (le domaine vocontien *s.l.*) ayant déjà fait l'objet de nombreuses études géologiques et paléontologiques. Situées plus précisément dans les Alpes-de-Haute-Provence (clue de Vergons) et en Ardèche (ravin des Buissières), les coupes choisies représentent respectivement les domaines pélagique et intermédiaire, c'est-à-dire des environnements océaniques francs, moins sujets aux changements de faciès que les milieux de plate-forme. Les coupes analysées offrent des séries continues, fossilifères et à sédimentation marneuse bien développée (point important pour l'échantillonnage palynologique) où les variations de faciès ne sont pas trop marquées : ce sont là des conditions tout à fait favorables pour une étude paléontologique stratigraphique.

Plusieurs tentatives d'échelles biostratigraphiques parallèles, établies à partir d'organismes divers (Ammonites, Echinides, Foraminifères, Nannofossiles) ont déjà été effectuées dans les faciès océaniques hauteriviens de ce secteur, mais les kystes de Dinoflagellés n'avaient pas encore été étudiés dans ces milieux.

Avant de réaliser l'étude du palynoplancton des coupes des Buissières et de Vergons, une étude de terrain préalable (indispensable à une étude fiable) a permis d'aborder de façon plus sûre les données de la palynologie. Ces préliminaires fondamentaux reposent sur un levé précis des successions lithologiques, l'échantillonnage régulier d'Ammonites (effectué par R. BUSNARDO) et

d'Echinides (effectué par B. CLAVEL) et la reconnaissance *in situ* des discontinuités séquentielles du modèle de VAIL. Ce dernier point a été réalisée par P. VAIL et J. HARDENBOL qui, d'après leur observations personnelles sur le terrain, ont positioné eux-même les surfaces de discontinuité.

A partir de ces données de base (et de la distribution verticale des dinokystes), l'ambition de cette étude est la suivante :

- réaliser un inventaire le plus complet possible des kystes de Dinoflagellés présents dans l'Hauterivien du domaine étudié.

- préciser la valeur stratigraphique des dinokystes pour l'Hauterivien et sélectionner les taxons qui, seuls ou en association, offrent les meilleurs atouts pour l'établissement d'une dinozonation.

- confronter ces résultats avec la biostratigraphie basée sur les Ammonites et tester les corrélations existant entre les deux échelles de datation.

- appréhender les relations entre les résultats de l'analyse palynologique et les données de la stratigraphie séquentielle ; entre autre, à un type d'événement séquentiel correspond-t-il une réponse palynologique particulière ?

- voir s'il est possible de déceler des influences océaniques provenant des bassins adjacents (notamment en comparant les périodes d'apparition et les aires de distributions de taxons communs) : y-at'il eu durant l'Hauterivien des communications notables entre les différents bassins ?

- améliorer nos connaissances entre les Dinoflagellés et les paramètres de l'environnement en tentant une caractérisation de ces paramètres à l'aide des assemblages de dinokystes et de certains taxons.

PREMIERE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE I

STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE, LE MODÈLE DE VAIL

CHAPITRE I

STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE, LE MODÈLE DE VAIL

I - INTRODUCTION ..... p. 7

II -PRINCIPAUX PARAMÈTRES AFFECTANT LA GÉOMÉTRIE DES CORPS SÉDIMENTAIRES ..... p. 7

III - LE MODÈLE THÉORIQUE ..... p. 8

IV - LE MODÈLE GÉOLOGIQUE ..... p. 9

A - TRANSGRESSION ET RÉGRESSION ..... p. 10

B - LES CORTÈGES SÉDIMENTAIRES ..... p. 11

C - LES SURFACES ..... p. 12

IV - L'INTERPRÉTATION CHRONOSTRATIGRAPHIQUE ..... p. 14

V -APPLICATION DE LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE AUX SYSTEMES DE SÉDIMENTATION CARBONATÉE ..... p. 15

A - SUR LA PLATE-FORME INTERNE ..... p. 16

B - SUR LA PLATE-FORME EXTERNE ..... p. 19

C - EN DOMAINE PÉLAGIQUE ..... p. 19

D - CONCLUSIONS ..... p. 21

VI - LE DIAGRAMME DES VARIATIONS EUSTATIQUES ..... p. 21

VII -APPLICATION DE LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE AU CRÉTACÉ INFÉRIEUR (PRO PARTE) VOCONTIEN ..... p. 24

VIII - CONCLUSIONS ..... p. 26

I - INTRODUCTION

La stratigraphie séquentielle peut se définir comme une méthode permettant de constituer un cadre chronostratigraphique à l'échelle globale (planétaire), car «basée sur des discordances-lignes temps d'origine eustatique encadrant des unités génétiques de dépôt» (VAIL *et al.*, 1987, p. 1301). L'identification et la datation de ces discontinuités à travers le monde ont permis à VAIL et à ses collaborateurs d'établir un modèle de dépôt ainsi qu'un diagramme à valeur globale des cycles eustatiques au cours des temps géologiques.

Le but de ce premier chapitre n'est pas de chercher à décrire ou d'expliquer le concept de la stratigraphie séquentielle, mais d'en rappeler les points essentiels. Plusieurs articles visant à diffuser et expliquer le modèle de VAIL ont déjà été publiés dans cette optique [VAIL *et al.*, 1977 ; HARDENBOL *et al.*, 1981 ; HAQ *et al.*, 1987a, 1987b ; VAIL *et al.*, 1987 ; « Sea-level changes: An integrated approach. - SEPM, special publication (Tulsa, 1988)» ; VAIL *et al.*, 1990[1]...] et servent de base aux rappels qui vont suivre.

Alors que dans les premières versions des chartes des cycles eustatiques les variations du niveau marin étaient interprétées exclusivement à partir des structures géométriques des prismes sédimentaires observés sur les profils sismiques, avec un contrôle paléontologique à partir de données de forage, les dernières versions des chartes résultent de la synthèse d'un grand nombre de données récoltées de par le monde et obtenues par sismique, forages ou affleurements. Les observations de terrain sont bien plus fines que celles issues de la sismique et ont d'ailleurs permis de préciser le diagramme des cycles eustatiques. Toutes ces informations sont rapportées à un modèle de dépôt qui, après avoir été biostratigraphiquement calé, est interprété en termes de variations eustatiques du niveau marin.

II - PRINCIPAUX PARAMÈTRES AFFECTANT LA GÉOMÉTRIE DES CORPS SÉDIMENTAIRES

Ces principaux paramètres sont : les variations eustatiques du niveau marin, les apports sédimentaires et les phénomènes de subsidence/soulèvement. Ces trois facteurs induisent la notion d'espace disponible pour l'accumulation des sédiments, dont les fluctuations agissent de façon déterminante sur la structure des corps sédimentaires. Cet espace correspond à la hauteur d'eau comprise entre le niveau de la mer et le fond marin. Celui des trois facteurs qui montrera les variations les plus rapides tiendra le rôle prépondérant dans l'organisation des sédiments.

VAIL *et al.* (1987, p. 1303) estiment que les apports sédimentaires varient en général plus lentement que le niveau marin. De plus, s'appuyant sur les résultats de HARDENBOL *et al.* (1981), ces auteurs considèrent que même lors d'une phase d'extension crustale, où pendant une brève période les vitesses de subsidence/soulèvement s'accroissent considérablement, ces vitesses restent encore lentes par rapport à celles des variations eustatiques du niveau marin. Ce sont donc ces

---

1) Ce tout récent article comporte un grand nombre de données nouvelles concernant la stratigraphie séquentielle avec notamment la nouvelle terminologie adoptée par VAIL et ses collaborateurs. Le peu de temps dont j'ai disposé entre le moment où m'est parvenu le "pré-print" de cet article et la date à laquelle j'ai du imprimer ce mémoire ne m'a permis d'intégrer à ce chapitre que les points les plus importants ; un tableau de correspondance entre les anciens et les nouveaux termes préconisés par VAIL *et al.* (1990) est donné à la fin de cette section.

dernières qui vont conditionner la géométrie des dépôts.

III - LE MODÈLE THÉORIQUE

Par mesure de simplification, le taux d'apport sédimentaire et la vitesse de subsidence sont considérés constants, puisque ce sont les facteurs dont les temps de réponse sont les plus lents.

La figure 1 illustre comment on aboutit à la courbe de la vitesse de changement du niveau marin relatif, qui reflète le potentiel de création d'espace disponible pour les sédiments. En fait, ce potentiel est obtenu en additionnant algébriquement les vitesses de variation du niveau marin eustatique et de la subsidence en *bordure de plate-forme*(1), c'est-à-dire leurs dérivées premières. On voit que ce n'est que lorsque la vitesse de chute du niveau marin est plus rapide que la vitesse de subsidence que le potentiel d'espace disponible devient négatif, indiquant alors une émersion. Le diagramme chronostratigraphique [séquences et cortèges sédimentaires], en échelle verticale de temps, est obtenu en ajoutant un apport sédimentaire à un taux constant.

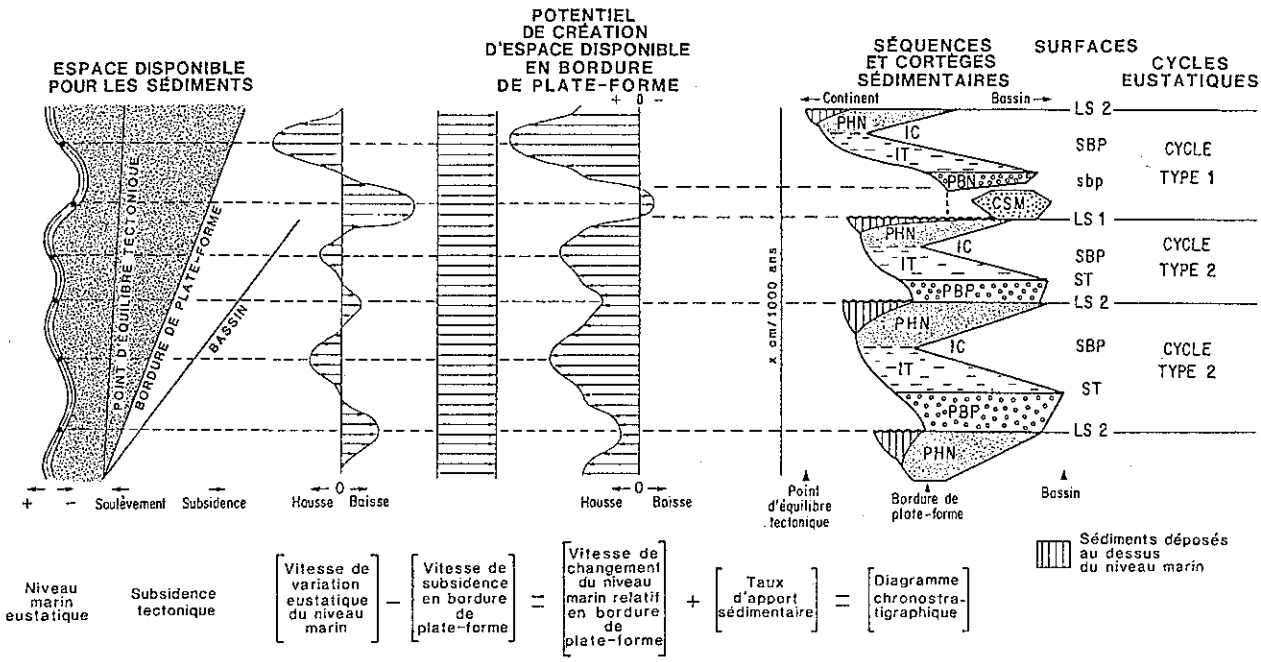


Fig. 1 : Modèle théorique de la stratigraphie séquentielle : principaux paramètres affectant la géométrie des corps sédimentaires.

- **PHN** : prisme de haut niveau marin - **IT** : intervalle transgressif - **IC** : intervalle condensé - **PBP** : prisme de *bordure de plate-forme* - **PBN** : prisme de bas niveau - **CSM** : cône sous-marin - **LS1** : limite de séquence de type 1 - **LS2** : limite de séquence de type 2 - **SBP** : surface basale de progradation associée à un intervalle condensé - **sbp** : surface basale de progradation associée à un cône sous-marin - **ST** : surface de transgression. (*in* VAIL *et al.*, 1987).

---

1) Selon VAIL *et al.* (1987 ; *cf.* annexe, p. 1320), le terme bordure de plate-forme est la traduction de "*shelf margin break*". Pour VAIL *et al.* (1990), cette notion est remplacée par celle d'"*offlap break*" : dans les dépôts silico-clastiques, ce point se situe communément à 100-1000 m du rivage et à une profondeur d'eau de 8-15 m. Il correspond généralement à la limite d'action des vagues (par temps calme). En domaine carbonaté, ce point peut être séparé de la côte par un large lagon et peut être moins profond à cause du développement de récifs. Dans de précedentes publications cette position a été appelée "*shoreline break*" ou "*depositional shelf edge*", mais VAIL *et al.* (1990, p. 5) préfèrent abandonner ces termes en raison de la confusion qu'engendrait leur utilisation.
Notons que dans le concept de VAIL, la ligne de rivage ("*shoreline*") correspond à la limite entre les domaines paraliques ou deltaïques et marins. Les lagons sont considérés comme étant situés en "amont" de la ligne de rivage.
La *plate-forme* correspond quant à elle à la partie proximale de l'"*offlap break*". Ce n'est que dans certains cas particuliers que ce point correspond à la rupture de pente.

Il convient de préciser dès à présent l'acceptation du terme *plate-forme* selon VAIL et ses coéquipiers : il s'agit du sommet du dernier prisme sédimentaire de haut niveau. De même, le *talus* correspond à l'extrémité la plus distale de ce dernier prisme de haut niveau. Pour plus de clarté, ces termes ont été mis en italique lorsqu'ils se rapportent au concept de VAIL.

Dans les publications de VAIL *et al.* (1977, 1980) la courbe des changements relatifs d'aggradation côtière était directement assimilée à celle des variations relatives du niveau marin. L'invalidité de cette assimilation, démontrée entre autres par PITMAN (1978), est reconnue par VAIL *et al.* (1987, p. 1307). Cette courbe figure actuellement sur la bordure gauche du diagramme chronostratigraphique.

La forme particulière, en dents de scie, de la courbe d'aggradation côtière traduit l'instantanéité (à l'échelle géologique) du déplacement de la sédimentation vers le bassin lorsque la baisse eustatique du niveau marin atteint son taux maximum.

Les paliers ainsi formés marquent des discordances qui prennent place lorsque le potentiel d'espace disponible pour les sédiments est minimum. Ces discordances sont de deux types :

- **Discordance de type 1**, lorsque le niveau marin relatif chute plus bas que la *bordure de la plate-forme*[1]. Ce n'est que dans ce cas que la *plate-forme* sera exondée et mise en déséquilibre sédimentaire.

- **Discordance de type 2**, lorsque le niveau marin relatif est bas mais se maintient sur la *plate-forme*.

Ces discontinuités représentent des limites de séquences (LS), qui seront dites de type 1 ou de type 2 selon le type de la discordance qu'elles marquent.

D'autres surfaces particulières, dont le détail sera discuté plus loin, ont été reconnues : il s'agit d'une surface d'inondation appelée *surface de transgression* (ST)[2] et d'une surface souvent associée à un intervalle condensé, appelée surface du maximum d'inondation (SMI). La surface basale de progradation (SBP) n'est , elle, visible qu'à partir d'enregistrements sismiques.

Les sédiments déposés entre ces surfaces de discontinuité sont des unités génétiques de dépôt appelées cortèges sédimentaires.

IV - LE MODÈLE GÉOLOGIQUE

Il est représenté sur la figure 2, d'abord en coupe profondeur (A), puis en coupe temps (B). Il résulte d'une synthèse des observations de VAIL et de ses collaborateurs intégrée au modèle théorique. Les lignes noires les plus fines symbolisent des surfaces continues de stratification qui sont le plus souvent des surfaces d'inondation marine, encadrant des unités mineures ou paraséquences.

Le mode de représentation en coupe temps (B) met en évidence qu'il n'existe aucun endroit où la sédimentation est continue au cours du temps.

---

1) En dessous de l'"*offlap break*" pour VAIL *et al.* (1990).

2) VAIL *et al.* (1990, p. 5) préconisent l'abandon de ce terme au profit de "*top lowstand surface*" ; ce dernier terme n'ayant pas encore de traduction française adéquat, celui de "*surface de transgression*" est maintenu, mais écrit en italique pour signifier la nuance avec l'ancienne acceptation.

A - TRANSGRESSION ET RÉGRESSION

Il convient de préciser ces termes, tels qu'ils seront utilisés plus loin. Suivant VAIL *et al.* (1977, 1987), le terme transgression sera entendu ici comme le déplacement vers le continent de la ligne de rivage et par conséquent, des faciès littoraux qui lui sont associés.

La régression est le déplacement inverse de la ligne de rivage, vers le bassin. Autant les variations eustatiques du niveau marin sont synchrones car relevant d'un phénomène global à l'échelle planétaire, autant les phénomènes de transgression et de régression peuvent ne pas être synchrones, d'un bassin à un autre (YANSHIN, 1974 ; VAIL *et al.*, 1987, p. 1306). Ceci rejoint le point de vue de FERRY & RUBINO (1988, p. 20) qui distinguent une "régression de comblement", due au comblement lui-même ou à un exhaussement de la marge, d'une "régression eustatique" provoquée par la seule baisse du niveau marin.

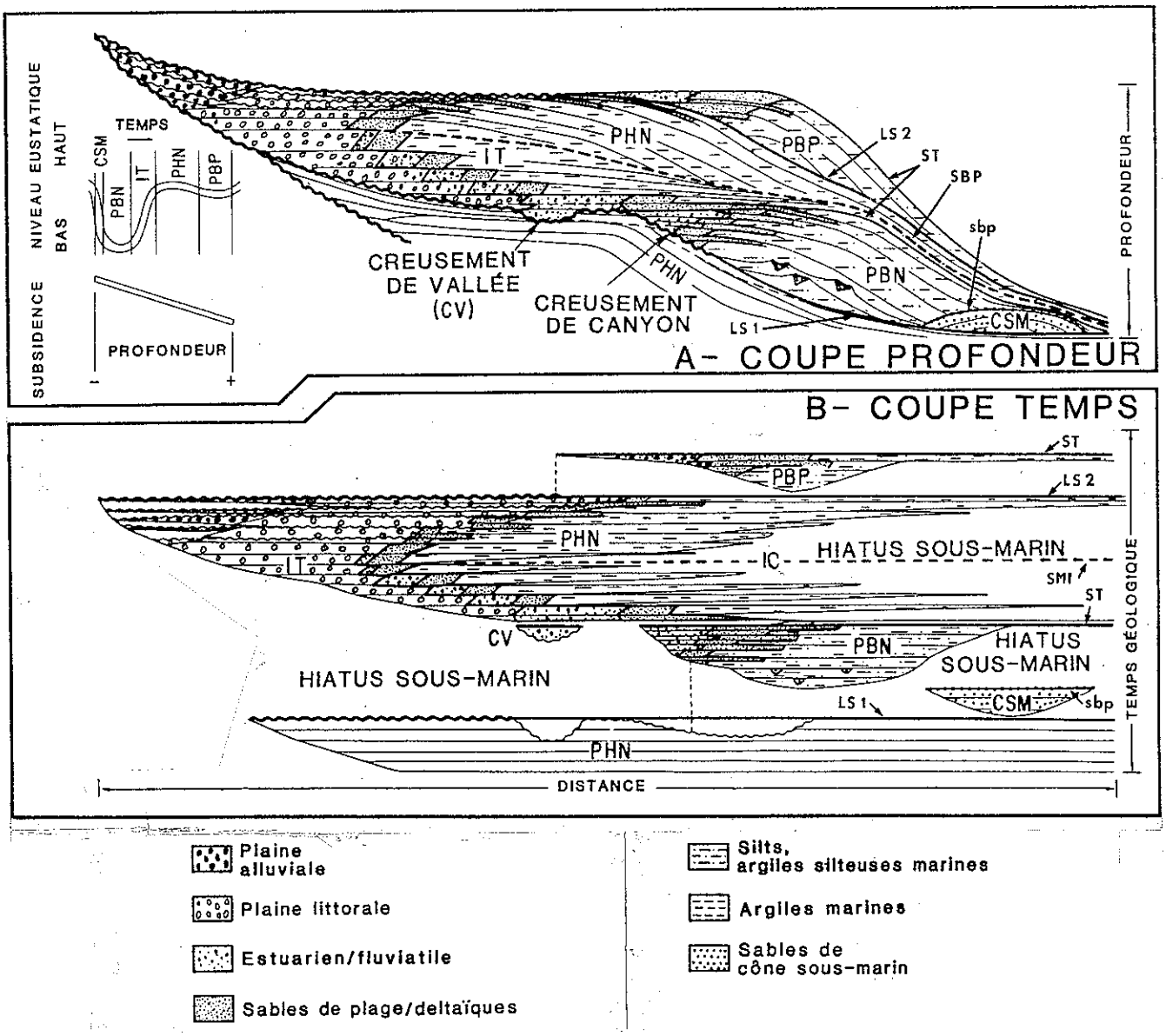


Fig. 2 : Modèle géologique de la stratigraphie séquentielle : séquence théorique de dépôt et surfaces de discontinuités en faciès détritique.

- **PHN** : prisme de haut niveau marin - **IT** : intervalle transgressif - **IC** : intervalle condensé - **PBP** : prisme de *bordure de plate-forme* - **PBN** : prisme de bas niveau - **CSM** : cône sous-marin - **LS1** : limite de séquence de type 1 - **LS2** : limite de séquence de type 2 - **SMI** : surface du maximum d'inondation - **SBP** : surface basale de progradation associée à un intervalle condensé - **sbp** : surface basale de progradation associée à un cône sous-marin - **ST** : surface de transgression. (d'après VAIL *et al.*, 1987).

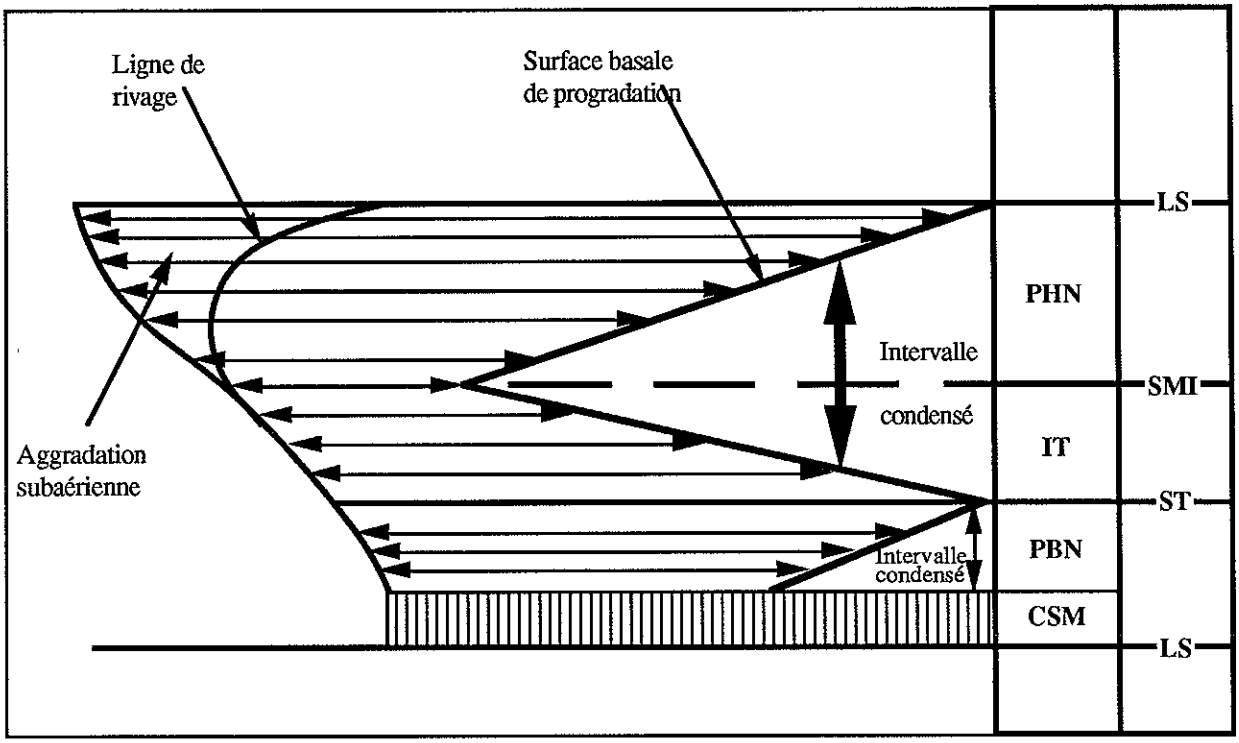


Fig. 2' : Schéma synthétique montrant la position des cortèges sédimentaires et des surfaces de discontinuité pour un cycle séquentiel de type 1 (d'après R. JAN DU CHENE, non publié).

Nous noterons sur ce schéma la présence d'un intervalle condensé dans le domaine distal durant la période de bas niveau marin. Non débattue ici, car de conception trop récente, l'existence de cet intervalle condensé est discutée dans les tout derniers cours de P. VAIL (Rice University, Houston, U.S.A.).

En général, le point de transgression maximale se situe en milieu de cycle eustatique, associé à l'extension maximale, en direction du continent, de la surface du maximum d'inondation et de l'intervalle condensé. Le point de régression maximale est atteint au sommet du prisme de bas niveau ou du prisme de *bordure de plate-forme*. Dans les dépôts profonds, les effets des transgressions/régressions sont en général très atténués, ce qui rend leur corrélation avec les autres bassins très difficile.

B - LES CORTÈGES SÉDIMENTAIRES

VAIL *et al.* (1987, p. 1307) définissent sous ce terme les associations synchrones de systèmes de dépôts. Cinq cortèges sédimentaires sont ainsi reconnus (fig. 2-2') :

- le **cortège de cône sous-marin** (CSM) est présent seulement dans le cas des séquences de type 1, c'est-à-dire lorsque la *bordure de la plate-forme* est exondée. Ce dépôt s'effectue durant la période où la baisse du niveau eustatique atteint sa vitesse maximale. Lié à une forte érosion de la *plate-forme* et du *talus* qui ont perdu leur profil d'équilibre, le cône sous-marin présente des faciès de haute énergie constitués de complexes chenalisés et de lobes généralement riches en sable.

- le **prisme de bas niveau marin** (PBN) apparaît lui aussi uniquement lors des cycles de type 1. Participant au comblement des vallées et des canyons creusés lors de la phase précédente, il se dépose lorsque le niveau marin eustatique est le plus bas, c'est-à-dire lorsque la

vitesse de remontée du niveau marin commence à augmenter. Son plus haut niveau ne peut dépasser le *rebord de la plate-forme*.

- l'**intervalle transgressif** (IT) se crée lors de la hausse du niveau eustatique, c'est-à-dire lorsque les vitesses de remontée du niveau marin sont les plus importantes. Il se manifeste par une série de paraséquences rétrogradantes (vers le continent) témoignant de l'approfondissement du milieu. Ceci contribue au piégeage des sédiments de plus en plus haut sur la *plate-forme*, induisant un très faible taux de sédimentation dans la partie distale du cortège transgressif et l'apparition de minéraux authigènes tels que glauconite, phosphorite, pyrite, sidérite ou dolomite (LOUTIT *et al.*, 1988, p. 186 ; VAIL *et al.*, 1990, p. 18).

- le **prisme de haut niveau** (PHN) se forme lorsque le niveau eustatique passe par un maximum. Ce cortège s'individualise par son allure générale progradante. Vers la fin de cette période, les progradations atteignent le *rebord de la plate-forme* puis le bassin par suite de l'avancée purement frontale des sédiments lorsqu'il ne se crée plus d'espace disponible.

- le **prisme de bordure de plate-forme** (PBP) est l'équivalent des cortèges de cône sous-marin et de bas niveau dans le cas des séquences de type 2. Comme le niveau marin ne s'abaisse pas au delà du *rebord de la plate-forme*, celle-ci reste stable, puisque non érodée, et piège les sédiments sur sa *bordure*. Progradant généralement au delà du *talus* de la séquence précédente, le prisme de *bordure de plate-forme* se développe lorsque le niveau eustatique est minimum, mais avec des vitesses de remontée eustatique croissantes.

C - LES SURFACES

Les cortèges sédimentaires sont encadrés par des surfaces de discontinuité dont quatre types sont distingués (fig. 2-2') :

- la **limite de séquence** (LS) est une surface de discordance qui passe latéralement à une surface de concordance (vers le bassin). Elle se marque au maximum de la vitesse de chute eustatique, lorsque le niveau marin relatif est au plus bas. Des limites de type 1 et de type 2 se distinguent selon que la *plate-forme* est exondée ou non au cours de la chute eustatique.

- la **surface de transgression** (ST) correspond à la première surface d'inondation. Elle sépare le prisme de bas niveau (cas des séquences de type 1) ou le prisme de *bordure de plate-forme* (séquences de type 2) du cortège transgressif. En direction du continent elle fini par se confondre avec la limite de séquence sous-jacente et peut alors être surmontée de dépôts continentaux.

- les **surfaces d'inondation** sont des limites de paraséquences dans les systèmes rétrogradants transgressifs. Elles sont souvent marquées par un changement de faciès vertical brutal entre des sédiments littoraux ou continentaux et des sédiments marins francs. La **surface du maximum d'inondation** (SMI) représente la limite physique entre les cortèges sédimentaires transgressifs rétrogradants et les prisme sédimentaires de haut niveau progradants. Dans le bassin et durant les cycles de type 2, cette surface est associées à l'intervalle condensé. Elle se présente généralement au sommet ou à la base d'un intervalle condensé, du à un très faible taux de sédimentation (LOUTIT *et al.*, 1988). En direction du continent, la surface du maximum d'inondation passe progressivement à une surface concordante et disparaît à

l'approche du rivage. Elle est marquée par de nettes troncations à sa base et des biseaux de progradation à son toit (VAIL *et al.*, 1990, p. 5).

- la **surface basale de progradation** (SBP) est visible presque exclusivement en sismique. Elle est délimitée à son sommet par les cortèges sédimentaires de haut niveau progradants. Dans le bassin et durant les cycles de type 2, la surface basale de progradation se situe au toit de l'intervalle condensé. En direction du continent, elle finit par se confondre avec la surface du maximum d'inondation. Dans le cas des séquences de type 1, cette surface n'est que rarement associée à un intervalle condensé et correspond au contact entre un cône sous-marin et le cortège progradant de bas niveau qui le surmonte. Les surfaces basales de progradation se reconnaissent difficilement sur le terrain ou en diagraphie, où leur identification tient surtout à la reconnaissance de l'intervalle condensé qui leur est le plus souvent associé.

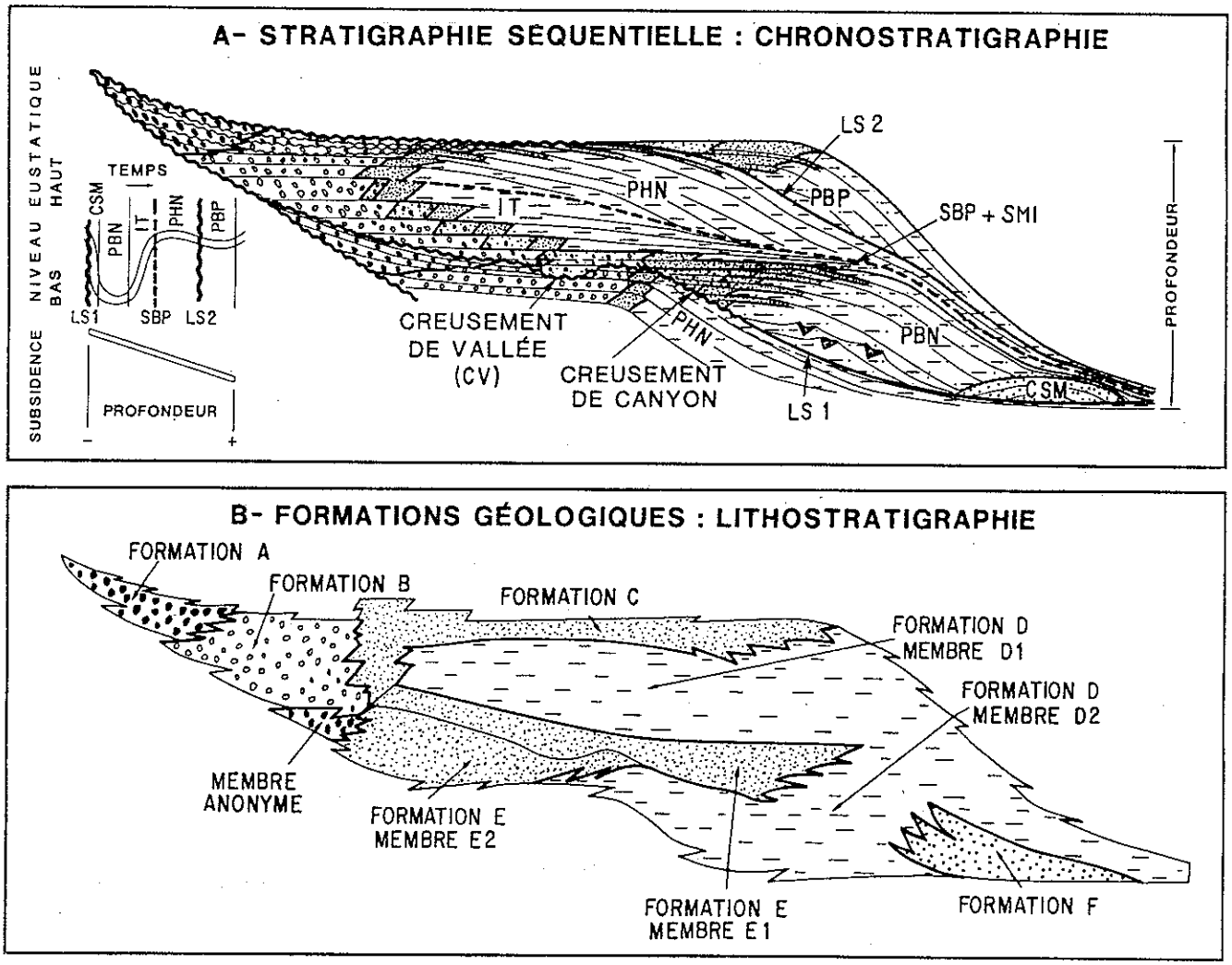


Fig. 3 : Comparaison entre l'interprétation chronostratigraphique de la stratigraphie séquentielle et les formations lithostratigraphiques de la géologie classique.

- **PHN** : prisme de haut niveau marin - **IT** : intervalle transgressif - **PBP** : prisme de *bordure de plate-forme* - **PBN** : prisme de bas niveau - **CSM** : cône sous-marin - **LS1** : limite de séquence de type 1 - **LS2** : limite de séquence de type 2 - **SMI** : surface du maximum d'inondation - **SBP** : surface basale de progradation associée à un intervalle condensé (d'après VAIL *et al.*, 1987).

Correspondances entre d'anciens termes utilisés en stratigraphie séquentielle et ceux nouvellement adoptés par VAIL *et al.*, 1990 :

Anciens termes anglosaxons	Traductions françaises	Nouveaux termes préconisés par VAIL *et al.*, 1990
shelf margin break	bordure de plate-forme	offlap break
transgressive surface	surface de trangression	top lowstand surface

IV - L'INTERPRÉTATION CHRONOSTRATIGRAPHIQUE

La figure 3 illustre la différence entre les schémas auxquels VAIL *et al.* (1987) parviennent par la stratigraphie séquentielle (A) et par l'interprétation lithostratigraphique (B). Les unités lithostratigraphiques sont définies par le guide stratigraphique international (HEDBERG, 1976) comme des ensembles de couches aux caractéristiques lithologiques communes et observables sur le terrain. Le concept de temps intervient très peu pour établir ou identifier les unités lithostratigraphiques ou leurs limites. Au contraire, la stratigraphie séquentielle n'est pas basée sur des variations lithologiques, mais sur des surfaces de discontinuité (ou leur équivalent en concordance) qui ponctuent des unités de dépôts génétiquement liées. Le fait que ces surfaces de discontinuités, décelables en sismique, soient assimilables à des lignes temps traduit tout l'intérêt que représente cette méthode.

- Les limites de séquences majeures (ex. LS126 à la base du Valanginien ; LS112 à la base de l'Aptien) sont corrélables à l'échelle globale (planétaire) parce qu'elles se produisent au point d'inflexion des chutes de la courbe eustatique, c'est-à-dire au moment où les baisses sont les plus rapides. Ce point d'inflexion est le point de datation le plus précis pour établir le synchronisme des discordances d'origine eustatique.

- Les surfaces de maximum d'inondation sont également de bonnes lignes temps (la base de l'Hauterivien en est un exemple). Leur âge, daté à l'endroit où elles passent à une surface de concordance près du littoral, peut théoriquement varier légèrement, de bassin à bassin, selon les taux de subsidence et d'apports sédimentaires (VAIL *et al.*, 1987, p. 1314).

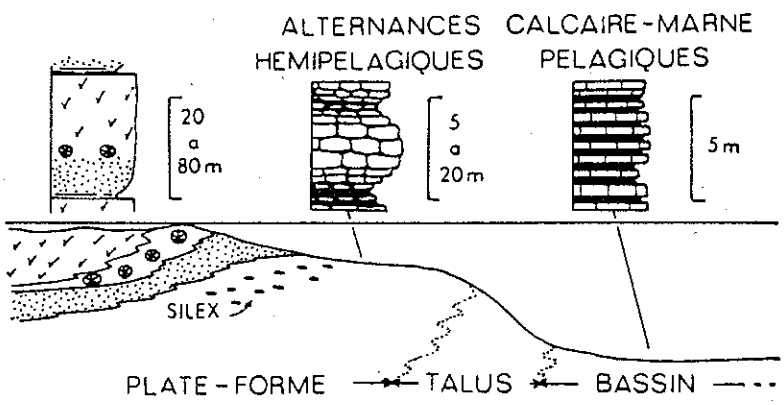


Fig. 4 : Passage des faciès de plate-forme aux faciès vaseux pélagiques avec les faciès intermédiaires de la plate-forme externe à sédimentation hémipélagique dans le domaine vocontien (*in* FERRY & MONIER, 1987 ; FERRY, 1988).

V - APPLICATION DE LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE AUX SYSTÈMES DE SÉDIMENTATION CARBONATÉE

Le modèle géologique de la stratigraphie séquentielle est conçu pour les systèmes à sédimentation clastique terrigène et reste très discret quant à son application aux dépôts carbonatés. Il apparaît cependant que la géométrie des dépôts carbonatés suit les prospectives du modèle de VAIL (*cf.* SARG, 1988). S'ajoutant aux trois paramètres définis plus haut comme contrôlant les variations des structures géométriques et des lithofaciès (tectonique, subsidence, apports sédimentaires), le climat joue lui aussi un rôle déterminant dans l'élaboration des séquences à sédimentation carbonatée (SARG, 1988, p. 155). L'eustatisme est cependant toujours considéré comme le paramètre prépondérant. FERRY & RUBINO (1989a, p. 9) s'accordent également à dire que les systèmes carbonatés et silico-clastiques semblent fonctionner de la même façon sous la contrainte eustatique.

FERRY et RUBINO ont essayé de transposer le modèle de VAIL aux systèmes de sédimentation carbonatée (FERRY & RUBINO, 1987a, 1988, 1989a, 1989b ; FERRY, 1988, 1990)(*cf.* fig. 4, 5),

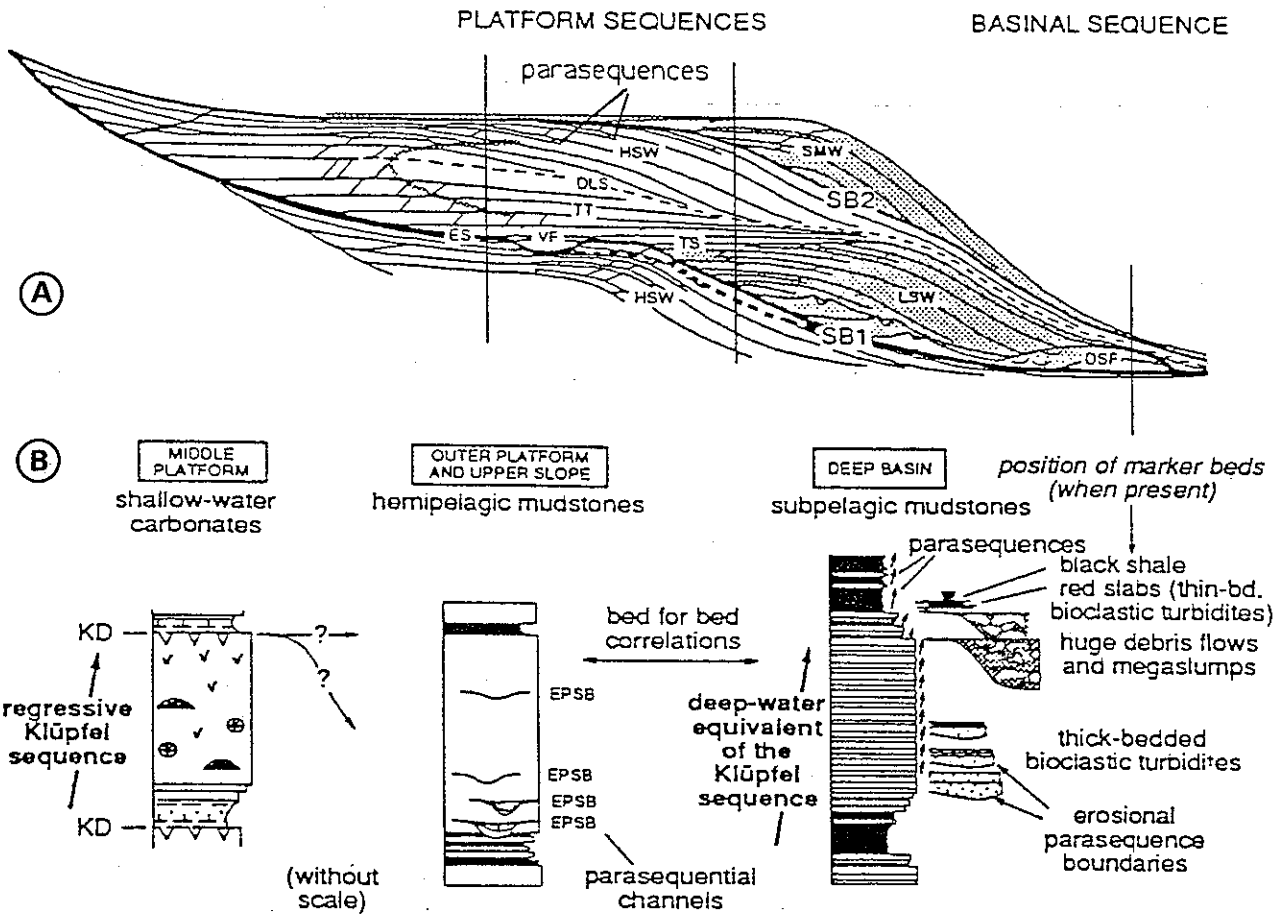


Fig. 5 : Position séquentielle des faciès marqueurs et des surfaces d'érosion en domaine de plate-forme externe et de talus (**A**), comparée à l'évolution des séquences klüpféliennes (cyclicité du 3ème ordre selon HAQ *et al.*, 1987a) de la plate-forme carbonatée au bassin (**B**). (d'après FERRY & RUBINO, 1989a et 1989b).

- **KD** : discontinuité de KLÜPFEL - **HSW** : prisme de haut niveau marin - **TT** : cortège transgressif - **SMW** : prisme de bordure de plate-forme - **LSW** : prisme de bas niveau - **DSF** : cône sous-marin - **SB1** : limite de séquence de type 1 - **SB2** : limite de séquence de type 2 - **DLS** : surface basale de progradation associée à un intervalle condensé - **TS** : surface de transgression - **VF** : creusement de vallée.

mais, comme grand nombre de leurs prédécesseurs, ils ont tout d'abord corrélé, à lithologie équivalente, les niveaux marneux de la base des séquences klüpféliennes de plate-forme[1] avec les faisceaux à dominante marneuse de la plate-forme externe et du bassin, et les calcaires du sommet des séquences de plate-forme avec les faisceaux à dominante calcaire du bassin (*op. cit.*, 1987a, 1988). Cette interprétation (*cf.* fig. 6A, C) aboutissait à un bon synchronisme entre les détériorations climatiques (marquées par la dérive vers les marnes des sédiments de bassin) et les phases d'abaissement du niveau marin, mais ne laissait que très peu de place pour le prisme de bas niveau marin, alors réduit aux marnes de base de la séquence klüpfélienne de bassin (FERRY & RUBINO, 1989a), ou auquel peuvent s'ajouter les slumps ou les coulées boueuses (FERRY & RUBINO, 1989b)(*cf.* fig. 6A, C). Avec cette interprétation, la discontinuité de KLÜPFEL est systématiquement corrélée avec la limite de séquence *sensu* VAIL *et al.* (1987) et cela revient à considérer la base des calcaires de plate-forme comme étant la surface basale de progradation du prisme de haut niveau (FERRY & RUBINO, 1989a, p. 9). Bien que toujours citée (FERRY & RUBINO, 1989a, 1989b ; MAGNIEZ-JANNIN & JACQUIN, 1990), cette interprétation tend à tomber en désuétude : une récente reconsidération de ces problèmes par FERRY & RUBINO (1989a, 1989b), FERRY (1990), ainsi qu'une confirmation de leurs résultats apportée par des arguments paléontologiques (MAGNIEZ-JANNIN & JACQUIN, 1990) amènent à une nouvelle vision des correspondances entre les séquences de KLÜPFEL et celles du modèle de VAIL en milieu carbonaté.

A - SUR LA PLATE-FORME INTERNE

Toutes les surfaces remarquables prévues par le modèle de VAIL sont reconnaissables (FERRY & RUBINO, 1988, p. 20), cependant leur caractérisation et leur identification dépendent fortement de l'interprétation que l'on donne à ces discontinuités ainsi que de la façon dont sont corrélées les séquences de KLÜPFEL avec les séquences de VAIL. Un grand discernement est impératif, car sur la plate-forme interne – en dehors des chenaux creusés en période de bas niveau marin – toutes ces surfaces peuvent se confondre (FERRY & RUBINO, 1988, p. 20).

- FERRY & RUBINO (1989a, 1989b) retiennent deux interprétations, la seconde leur semblant mieux répondre à la grande majorité des cas :

1) La limite de séquence, *sensu* VAIL, est ainsi placée au toit des calcaires de la séquence klüpfélienne (fig. 6D). La surface de transgression est souvent confondue avec la surface d'inondation car le cortège transgressif n'est pas toujours présent (FERRY & RUBINO, 1989a, p. 9). La surface d'inondation est donc toujours la surface la plus nette.[2]

---

1) Notons que, pour S. FERRY (communication personnelle), la limite distale de la plate-forme est marquée par la fin des faciès carbonatés peu profonds (c'est-à-dire par la disparition des faciès bioclastiques) et par le début des faciès hémipélagiques. Ce point de vue semble donc placer la limite distale de la plate-forme au delà de l'"*offlap break*", donc plus au large que la récente conception de VAIL *et al.*, 1990 (*cf.* plus haut).

2) Une telle interprétation laisse supposer que la surface d'inondation *sensu* FERRY & RUBINO est l'équivalent de la surface du maximum d'inondation au sens de VAIL et de ses collaborateurs.

Le cortège trangressif est défini par VAIL et ses collaborateurs (*cf.* plus haut) comme l'ensemble des faisceaux rétrogradants. Bien visibles sur des coupes sismiques et, exceptionnellement, sur des affleurement très étendus, les structures rétrogradantes du cortège transgressif sont très rarement observables sur le terrain. Pour FERRY & RUBINO, le sommet de l'intervalle transgressif se marque, sur le terrain, par l'expression d'une nette augmentation du milieu de dépôt (S. FERRY, communication personnelle).

S'ajouttant à la remarque précedente (*cf.* p. 12) concernant les limites de la plate-forme carbonatée, ces considérations tendent à montrer que la terminologie adoptée par S. FERRY et J.-L. RUBINO diffère sensiblement de celle utilisée par P. VAIL et ses collaborateurs. En ce qui concerne la stratigraphie séquentielle, il apparaît possible que ces derniers auteurs aient une

2) S'applicant aux cortèges de bas niveau marin du type prisme de bordure de plate-forme, cette interprétation se veut représentative de la majorité des cas de figures : la limite de séquence est placée sous la partie supérieure de la séquence klüpfélienne de bassin comme de celle (toute entière ?) de plate-forme (fig. 6E).

Il semble donc que pour interpréter les carbonates d'eau peu profonde en termes de niveau marin relatif, FERRY & RUBINO (1989b) estiment que les calcaires de la séquence klüpfélienne sont à considérer comme se déposant : soit en période de bas niveau marin [cas se présentant sur la plate-forme médiane et (?) la plate-forme interne] ; soit en période de haut niveau marin (cas intéressant uniquement la plate-forme interne). Dans le premier cas, les calcaires reposent alors sur la limite de séquence ; dans le second, ils reposent sur la surface basale de progradation.

Pour FERRY & RUBINO (1989b), cette solution double s'accorde avec le fait qu'il y a le même nombre de séquences klüpfféliennes en milieu distal que proximal. Si cette interprétation est correcte, la progradation des carbonates d'eau peu profonde sur la plate-forme est, pour un cycle du 3ème ordre, principalement due à la chute du niveau marin relatif qui force le déplacement vers le bassin des cortèges paraséquentiels de bas niveau. Selon FERRY & RUBINO (*op. cit.*, p. 32), la limite de séquence serait ainsi la surface la plus difficile à placer dans le système de dépôt. Elle aurait à être choisie parmi une des limites de paraséquences au sein d'une série rétrogradant vers le bassin : par exemple quelque part au sein de la transition marne-calcaire de la séquence klüpfélienne de plate-forme.

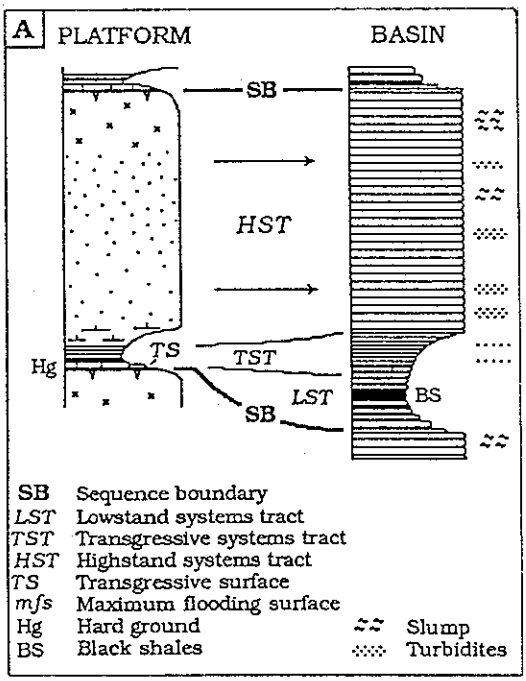
Avec cette interprétation, le refroidissement climatique nécessaire pour expliquer la chute des carbonates planctoniques coïncide avec la transgression, mais pas avec le bas niveau marin. Pour argumenter ce fait, FERRY & RUBINO (*ibid.*) notent que des arrivées d'Ammonites "froides" dans le SE de la France se produisent presque toujours dans ce qu'ils nomment le cortège transgressif des séries de bassin (fig. 7). Il est exact que des arrivées de faunes boréales ont été enregistrées dans les sédiments téthysiens nord-occidentaux, mais aucune étude similaire n'a été faite dans le domaine boréal pour voir si des arrivées de faunes téthysiennes se manifestaient aux mêmes moments. L'argument utilisé par FERRY & RUBINO (*ibid.*) manque donc de fondement.

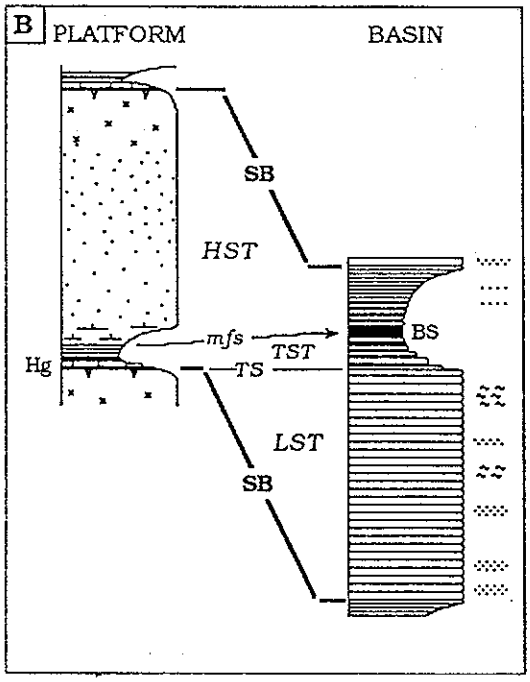
Pour FERRY (1990), la plupart des progradations des carbonates proximaux représente le cortège de bas niveau plutôt que la fin du cortège progradant de haut niveau.

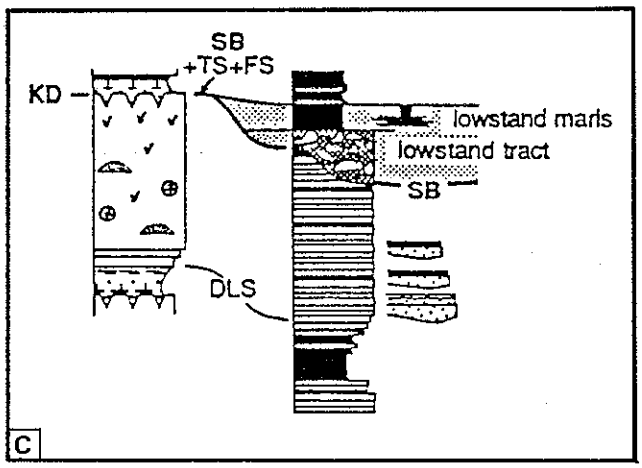
- Pour MAGNIEZ-JANNIN & JACQUIN (1990) la discontinuité à la base de la séquence klüpfélienne est l'équivalent du prisme de bas niveau marin présent dans le bassin. Cette discontinuité regroupe donc la limite de séquence (*sensu* VAIL) et la surface de transgression (*cf.* fig. 6B). Ce point de vue rejoint l'interprétation "1)" de FERRY & RUBINO ci-dessus.

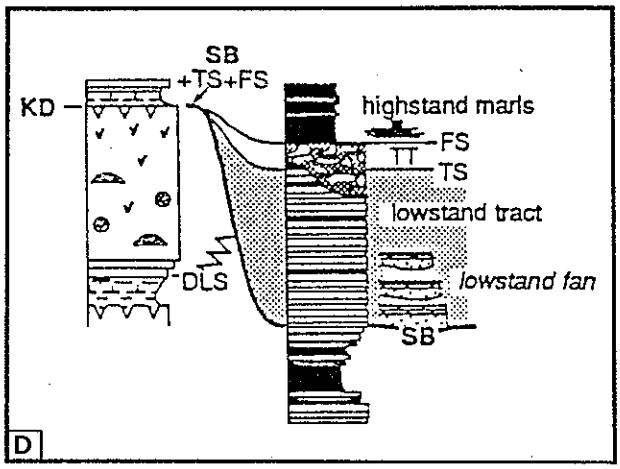
---

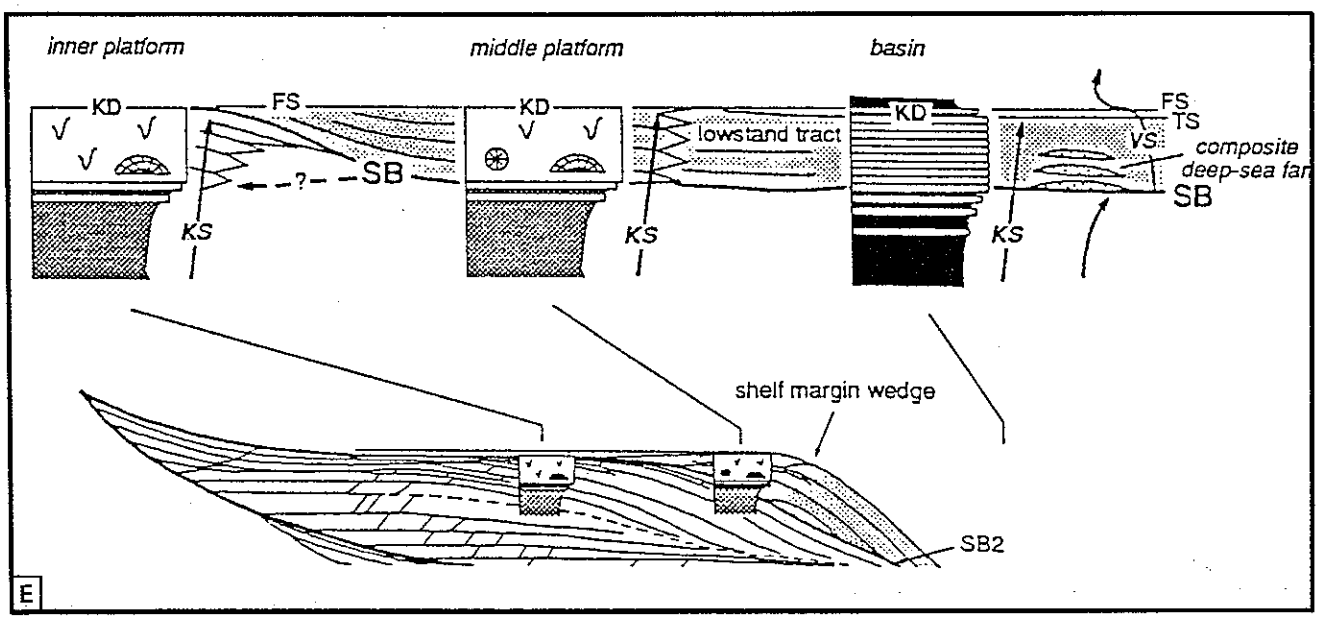
interprétation personnelle des abréviations et de la terminologie du concept de VAIL. Les termes utilisés au cours de cette section sont ceux employés par S. FERRY et J.-L. RUBINO ; leur homonymie avec la terminologie de VAIL n'implique donc pas une similitude systématique de leurs définitions.











Cortège de haut niveau marin

Cortège de bas niveau marin

- **SB** : limite de séquence - **LST**: cortège de bas niveau marin - **TST** : cortège transgressif - **HST** : cortège de haut niveau - **TS** : surface de transgression - **mfs** : surface d'inondation maximale - **Hg**: surface durcie - **BS** : "black shales".

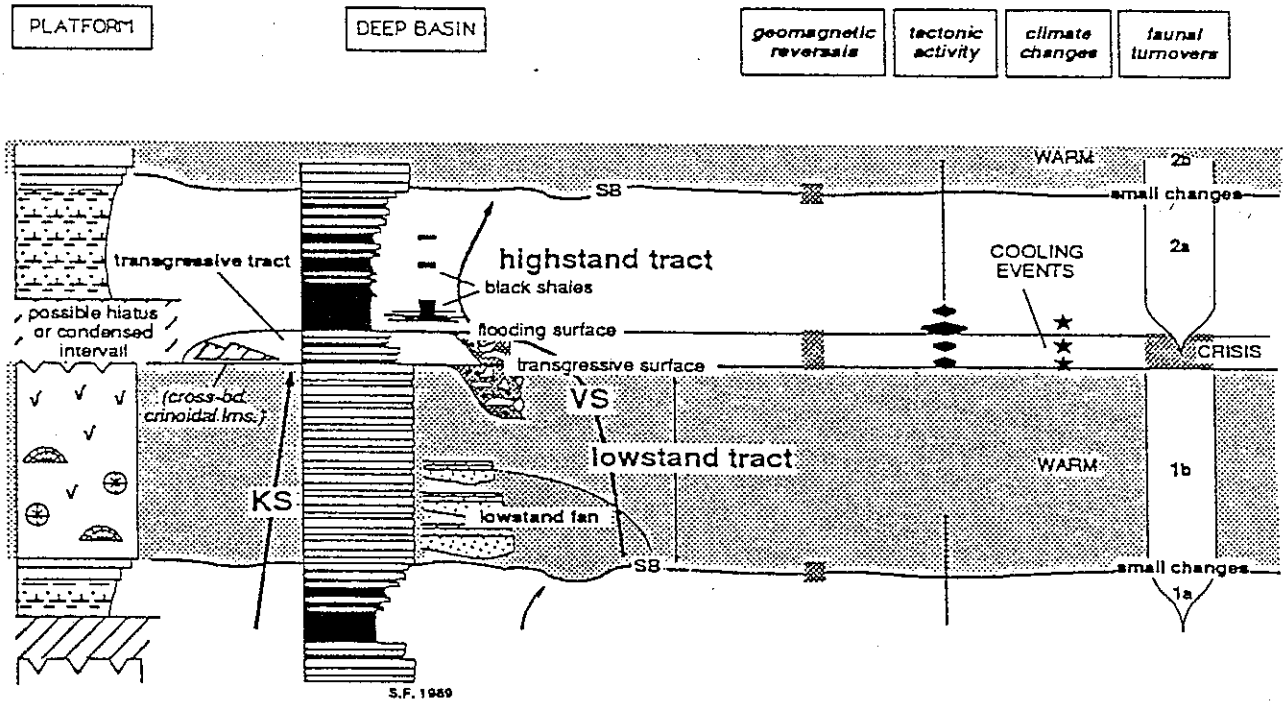


Fig. 7 : Schéma montrant les relations entre la séquence de KLÜPFEL et la séquence de VAIL, ainsi que les synchronismes entre des événements tels que les inversions paléomagnétiques, activité tectonique, changements climatiques, changements faunistiques, au sein d'un cycle de 3ème ordre. (*in* FERRY & RUBINO, 1989b).

B - SUR LA PLATE-FORME EXTERNE

S'appuyant sur des travaux de CHAMEROIS & FERRY (en cours), FERRY & RUBINO (1988, p. 22) estiment qu'en domaine de plate-forme externe hémipélagique, la limite de séquence se traduit par une surface d'érosion qui passe dans la partie sommitale de la séquence marno-calcaire klüpfélienne et non à son toit.

C - EN DOMAINE PÉLAGIQUE

Il semble maintenant bien établi que dans le bassin, et pour les cycles de 3ème ordre, les limites de séquences *sensu* VAIL se placent à la base des faisceaux calcaires (FERRY & RUBINO, 1989a, p. 9, 1989b, p.31 ; FERRY, 1990 ; MAGNIEZ-JANNIN & JACQUIN, 1990, p. 266) et que les séries à dominante marneuse représentent les périodes de haut niveau marin.

A l'instar de P. VAIL (communication personnelle), FERRY & RUBINO (1989b, p. 31) estiment que puisque les maxima d'approvisionnements bioclastiques (turbidites) en domaine

---

Fig. 6 : Différentes interprétations pour le positionnement des discontinuités de la stratigraphie séquentielle. **A, C** : Correspondance brute entre séquence klüpfélienne de plate-forme carbonatée et de bassin. Pour cette interprétation, il est admis que les calcaires de plate-forme se sont déposés en haut niveau marin et qu'il y a correspondance entre ces calcaires et ceux de plate-forme externe et de bassin. - **B** : Selon les concepts de la stratigraphie séquentielle. -**D** : La limite de séquence est placée dessous les calcaires pélagiques plutôt qu'à leur sommet. Dans ce cas, les coulées boueuses représentent l'effondrement du cortège de bas niveau durant la transgression. - **E** : La limite de séquence est placée sous la partie supérieure de la séquence klüpfélienne de bassin et (pas forcément dans sa totalité) de plate-forme. (**A-B** *in* MAGNIEZ-JANIN & JACQUIN, 1990) ; (**C-D** *in* FERRY & RUBINO, 1989a et 1989b) ; (**E** *in* FERRY & RUBINO, 1989b).

profond sont toujours à la base des calcaires de la séquence klüpfélienne de bassin, on peut penser qu'ils représentent l'éventail sous-marin de bas niveau. De plus, la transition souvent brusque, si elle n'est pas de nature érosive au contact entre les marnes et les calcaires dans la séquence klüpfélienne, est, sur la pente mais également en milieu profond, un autre argument pour placer la limite de séquence sous les calcaires de bassin plutôt qu'à leur sommet.

FERRY & RUBINO (1988, p. 23) considèrent que les écoulements gravitaires sont imputables à une déstabilisation brutale des talus, due à une baisse du niveau marin plutôt qu'à un effondrement, d'origine tectonique, de la marge. Pour VAIL et ses collaborateurs les niveaux affectés par des phénomènes de slumping se trouvent au-dessus des limites de séquences. Pour FERRY & RUBINO (1989a, p. 9), les grands écoulements sous-marins (coulées boueuses, mégaslumps) sont plutôt localisés dans ou à la fin du cortège transgressif de bassin.

D'autre part, les interprétations de FERRY & RUBINO (*op. cit.*) sont corroborées par celles de MAGNIEZ-JANNIN & JACQUIN (1990) qui constatent que, pour le Crétacé inférieur vocontien, les séquences biotiques basées sur l'évolution des assemblages de Foraminifères se calquent sur les séquences sédimentaires définies selon les concepts de la stratigraphie séquentielle et non pas sur le découpage reposant sur les concepts de la lithostratigraphie, et ce, tant pour les cycles à long terme ($2^{ème}$ ordre) que ceux à court terme ($3^{ème}$ ordre). Ces assemblages ont permis de confirmer le fait qu'en domaine de bassin les séquences à dominante calcaire correspondent aux périodes de bas niveau marin relatif et les séquences à dominante argileuse correspondent aux périodes de haut niveau marin relatif.

S'appuyant sur des observations faites dans le Néogène du Pacifique, HAQ *et al.* (1987a, pp. 1164-1165) proposent l'hypothèse suivante, permettant d'expliquer les rapports entre haut niveau/bas niveau marin eustatique et les hiatus sédimentaires en milieu marin profond, souvent associés à des intervalles condensés donnant de bons réflecteurs sismiques.

«..Durant la période de haut niveau marin, après une forte remontée du niveau eustatique, les sédiments terrigènes sont piégés sur la plate-forme interne, "affamant" la plate-forme externe et le talus. La rétention de carbonates sur la plate-forme interne peut entraîner la réduction du taux de carbonates dissous dans l'eau de mer, induisant une remontée de la profondeur de compensation des carbonates (**CCD**) pouvant conduire à une dissolution accrue dans la partie la plus profonde des bassins. Cette réduction du taux de carbonates durant une phase de haut niveau marin expliquerait la corrélation entre les hiatus par dissolution et les intervalles condensés (période d'inondation maximum du plateau). La remontée du niveau marin conduirait également à une homogénéisation climatique et à l'élargissement des gradients thermiques latitudinaux, qui tour à tour aboutirait à une activité courantologique réduite en surface et sur les fonds marins.

Inversement, après une chute marquée du niveau marin, la plate-forme interne est dégagée et les sédiments sont directement transportés vers la plate-forme externe ou le talus. L'augmentation résultante du taux de carbonates dans l'eau de mer, ainsi que l'abaissement de la CCD réduiraient la dissolution des carbonates. Mais l'hétérogénéité climatique et le rétrécissement du gradient thermique durant la phase de bas niveau marin amèneraient une circulation intensifiée et une activité des eaux de fond accrue, causant une vaste érosion sur le substratum marin. Ce processus explique la correspondance entre les hiatus érosionels et les limites de séquences..»

D - CONCLUSIONS

La dérive générale vers les marnes durant les périodes de haut niveau marin soulève un problème intimement lié à celui des causes des variations propres du niveau marin. Rejoignant l'hypothèse de base de SARG (1988, p. 155), FERRY & RUBINO (1989a, p. 10) estiment que la cause de cette dérive n'est pas seulement eustatique mais également climatique : si le budget en carbonate du domaine de bassin est lié aux variations du flux de boues de péri-plate-forme en direction du bassin, la composante carbonatée d'origine planctonique est, elle, sous la dépendance du climat.

Si le modèle actuellement adopté se révèle correct, la transgression, au niveau séquentiel de 3ème ordre, devrait correspondre à une détérioration climatique.

Paradoxalement, l'étude des variations cycliques calcaire-marne de vases quaternaires atlantiques montre que dans ce type d'alternance, les calcaires se déposent sous un climat chaud, alors que les marnes se déposent sous des températures moins clémentes (FERRY & PASTOURET, 1982 ; FERRY *et al.*, 1985). La transposition de ces observations aux séries anciennes se heurte donc à un problème encore non élucidé.

A partir de l'étude comparée des variations du $\partial^{18}O$ des carbonates et des épaisseurs de doublets "calcaire-marne" (= banc calcaire + interbanc marneux) mésozoïques , FOUCAULT & RENARD (1987) montrent la correspondance entre les augmentations d'épaisseur de ces doublets et une élévation de la température des eaux marines. Couplées avec des analyses paléontologiques, sur la répartition des flores ou des faunes dans les séquences de dépôt, de telles études apporteront peut-être une réponse qui permettra alors de choisir entre un forçage tectonique ou climatique des mouvements eustatiques à cette fréquence. Signalons que ce type d'investigation a déjà été entrepris par DARMEDRU (1982b).

FERRY & RUBINO (1989a, p. 10) notent une remarquable homogénéité de fonctionnement à travers la hiérarchie des cycles : dans les séries de plate-forme externe et de bassin, le modèle présenté ci-dessus s'applique aussi bien aux paraséquences composant les séquences de 3ème ordre, qu'aux séquences de 2ème ordre où les séquences de 3ème ordre jouent le rôle de paraséquences.

Cette homogénéité est totalement rompue lorsqu'on s'adresse aux cycles situés dans la bande de fréquence de MILANKOVITCH (alternances "calcaire-marne", centrées sur une fréquence de l'ordre de 21.000 ans). Pour ces derniers, une induction externe (glacio-eustatisme lié aux variations de l'orbite terrestre) est souvent suggérée. Comme nous l'avons vu ci-dessus, le couplage entre les baisses du niveau marin et les refroidissements climatiques n'est pas applicable aux cycles plus longs, du moins avec ce type d'interprétation.

VI - LE DIAGRAMME DES VARIATIONS EUSTATIQUES

Après avoir effectué de part le monde (d'après l'analyse de profils sismiques, de forages ou d'affleurements) le recensement des surfaces de discontinuité significatives à l'échelle globale pour tout le Phanérozoïque supérieur, VAIL et ses collaborateurs ont synthétisé les informations acquises sur une charte ou diagramme des variations eustatiques. Ces chartes sont périodiquement mises à jour, affinées, au fur et à mesure que de nouvelles informations — tant dans la reconnaissance de

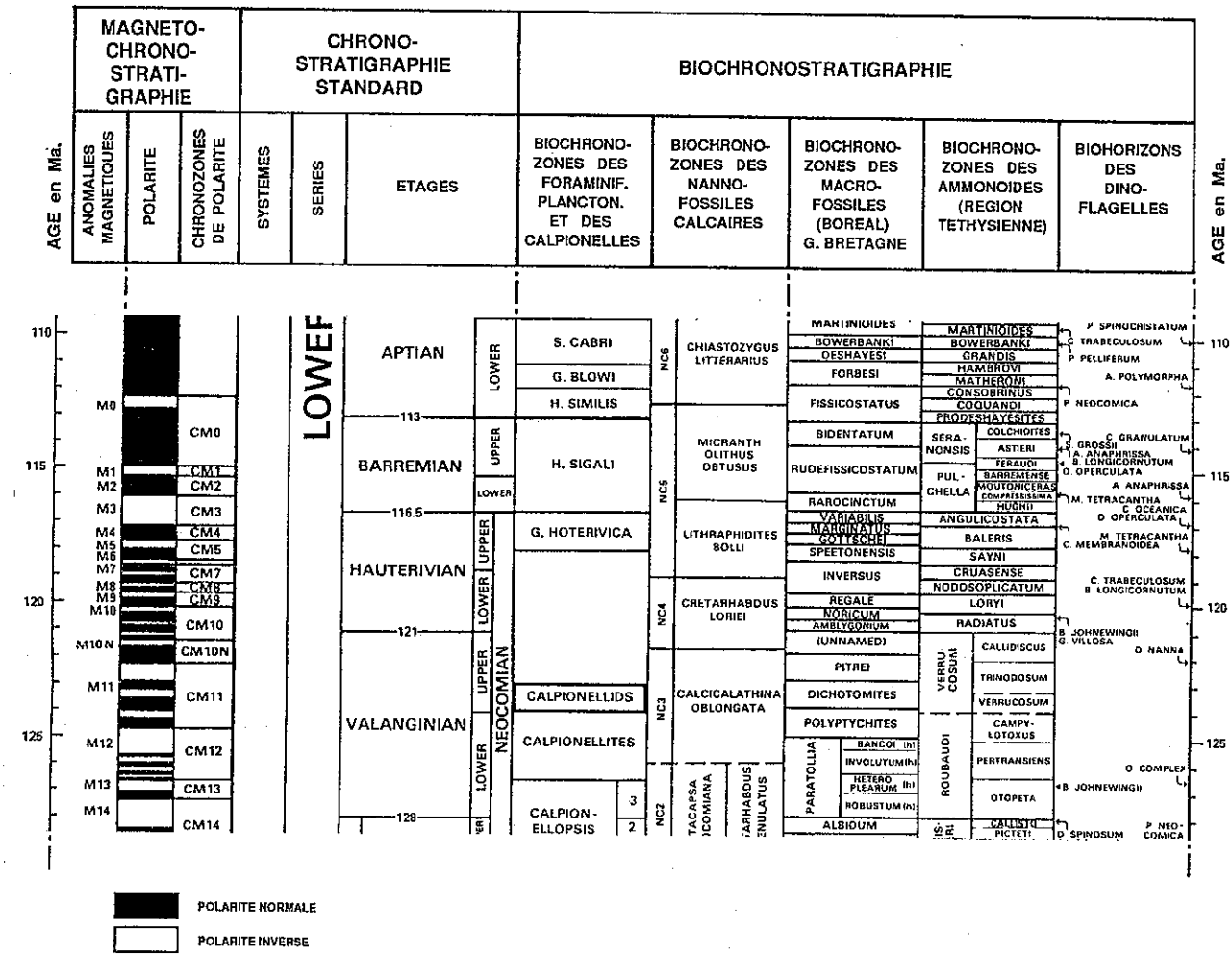


Fig. 8 : Extrait du diagramme des cycles eustatiques du Jurassique terminal - Crétacé (d'après HAQ *et al.*, 1987b).

nouvelles séquences que sur le plan biostratigraphique, sédimentologique, sismique, *etc.* — viennent compléter la dernière version (*cf.* VAIL *et al.*, 1977 ; VAIL & HARDENBOL, 1979 ; VAIL & TODD, 1981 ; VAIL *et al.*, 1984 ; HARDENBOL *et al.*, 1981 ; VAIL *et al.*, 1987 ; HAQ *et al.*, 1987a, 1987b). La description et le mode d'utilisation de ces chartes sont exposés par HAQ *et al.* (1987a, 1987b).

A titre d'exemple, seulement une portion du diagramme des variations eustatiques sera illustrée ici (fig. 8). Cinq parties sont individualisées, toutes ramenées à une échelle temps commune (en ordonnée algébrique) exprimée en millions d'années (Ma).

- Les trois premières parties (à gauche du diagramme) rappellent les données connues concernant : la magnétostratigraphie ; le découpage en systèmes et étages de la stratigraphie classique maintenant standardisée ; la biostratigraphie, basée sur la répartition de plusieurs groupes paléontologiques (Foraminifères planctoniques, Calpionelles, Nannofossiles calcaires, Ammonites, Dinoflagellés) avec, pour les Ammonites la distinction entre différentes provinces paléogéographiques (domaine boréal, domaine téthysien).

- La quatrième partie comprend la courbe d'aggradation côtière et son intégration dans les

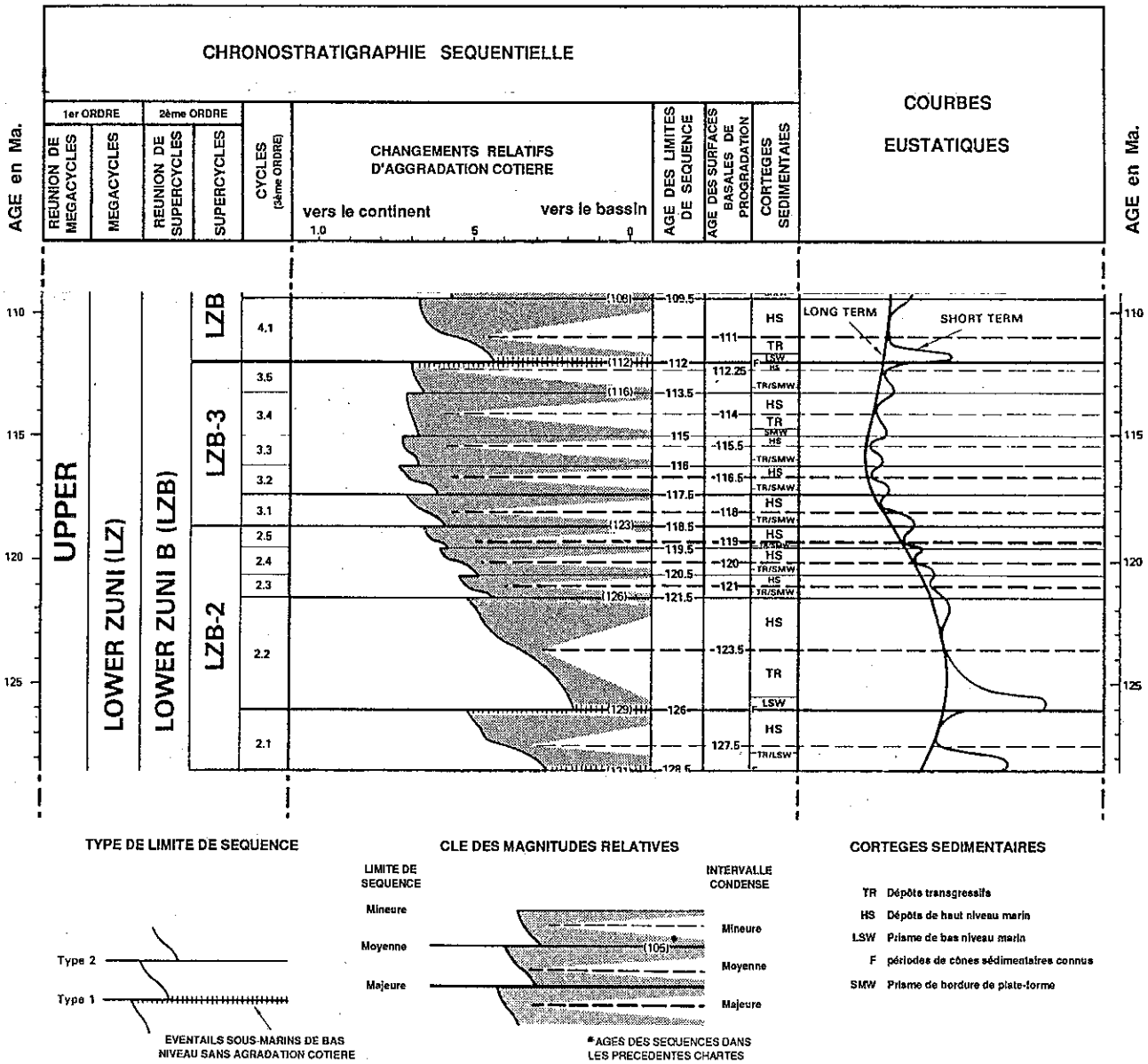


Fig. 8 : (suite).

cycles de premier, second et troisième ordre. A droite de cette courbe sont indiqués les âges des surfaces de discontinuité et les cortèges sédimentaires qu'elles délimitent. Les intervalles condensés et le type des séquences (type 1 ou 2) sont représentés directement sur la courbe d'aggradation côtière.

- La cinquième et dernière partie illustre la courbe des variations eustatiques du niveau marin, incluant les cycles courts et les cycles longs. La méthode utilisée pour la construction de ces courbes est expliquée par HARDENBOL *et al.* (1981, pp. 38-43) qui intègrent des données telles que la paléobathymétrie ou la subsidence thermo-tectonique.

Ce sont ces deux dernières parties du diagramme des cycles eustatiques qui supportent la principale faiblesse que reconnaissent HAQ *et al.* (1987a, p. 1156) au modèle de VAIL : en l'occurrence l'absence de correction précise pour la subsidence locale et régionale, donnant une estimation de l'espace d'accomodation plus ou moins fidèle, induisant par voie de conséquence une

erreur potentielle dans l'estimation de la magnitude des hausses et des baisses globales du niveau marin.

VII - APPLICATION DE LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE AU CRÉTACÉ INFÉRIEUR (PRO PARTE) VOCONTIEN

Parmi les études visant à tester ou affiner le modèle de VAIL, plusieurs ont été réalisées dans le bassin vocontien (FERRY, 1988 ; RUBINO, 1988 ; FERRY *et al.*, 1988 ; FERRY & RUBINO, 1987a, 1988, 1990 ; MAGNIEZ-JANNIN & JACQUIN, 1990...) dont FERRY & RUBINO (1989a, p. 10) estiment qu'on dispose là «d'une des meilleures séries mésozoïques au monde», présentant l'intérêt de «pouvoir corriger et/ou affiner jusqu'au niveau des paraséquences hectomillénaires, la courbe de HAQ *et al.* (1987)».

Réparties sur deux coupes, les séries qui font l'objet de cette étude représentent un intervalle de temps compris entre le Valanginien supérieur (zone à *Callidiscus*) et le Barrémien inférieur (zone à *Compressissima*).

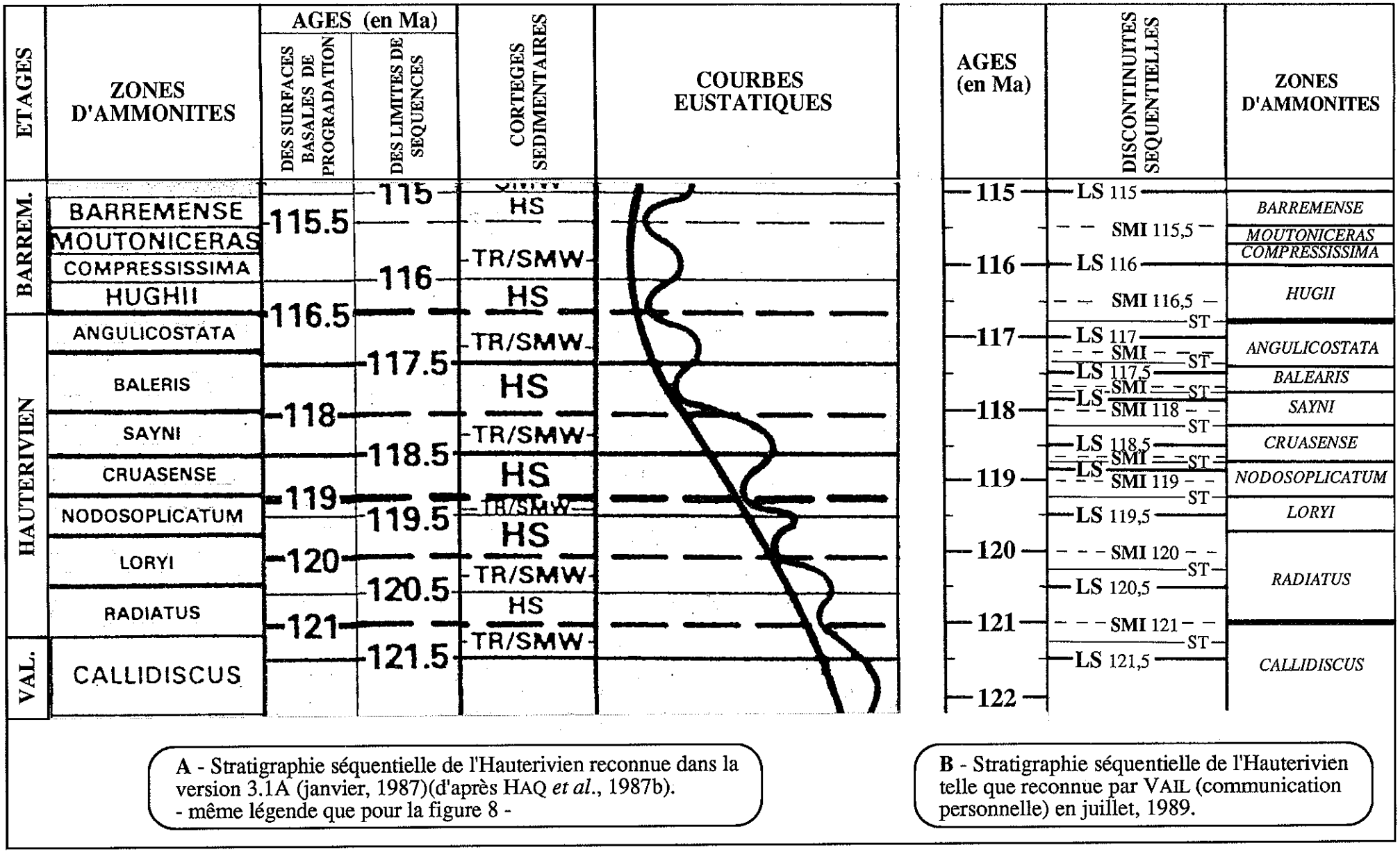
D'après la courbe des variations eustatiques du niveau marin (*cf.* fig. 8), on voit que l'Hauterivien s'inscrit dans un supercycle séquentiel d'ordre 2, encadré par deux limites de séquences de type 1 [respectivement LS128,5 (Berriasien terminal) et LS112 (Aptien inférieur)].

Dans le domaine vocontien, les carbonates sont épais et dominants depuis le Jurassique terminal jusque dans le courant du Berriasien. Une sédimentation à dominante marneuse s'installe ensuite, le maximum de cette tendance étant situé dans le Valanginien supérieur (zone à *Verrucosum*). Les carbonates ne redeviennent dominants qu'à partir de l'Hauterivien supérieur. Cette dominance se maintient jusque vers la base de l'Aptien. Nous appuyant sur la courbe eustatique à long terme (*cf.* fig. 8), nous pouvons considérer que, au sein du supercycle d'ordre 2, l'Hauterivien se place dans la phase de remontée du niveau marin, dont la surface du maximum d'innondation se situe probablement au niveau de la zone à *Cruasense* (fin de l'Hauterivien inférieur).

Durant toute la période qui nous intéresse ici (Valanginien terminal - Barrémien inférieur), aucune des limites de séquences reconnues n'appartient à un cycle de type 1 : donc, aucune exondation de la *plate-forme* ne s'est opérée durant ce laps de temps.

Sur la version illustrée ici (version 3.1A de janvier 1987)(*cf.* fig. 8) 4 limites de séquence (de 3ème ordre) sont reconnues pour l'ensemble de l'Hauterivien, alors qu'à l'heure actuelle, il est important de souligner que 7 ont été recensées par P. VAIL pour cet étage. En 1987, ces limites nouvellement acceptées n'étaient jusqu'alors pas considérées comme ayant une valeur globale, mais le fait qu'elles aient été identifiées, depuis, sur plusieurs coupes éloignées [Ardèche (Buissières, ce mémoire) ; Alpes-de-Haute-Provence (Vergons, ce mémoire) ; Suisse (Châtel-Saint-Denis, POURTOY, 1989) ; Espagne du Sud (P. VAIL, communication orale)], montre qu'elle peuvent être considérées comme des séquences de 3ème ordre.

Ce point de vue est partagé par B. CLAVEL (communication personnelle) qui observe le même nombre de limites de séquences, avec les mêmes positions stratigraphiques dans tous le domaine vocontien et péri-vocontien. Le détail de ce nouveau cadre chronostratigraphique séquentiel est reporté sur la figure 9.



A - Stratigraphie séquentielle de l'Hauterivien reconnue dans la version 3.1A (janvier, 1987)(d'après HAQ *et al.*, 1987b).
- même légende que pour la figure 8 -

B - Stratigraphie séquentielle de l'Hauterivien telle que reconnue par VAIL (communication personnelle) en juillet, 1989.

Fig. 9 : Evolution du nombre et de la position des limites de la stratigraphie séquentielle pour l'Hauterivien, depuis la version 3.1A (de janvier 1987).

En ce qui concerne l'aspect climatique des cycles de 3ème ordre, les séquences carbonatées du domaine vocontien peuvent être considérées comme des séquences "climato-eustatiques" (FERRY & RUBINO, 1987b), au déterminisme mixte, où baisses du niveau marin et détériorations climatiques semblent en phase (FERRY & RUBINO, 1988, p. 24).

L'hypothèse reprise par HAQ *et al.* (1987a, pp. 1164-1165) pour expliquer la présence des faisceaux à dominante marneuse (*cf.* plus haut, p. 20) n'est pas satisfaisante pour les coupes de Vergons et des Buissières, car leur sédimentation s'est effectuée nettement au dessus de la CCD. En effet, il n'y a, au sein des faisceaux marneux du domaine vocontien, aucune trace de dissolution des carbonates pouvant étayer la proposition de HAQ *et al.* (*ibid.*) (J.-L. RUBINO, communication personnelle).

VIII - CONCLUSIONS

Certains avis (de plus en plus rares) restent encore mitigés pour reconnaître la validité du modèle de VAIL, surtout en ce qui concerne son application aux domaines à sédimentation carbonatée. Même si VAIL et ses collaborateurs ne cherchent pas à expliquer le moteur des variations eustatiques, un nombre croissant d'études montre cependant que des relations souvent étroites existent entre le diagramme des variations eustatiques du niveau marin et des facteurs présentant une évolution cyclique.

CLOETHINGH (1988) n'exclut pas la présence d'événements globaux (eustatiques) dans l'enregistrement stratigraphique des séquences, mais estime que, sur les marges passives, les séquences de 3ème ordre sont principalement induites par des phénomènes tectoniques (réajustements lithosphériques). Il s'appuie pour cela sur les travaux de BALLY (1982) qui a mis en évidence la forte corrélation entre les périodes de réorganisation des plaques tectoniques et certaines diminutions de la hauteur d'eau montrées sur la courbe de VAIL *et al.* (1977). FERRY & RUBINO (1989a, pp. 9-10 ; 1989b, p. 32) signalent eux aussi que les mouvements tectoniques (failles, discordances, etc.) recensés dans le Mésozoïque se situent séquentiellement dans les cortèges transgressifs de 3ème ordre. Ces observations fournissent un argument de poids pour penser que les oscillations de 3ème ordre du niveau marin sont sous contrôle interne (variations globales de l'activité mantellique, c'est-à-dire tectono-eustatique) et non externe (glacio-eustatique) comme le pense P. VAIL. Ce point de vue est partagé par DELFAUD (1989, p. 151) qui estime que la tectonique et la subsidence sont responsables des grands changements de style des séquences et que ces phénomènes gouvernent les grandes séquences qui intègrent le "bruit de fond" généré par l'eustatisme.

Inversement, WILLIAMS (1988) remarque que pour le Cénozoïque, les variations de la courbe du $\partial^{18}O$ sont synchrones avec les cycles de la courbe d'aggradation côtière définie par VAIL *et al.* (1977). Or, les changements de 2ème et 3ème ordre dans les enregistrements du $\partial^{18}O$ sont primitivement liés à une combinaison de variations glacio-eustatiques du niveau marin et à des changements des paléotempératures océaniques. Le synchronisme entre la courbe isotopique et celle définie par VAIL *et al.* implique un mécanisme commun, lié à des changements dans les environnements climatiques et les circulations océaniques. WILLIAMS (*op. cit.*) note cependant que

la magnitude n'est pas équivalente entre le diagramme de VAIL *et al.* et la courbe du $\partial^{18}O$.

ACCARIE *et al.* (1989, pp. 1682, 1684) observent, dans des séries calcaires pélagiques sénoniennes d'Italie, un étroit synchronisme entre la géochimie (Mn, Sr) des carbonates, la minéralogie des argiles et les variations à long terme du niveau eustatique marin. Ces auteurs remarquent qu'une période de haut niveau marin correspond à de fortes valeurs du manganèse et du rapport smectite/illite ainsi qu'à de faibles teneurs en strontium et en résidu insoluble. Les variations à court terme du niveau marin sont traduites par une augmentation du manganèse et du strontium pendant les transgressions et par leur diminution durant les régressions.

D'autre part, FERRY & RUBINO (1989a, p. 10) signalent que dans les bassins internes (type bassin de Paris), les dépôts de haut niveau marin sont découverts en période de bas niveau et altérés (paléosols à kaolinite affectant les argilites lagunaires à illite), de sorte que la sédimentation dans ce type d'environnement proximal est essentiellement faite de marnes marines séparées par des horizons d'altération, si ceux-ci n'ont pas été "lavés" au moment de la remise en eau. Pour ces auteurs, c'est là un des meilleurs témoignages accréditant le concept de VAIL, car la baisse du niveau marin se traduit essentiellement par un réajustement des profils d'équilibre sédimentaires.

De même, COMBES & PEYBERNES (1989) remarquent une bonne correspondance entre la genèse des bauxites sur une bordure littorale émergée et les périodes de bas niveau marin des cycles eustatiques de 3ème ordre.

D'un point de vue paléontologique, des études telles que celles de POUMOT (1989), MAGNIEZ-JANNIN & JACQUIN (1990), BOISSEAU & DUPONT (1989) basées respectivement sur des assemblages sporopolliniques, microfaunistiques ou bioclastiques viennent également confirmer la validité du découpage séquentiel *sensu* VAIL.

CHAPITRE II

CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE

CHAPITRE II

CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE

I -LA BIOZONATION DE L'INTERVALLE VALANGINIEN TERMINAL-BARRÉMIEN INFÉRIEUR DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE.....p. 31

A - LA BIOZONATION PAR L'AMMONITOFAUNE.....p. 31

B - LES AUTRES BIOZONATIONS.....p. 33

II -CORRESPONDANCE ENTRE LES BIOZONATIONS DES DOMAINES TÉTHYSIEN ET BORÉAL D'APRES L'AMMONITOFAUNE.....p. 33

I - LA BIOZONATION DE L'INTERVALLE VALANGINIEN TERMINAL-BARRÉMIEN INFÉRIEUR DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE

L'étalonnage biostratigraphique des niveaux abordés ici est, par convention, fourni par les Ammonites. La biozonation utilisée pour les coupes étudiées correspond à la "biozonation standard", c'est-à-dire celle définie sur les stratotypes (ou hypostratotypes) des étages concernés. L'intervalle de temps qui nous intéresse s'étend du Valanginien terminal au Barrémien inférieur, englobant ainsi la totalité de l'Hauterivien.

Le type de ce dernier étage a été défini en Suisse par RENEVIER (1874) dans le Jura neuchâtelois, au voisinage de la localité d'Hauterive. Après avoir été largement débattues (*cf.* DEBELMAS & THIEULOY, 1965) les limites de cet étage sont maintenant unanimement acceptées.

BUSNARDO & THIEULOY (1989, p. 142) observent qu'«Aucune Ammonite d'âge Hauterivien supérieur n'a été récoltée en un point quelconque de l'Hauterivien neuchâtelois, si bien que sa subdivision de valeur chronostratigraphique en Hauterivien inférieur (Marne bleue et Zone marno-calcaire) et Hauterivien supérieur (Pierre jaune de Neuchâtel) ne repose sur aucune argumentation paléontologique et doit donc être abandonnée». Cependant, se basant sur des analogies d'ordre séquentiel (discontinuités majeures) et paléontologique (Ammonites, Echinides) entre le Jura méridional et le Jura neuchâtelois, CLAVEL & CHAROLLAIS (1989b) reconnaîssent que l'Hauterivien supérieur est présent, au moins en partie au sein de l'"Urgonien jaune" de la région stratotypique, et en totalité si l'on tient compte de l'"Urgonien blanc" (*op. cit.*, fig. 2).

A - LA BIOZONATION PAR L'AMMONITOFAUNE

Elle repose sur la répartition concomitante de certains taxons choisis pour leur extension stratigraphique restreinte (zones oppéliennes)(*cf.* fig. 10). Les zones oppeliennes assemblent un certain nombre de taxons à distribution verticale courte ou relativement courte, que l'on considère, pris dans leur ensemble, comme globalement contemporains et ainsi représentatifs de l'âge du paquet de strates qui les contient (SIGAL, 1984, p. 73). Si elle est habituellement désignée par l'un des taxons (l'espèce index), la zone d'Oppel peut supporter que ce dernier fasse défaut localement sans que sa validité ait à en souffrir (SIGAL, *ibid.*).

La biozonation utilisée suit celle proposée par BUSNARDO (1984, p. 292) et basée sur la synthèse des travaux effectués en domaine pélagique vocontien (THIEULOY), en faciès hémipélagique (BUSNARDO) et dans l'Ultra-helvétique (BUSNARDO).

L'intervalle de temps représenté par les coupes des Buissières et de Vergons s'étend de la zone à *Callidiscus* (Valanginien terminal) à la zone à *Compressissima* (Barrémien inférieur) :

Valanginien terminal :

- **zone à *Callidiscus*** : Débute avec l'apparition de *Teschenites callidiscus*.

Hauterivien inférieur :

- **zone à *Radiatus*** : KILIAN (1895a, p. 735) adopta pour la première fois *Acanthodiscus radiatus* comme indice de la base de l'étage Hauterivien. Pour BUSNARDO (1984, p. 292) la limite Valanginien/Hauterivien demeure l'une des plus nettes qui soit, grâce à l'apparition

de l'espèce *A. radiatus*. Cependant, si cette espèce se trouve en abondance dans les faciès de plate-forme tant au Nord qu'au Sud du domaine vocontien, son emploi en tant que marqueur de la base de l'étage a été critiqué car elle devient rare dans les faciès hémipélagiques et pélagiques vocontiens (PAQUIER, 1900 ; THIEULOY *in* DEBELMAS & THIEULOY, 1965, p. 89 ; BUSNARDO, 1984, p. 292). En concomitance avec *A. radiatus* apparaît *Leopoldia leopoldi.*

- **zone à *Loryi*** : Débute avec l'apparition de *Crioceratites loryi.* L'introduction de *C. loryi* comme espèce index d'une zone est due à MOULLADE & THIEULOY (1967).

- **zone à *Nodosoplicatum*** : Débute avec l'apparition de *Lyticoceras nodosoplicatum.*

Ces deux dernières zones (à *Loryi* et à *Nodosoplicatum*) représentent un équivalent de l'ancienne zone à *Duvali.*

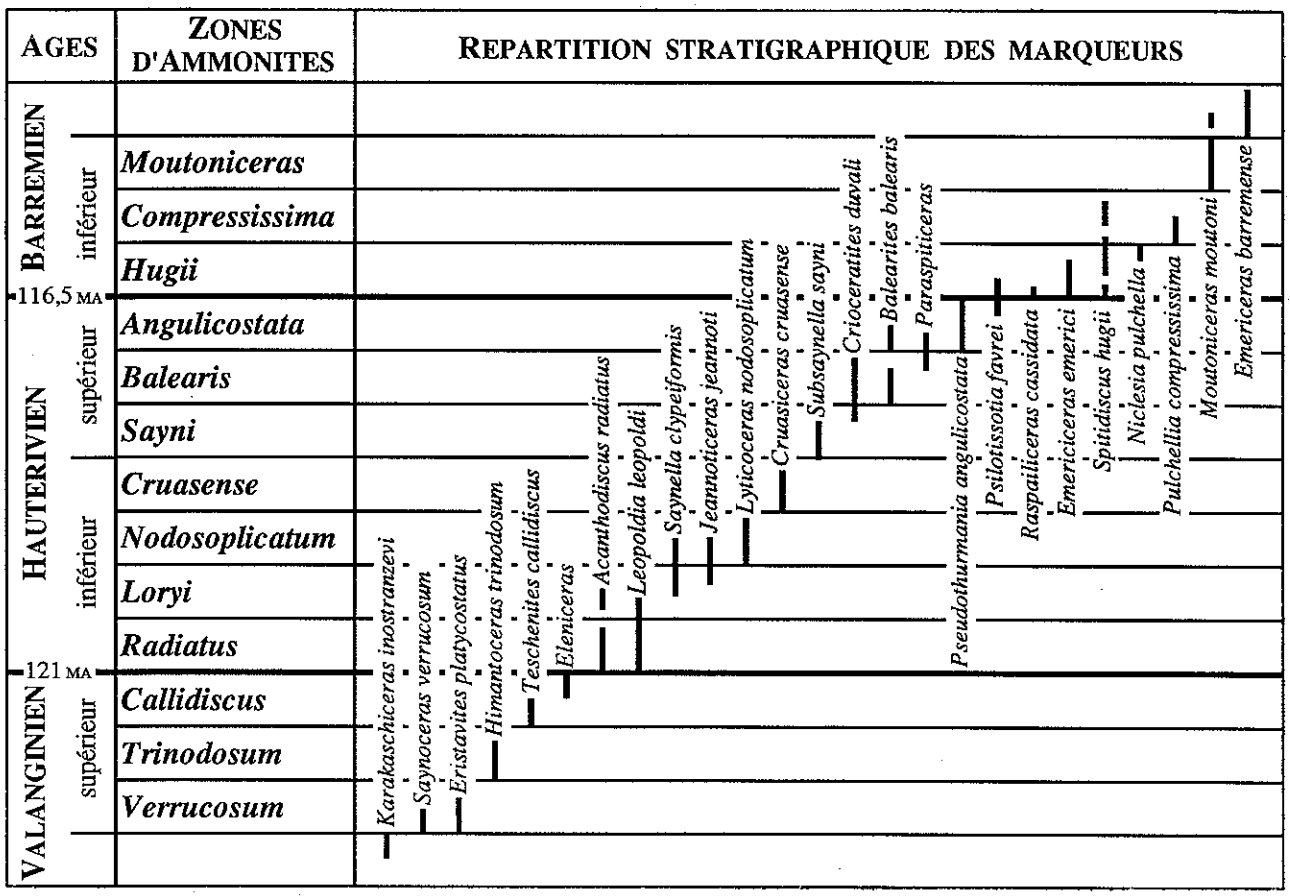


Fig. 10 : Répartition des espèces d'Ammonites du Valanginien supérieur au Barrémien inférieur dans le Sud-Est de la France (d'après BUSNARDO, 1984 ; âges modifiés).

- **zone à *Cruasense*** : Débute avec l'apparition de *Cruasiceras cruasense.* Primitivement, ce taxon était communément considéré comme appartenant au Barrémien. L'âge et la position exacte de *C. cruasense* au sein de l'Hauterivien ont été établis pour la première fois par SAYN & ROMAN (1904, p. 630) ; cette espèce était alors placée sous *Parahoplites.*

<u>Hauterivien supérieur</u> :

- **zone à *Sayni*** : Débute avec l'apparition de *Subsaynelle sayni.*

- **zone à *Balearis*** : Débute avec l'apparition de *Balearites balearis.*

- **zone à *Angulicostata*** : Cette zone est marquée par l'apparition puis l'extinction du genre *Pseudothurmannia*. Les derniers *Pseudothurmannia* marquent la fin de l'Hauterivien (KILIAN, 1889 ; PAQUIER, 1900 ; BUSNARDO, 1965 ; RAWSON, 1983 ...).

Barrémien inférieur (*pro parte*) :

- **zone à *Hugii*** : Le début du Barrémien, et donc de la zone à *Hugii*, est marqué par l'extinction des *Pseudothurmannia* et l'abondance des *Barremites* (s.l.) ; bien qu'espèce index de cette zone, *Spitidiscus hugii* n'apparaît que peu de temps après le début de l'étage (BUSNARDO & VERMEULEN, 1986). Le début de cette zone se marque également par l'apparition des *Raspailiceras* (BUSNARDO, 1984, p. 292).
- **zone à *Compressissima*** : Débute avec l'apparition de *Pulchellia compressissima*.

Remarque : Bien que les limites des ammonitozones soient bien définies d'un point de vue paléontologique, la délimitation des zones sur le terrain passe par un certain nombre d'aléas qui font que leur délimitation lithostratigraphique est parfois sujette à d'importantes variations.

A titre d'exemple, lorsque j'ai commencé ce travail (1986), la limite Valanginien/Hauterivien de la coupe de Vergons était placée sous le banc n° 18, puisque c'est là qu'avait été prélevé le premier *A. radiatus*. Ensuite, d'autres représentants de cette espèce ont été récoltés dans des bancs inférieurs, déplaçant d'autant la limite entre les étages. A l'heure actuelle (1990), la limite Valanginien/Hauterivien est placée au dessous du banc n° 09 dans le lequel se trouvait un très beau spécimen d'*A. radiatus*. Un échantillonnage à la fois serré et abondant, demandant de gros effort de fouille sur le terrain, a ainsi permis de mieux préciser la limite Valanginien/Hauterivien à Vergons, mais montre que cette limite n'est pas (d'un point de vue lithostratigraphique uniquement) catégoriquement définitive.

Cet exemple peut se rapporter à n'importe quelle limite ou zonation basée sur la macrofaune mais ne concerne que la position lithostratigraphique des coupures paléontologiques, dont la validité n'est pas ici mise en doute.

B - LES AUTRES BIOZONATIONS

La répartition verticale d'autres groupes paléontologiques (macro-, micro- ou nannofossiles) est abondamment illustrée et discutée dans la "Synthèse géologique du Sud-Est de la France" [COTILLON (coordinateur), 1984, pp.291-303, fig. 6.7 à 6.16]. Des biozonations parallèles à celle des Ammonites sont proposées pour les Foraminifères planctoniques et benthiques, les Nannofossiles et les Dinoflagellés (concernant ce dernier groupe, les résultats antérieurs sont comparés avec nos propres observations au cours des chapitres qui suivent).

II - CORRESPONDANCE ENTRE LES BIOZONATIONS DES DOMAINES TÉTHYSIEN ET BORÉAL D'APRÈS L'AMMONITOFAUNE

Durant le début du Crétacé inférieur (Berriasien-Hauterivien), les faunes d'Ammonites du Nord-Ouest de l'Europe (Grande-Bretagne, Allemagne) ont principalement une origine boréale

(KEMPER *et al.*, 1981, p. 251). Cependant, durant le Valanginien et l'Hauterivien, une forte influence téthysienne se fait sentir dans ce secteur. Ces phénomènes d'immigration, coïncidant avec des transgressions importantes (Valanginien basal, début du Valanginien supérieur, Hauterivien moyen)(*op. cit.*), ont permis de mettre au point l'équivalence des ammonito-zones pour les domaines boréal et téthysien (*cf.* fig. 11).

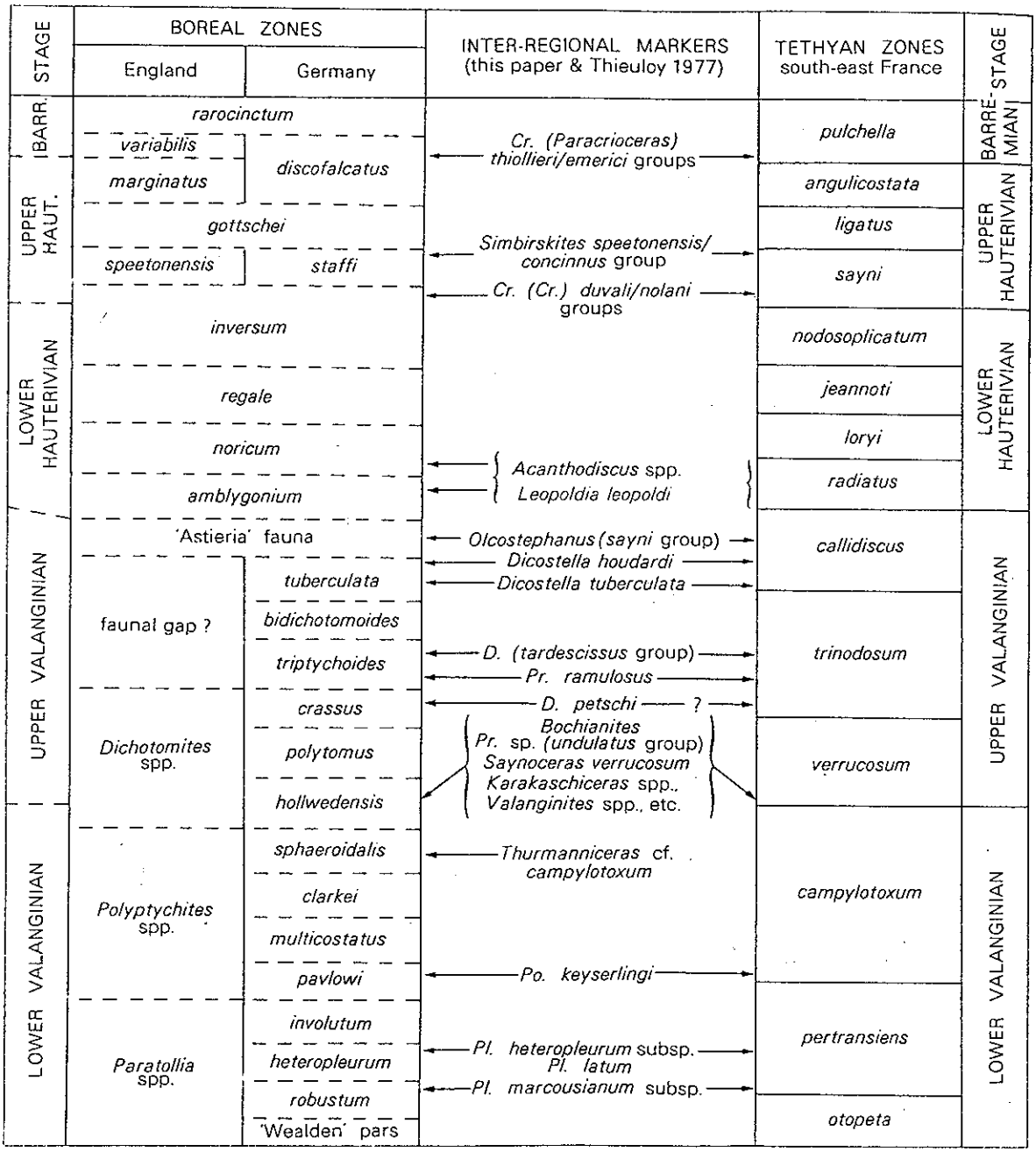


Fig. 11 : Marqueurs inter-régionaux et correspondances des zones d'Ammonites entre le Nord-Ouest de l'Europe (à influence boréale) et le Sud-Est de la France (domaine téthysien)(*in* KEMPER *et al.*, 1981).

CHAPITRE III

PRÉSENTATION DU DOMAINE ÉTUDIÉ

CHAPITRE III
PRÉSENTATION DU DOMAINE ÉTUDIÉ

I - SITUATION GÉOGRAPHIQUE.....p. 37

II - SITUATION PALÉOGÉOGRAPHIQUE.....p. 37

III - HISTOIRE GÉOLOGIQUE.....p. 39

I - SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Situées sur les départements de l'Ardèche et des Alpes-de-Haute-Provence, les séries qui font l'objet de ce travail s'intègrent dans une vaste province regroupant le Jura, la bordure orientale du Massif central, les Massifs subalpins septentrionaux, la Provence et les Alpes maritimes. Cette province ne constitue cependant pas un ensemble géographique bien défini. En effet, son unité découle d'un fait purement paléogéographique : l'étendue d'un grand bassin de subsidence que fut la "fosse vocontienne" et ses abords plus ou moins immédiats. Ce vaste domaine englobe la plus grande partie du Sud-Est de la France.

La délimitation géographique de ce secteur est donc tributaire de l'étendue paléogéographique que l'on accorde au domaine vocontien.

II - SITUATION PALÉOGÉOGRAPHIQUE

Depuis que la première notion de **fosse vocontienne** a été introduite [par PAQUIER (1900, pp. 110-111)], nombre de définitions plus ou moins larges ont été formulées. Celle qui sera retenue ici est proposée par COTILLON *et al.* (1980, p. 735) : «Nous entendons par bassin vocontien *s. lato* l'aire de sédimentation pélagique relativement profonde, correspondant aux chaînes subalpines méridionales (Diois, Baronnies, arcs de Digne et de Castellane), limitée au Nord par la vallée de la Drôme, au Sud par l'axe Ventoux-Lure qui, au Nord-Ouest déborde légèrement au-delà de la vallée du Rhône dans le domaine ardéchois» (fig. 12). Cette acceptation, actuellement quasi unanimement adoptée [DARMEDRU (1982b), FERRY (1984, 1988),...] est plus étendue que celle définie par HAUG (1908, p. 1188 = fosse vocontienne *s. stricto*) mais exclut de la zone vocontienne

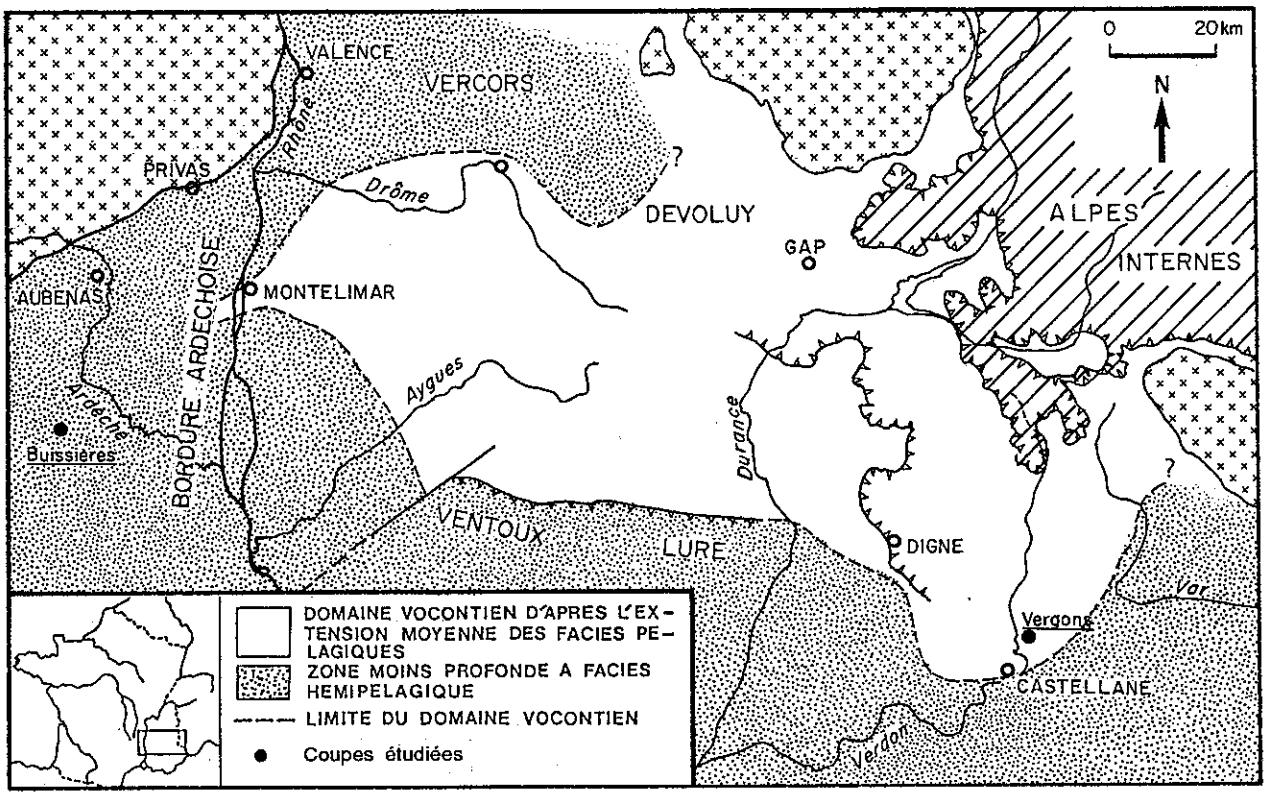


Fig. 12 : Délimitation du Bassin vocontien et emplacement des coupes étudiées (d'après COTILLON *et al.*, 1980 étendu).

les faciès de type hémipélagique. Ce dernier type de dépôt prend place dans la **zone péri-vocontienne** qui ceinturait complètement le bassin, sauf à l'Est (COTILLON, 1984c, p. 328). COTILLON (1984b, p. 304) inclut cependant certains faciès hémipélagiques dans le bassin vocontien : «Aux faciès de bassin proprement dits, sont adjoints les faciès hémipélagiques et de plate-forme de l'Ardèche». La limite orientale du domaine vocontien correspond à une limite d'affleurement.

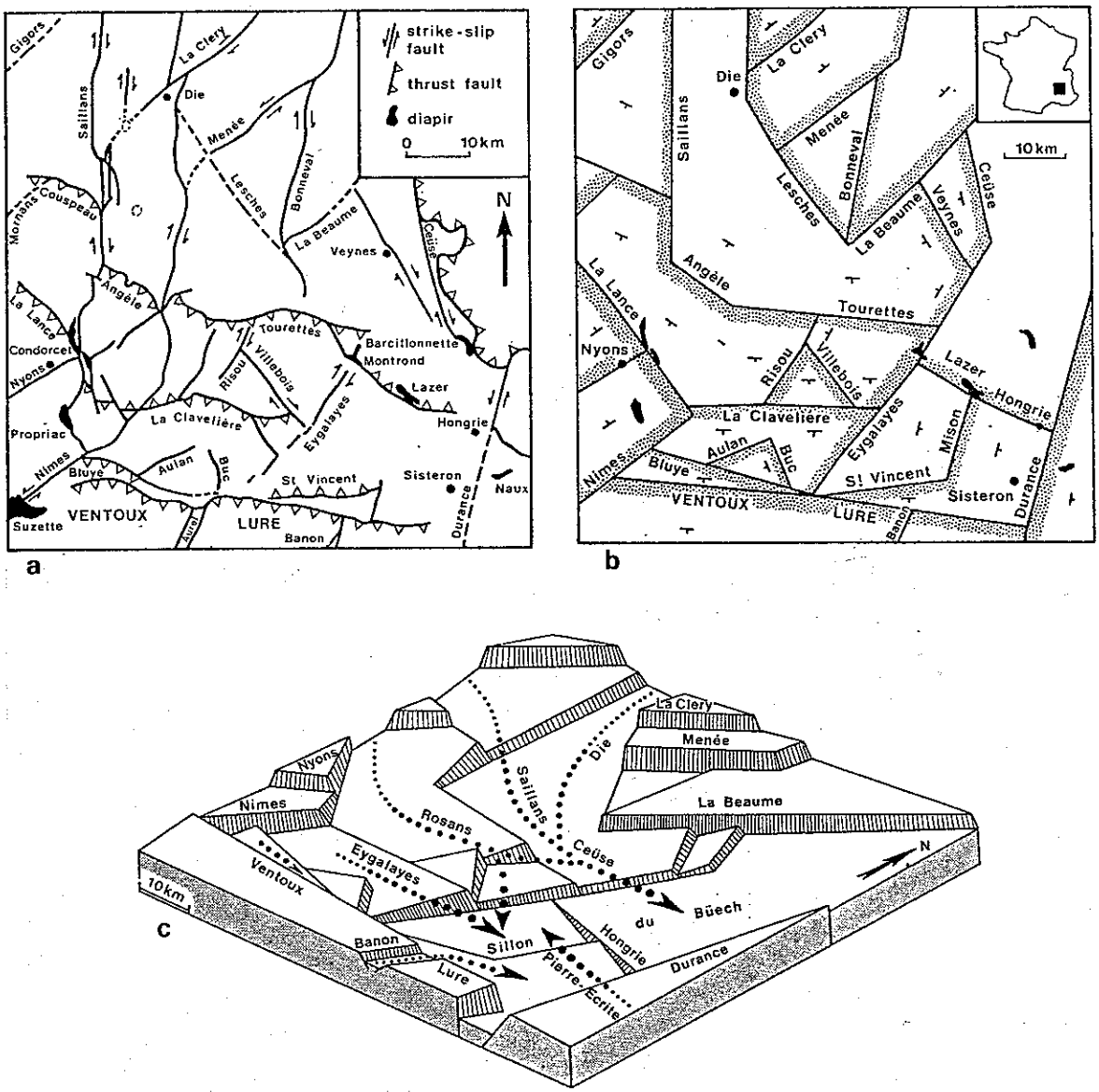


Fig. 13 : **a** - Schéma structural actuel du Bassin vocontien ; **b** - Schéma structural du Bassin vocontien au Crétacé inférieur ; **c** - Bloc diagramme schématique du Bassin vocontien au Crétacé inférieur (d'après JOSEPH *et al.*, 1989).

Globalement, la fosse vocontienne est une petite entité paléogéographique d'environ 10.000 à 12.000 km^2 de surface palinspastique (FERRY, 1988, p. 32) née de la contraction progressive du vaste bassin subalpin jurassique (BAUDRIMONT & DUBOIS, 1977, p. 300). Au Crétacé inférieur, le Bassin vocontien est caractérisé par une architecture en blocs basculés multidirectionnels dont le jeu répété du Tithonique à l'Albien contrôle le fonctionnement des vallées sous-marines incisant la pente

sédimentaire et alimentant le bassin (JOSEPH *et al.*, 1989, p. 1037)(fig. 13). Ce bassin était relativement profond (800 à 1.500 m pour FERRY, 1978 et FERRY & RUBINO, 1988, p. 24) et largement ouvert sur la Téthys. «Son extension, soulignée par celle des faciès pélagiques, n'a pratiquement pas varié durant tout le Crétacé inférieur» (COTILLON, 1984a, p. 288).

III - HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Entre le Trias et le Crétacé supérieur, le bassin mésozoïque du Sud-Est s'est créé, transformé et a disparu, après avoir sédimenté plus de 10.000 m d'épaisseur de dépôts (BAUDRIMONT & DUBOIS, 1977, p. 302). Cette vie du bassin est jalonnée par plusieurs étapes importantes.
Deux étapes d'**ouverture marine**, est-ouest, se manifestent : l'une au **Trias**, avec un remplissage évaporitique entre de grands accidents tardi-hercyniens NE-SW, et l'autre au début du **Lias**.
Entre le Lias et le **Jurassique supérieur**, le bassin acquiert une certaine **maturité**, développant alors sa plus grande extension avec des axes majeurs de subsidence toujours dirigés NE-SW (fig. 14A). Il déborde plusieurs fois sur ses marges, par suite d'une accélération probable de la subsidence faisant s'atténuer les effets des bordures hautes (BAUDRIMONT & DUBOIS, *ibid.*).

L'étape de **fermeture** débute à la **fin du Jurassique**, avec une réduction progressive des zones de sédimentation, à partir du sud, qui se poursuivra jusqu'au Crétacé supérieur. Les axes sédimentaires majeurs sont devenus est-ouest.

Le **Berriasien** *pro-parte* correspond à la poursuite généralisée du système de plate-forme mis en place au Jurassique terminal (COTILLON, 1984c, p. 328)(fig. 14B).

Au **Berriasien supérieur-Valanginien inférieur** un régime marin franc, plus profond, accompagné par le recul vers le sud du faciès des Calcaires blancs de Provence, succède à la tendance régressive précédente et marque le début véritable du cycle crétacé (COTILLON, 1984c, p. 328).

Un retour momentané à une faible bathymétrie se produit à la **fin de Valanginien** (COTILLON, 1968, p. 72)(fig. 14C).

La base de l'**Hauterivien**, qui correspond aux Marnes d'Hauterive du Jura, est marquée par une élévation très sensible du niveau de la mer (MÉDIONI & ARNAUD, 1984, p. 326). Cette évolution n'affecte pas les limites du domaine pélagique du bassin vocontien, mais se traduit surtout par l'ennoyage des faciès bioclastiques sous des faciès marneux et par la généralisation du domaine hémipélagique qui s'étend largement sur les zones de plate-forme des Chaînes subalpines occidentales du Jura et de la Bresse. La Provence méridionale est, seule, épargnée par l'extension du domaine hémipélagique, puisque, dans la région de Toulon, se déposent encore des calcaires de plate-forme interne, de type urgonien (MÉDIONI & ARNAUD, *ibid.*)(fig. 14D).

Au **Barrémien** et à l'Aptien inférieur (**Bédoulien**) «se trouve réalisé un environnement de type bahamien, avec des plates-formes carbonatées urgoniennes qui enserrent sur trois côtés une "fosse" à sédimentation marno-calcaire pélagique» (FERRY, 1988, p. 32)(fig. 14E).

C'est au Barrémien supérieur que la plate-forme urgonienne montre son plus grand développement (MÉDIONI & ARNAUD, 1984, p. 325).

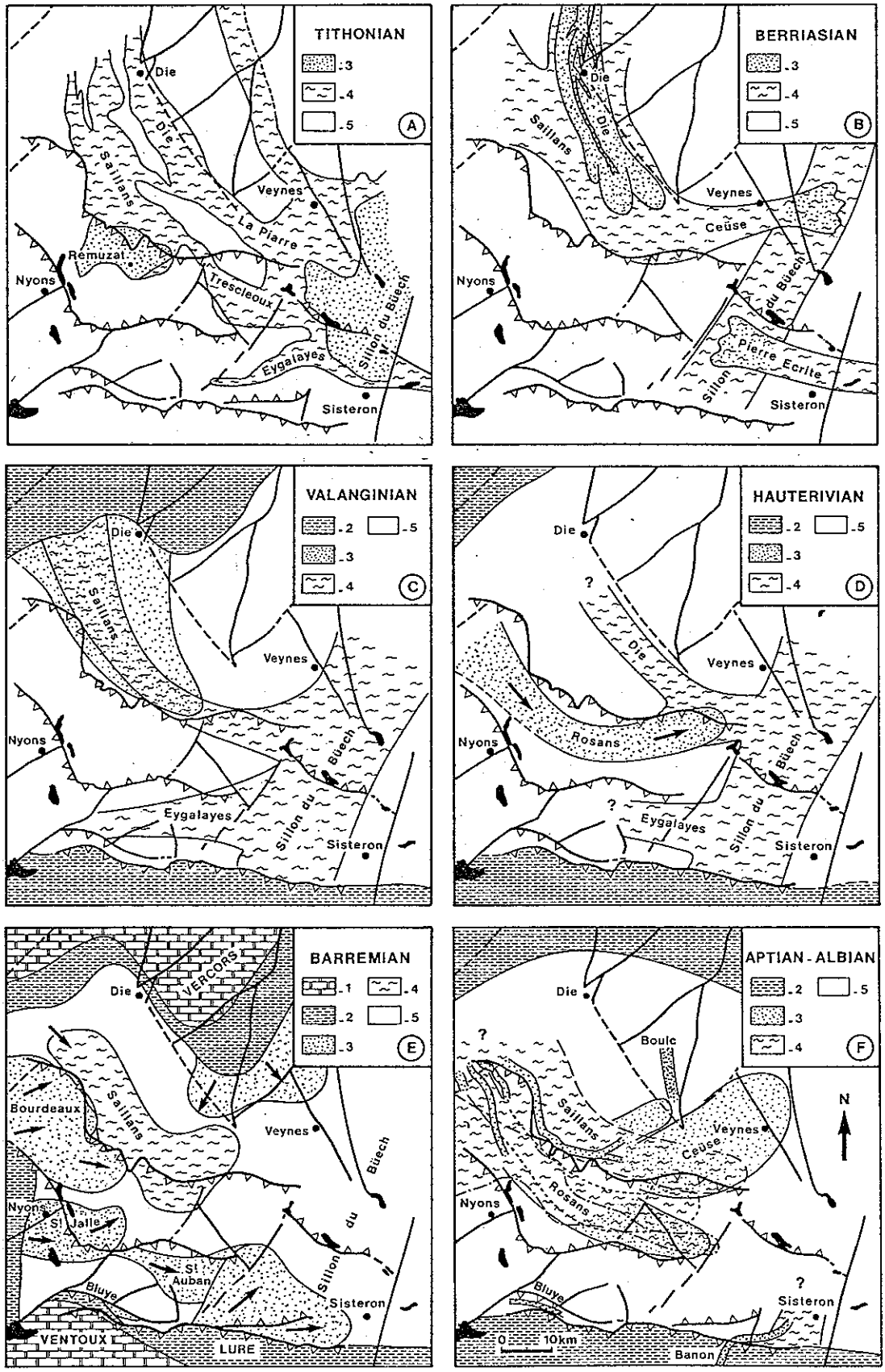


Fig. 14 : Le Bassin vocontien au Jurassique terminal-Crétacé inférieur (d'après JOSEPH *et al.*, 1989) :

1 - Urgonien ; 2 - sédimentation hémipélagique ; 3 - turbidites ; 4 - slumpings et coulées boueuses ; 5 - sédimentation pélagique.

Le début de l'intervalle **Bédoulien terminal-Clansayésien** (Aptien supérieur) coïncide

avec un événement de portée très générale, puisque ressenti jusque dans le domaine atlantique (événement E1 de GRACIANSKY *et al.*, 1982), qui est un brusque approfondissement des milieux de dépôt conduisant à la disparition des plate-formes urgoniennes dans le domaine péri-vocontien (COTILLON, 1984c, p. 329).

Amorcée au Clansayésien, une recrudescence du détritisme argilo-siliceux va faire disparaître, à l'Albien inférieur et moyen, les faciès carbonatés. Ceux-ci ne subsisteront temporairement que sur la marge ibérique des Corbières (COTILLON, 1984c, p. 329)(fig. 14F).

L'émersion, à partir de l'**Albien supérieur**, de l'Isthme durancien provoque le partage du bassin en deux unités de sédimentation sud-provençale et vocontienne. La fin de l'Albien marque le début du comblement de la fosse vocontienne occidentale (Diois, Baronnies) qui va s'étaler sur une assez longue période (Cénomanien à Coniacien-Santonien)(PORTHAULT, 1974) car la subsidence est très active. A partir du **Cénomanien**, les faciès pélagiques vont progressivement disparaître, remplacés par des alternances calcaire-marne puis, au **Turonien**, par des calcaires hémipélagiques de plate-forme externe et enfin des faciès calcaréo-gréseux très peu profonds à partir du **Coniacien**. Les faciès hémipélagiques subsistent néanmoins dans la partie orientale de la fosse (Vergons)(FERRY *et al.* 1988, p. 96).

La limite **Cénomanien/Turonien** correspond à un événement paléocéanographique majeur caractérisé par le dépôt d'une couche de sédiments riches en matière organique dans de très nombreux bassins du monde (HERBIN *et al.*, 1986 ; KUHNT *et al.*, 1986). FERRY *et al.* (1988) mettent en évidence une très forte régression fini-cénomanienne avant la transgression turonienne.

La **disparition** du bassin a lieu à la fin du Crétacé sous l'effet des mouvements tectoniques pyrénéo-provençaux intervenant dans une large compression nord-sud (BAUDRIMONT & DUBOIS, 1977, p. 303).

COTILLON (1968, p. 73) observe que la plupart des variations latérales de faciès indiquent à la fois un relèvement régulier et généralisé des anciens fonds marins du nord au sud, et la présence d'une topographie sous-marine réglée selon les directions tectoniques actuelles. Cette topographie joua un rôle dans la localisation de certains dépôts thalassogènes et dans la répartition des matériaux terrigènes.

Paradoxalement, les oolithes ferrugineuses de l'Arc de Castellane montrent par leur présence que la tranche d'eau du bassin méridional est passée par deux minima : l'un à la limite Valanginien/Hauterivien, l'autre à la limite Bédoulien/Gargasien. Ceci est l'indice d'une subsidence saccadée contrastant avec l'enfoncement lent et régulier du plancher océanique dans le bassin septentrional. (COTILLON, 1968, p. 84).

Si les limites du Bassin vocontien *sensu stricto* n'ont pratiquement pas varié durant le Crétacé inférieur, par contre les frontières entre domaine hémipélagique et de plate-forme n'ont cessé de fluctuer au cours du temps (COTILLON, 1984c, p. 330).

CHAPITRE IV

PRÉSENTATION DES COUPES ÉTUDIÉES

CHAPITRE IV

PRÉSENTATION DES COUPES ÉTUDIÉES

I - GÉNÉRALITÉS ..... p. 45

II - COUPE DES BUISSIÈRES ..... p. 45

A - LOCALISATION ..... p. 45

B - CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL ..... p. 45

C - DESCRIPTION DE LA COUPE ..... p. 47

1 - CARACTÈRES GÉNÉRAUX ..... p. 47

1.1 - Tracé sur le terrain ..... p. 47

1.2 - Epaisseurs ..... p. 48

1.3 - Tectonique ..... p. 49

2 - LITHOLOGIE ..... p. 49

2.1 - Différents types de faciès ..... p. 49

2.2 - Variations lithologiques ..... p. 51

2.3 - Apports détritiques et carbonates ..... p. 52

2.4 - Stratonomie ..... p. 57

2.5 - Discussion ..... p. 58

3 - PALÉONTOLOGIE ..... p. 58

3.1 - Macrofaune ..... p. 58

a - Céphalopodes ..... p. 58

b - Echinides ..... p. 59

c - Bivalves ..... p. 59

d - Brachiopodes ..... p. 59

e - Gastéropodes ..... p. 59

3.2 - Microfaune ..... p. 59

a - Foraminifères ..... p. 59

b - Ostracodes ..... p. 59

c - Radiolaires ..... p. 59

3.3 - Nannofossiles ..... p. 59

3.4 - Bilan paléontologique ..... p. 59

4 - STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 60

D - CONCLUSION ..... p. 63

II - COUPE DE LA CLUE DE VERGONS ..... p. 69

A - LOCALISATION ..... p. 69

B - CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL ..... p. 69

C - DESCRIPTION DE LA COUPE ..... p. 73

1 - LITHOLOGIE ..... p. 73

1.1 - Différents types de faciès ..... p. 73
1.2 - Variations lithologiques ..... p. 73
1.3 - Apports détritiques et carbonates ..... p. 75
1.4 - Stratonomie ..... p. 75
2 - PALÉONTOLOGIE ..... p. 78
2.1 - Macrofaune ..... p. 78
a - Céphalopodes ..... p. 78
b - Echinides ..... p. 78
2.2 - Microfaune ..... p. 78
2.3 - Nannofossiles ..... p. 80
3 - TECTONIQUE ..... p. 81
4 - STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 81

III - CONCLUSIONS ..... p. 83

I - GÉNÉRALITÉS

J'ai personnellement effectué les relevés de terrain, avec l'aide appréciable de B. CLAVEL, R. JAN DU CHENE et R. BUSNARDO pour la coupe de Vergons et de B. CLAVEL, R. BUSNARDO et D. VIGNERIE pour la coupe des Buissières.

La succession des assises lithologiques a été relevée de la façon la plus précise possible : au banc par banc pour la coupe de Vergons et, soit au banc par banc, soit faisceau après faisceau en notant le nombre de bancs composant les faisceaux pour celle des Buissières. Les épaisseurs ont été mesurées systématiquement et aussi exactement que possible (à l'aide d'un "Jacob's staff" pour la coupe de Vergons, avec un mètre pliant ou parfois au jugé pour les fortes épaisseurs de la coupe des Buissières). L'échelle choisie pour le report direct des notes sur le carnet de terrain étant de 1:20.

Le bien fondé d'un tel souci d'exactitude a déjà été vanté par MOULLADE (1966, p. 135) : «Il peut paraître vain de relever avec cette précision la succession rigoureusement métrée des couches en un endroit déterminé, à la faveur d'une coupe, alors qu'inévitablement à peu de distance, par suite des rapides variations latérales dans la sédimentation, la séquence correspondante se révélera différente. J'ai tenu cependant à suivre constamment cette méthode de travail parce qu'elle présente l'avantage d'aboutir à un document objectif, que son propre auteur ou d'autres chercheurs pourront exploiter à nouveau ultérieurement, pour des récoltes (fossiles, échantillons) ou des études complémentaires. Au contraire une coupe levée approximativement ne peut généralement plus être reprise dans ce but.»(1)

Le cadre stratigraphique (biozonation des Ammonites, stratigraphie séquentielle) est reporté au côté du log lithologique de chaque coupe. En l'absence de données plus précises, les limites de zones d'Ammonites ont été assimilées aux limites de séquences.

II - COUPE DES BUISSIÈRES

A - LOCALISATION

Cette coupe est localisée au sud du département de l'Ardèche, entre Alès et Aubenas, près du village de Bessas (*cf.* fig. 15a-b). La série étudiée ici est dans sa plus grande partie située sur le flanc sud-est de la Montagne de la Serre.

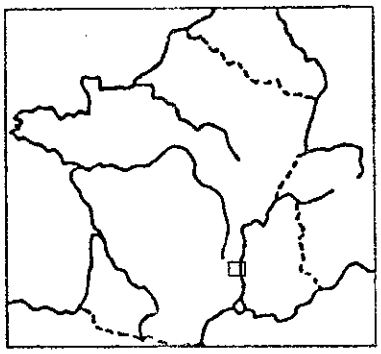
La base de la coupe commence dans le talweg creusé par le ruisseau des Buissières. Le point correspondant à la cote 0 m sur le log (fig. 21) a pour coordonnées Lambert III : x = 755,9 km ; y = 228,6 km ; z = 206 m (d'après la carte IGN 2839 Est [St-Paul-le-Jeune] à 1:25.000). Le terme de cette coupe se situe au col de la Serre, à une altitude d'environ 362 m.

B - CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

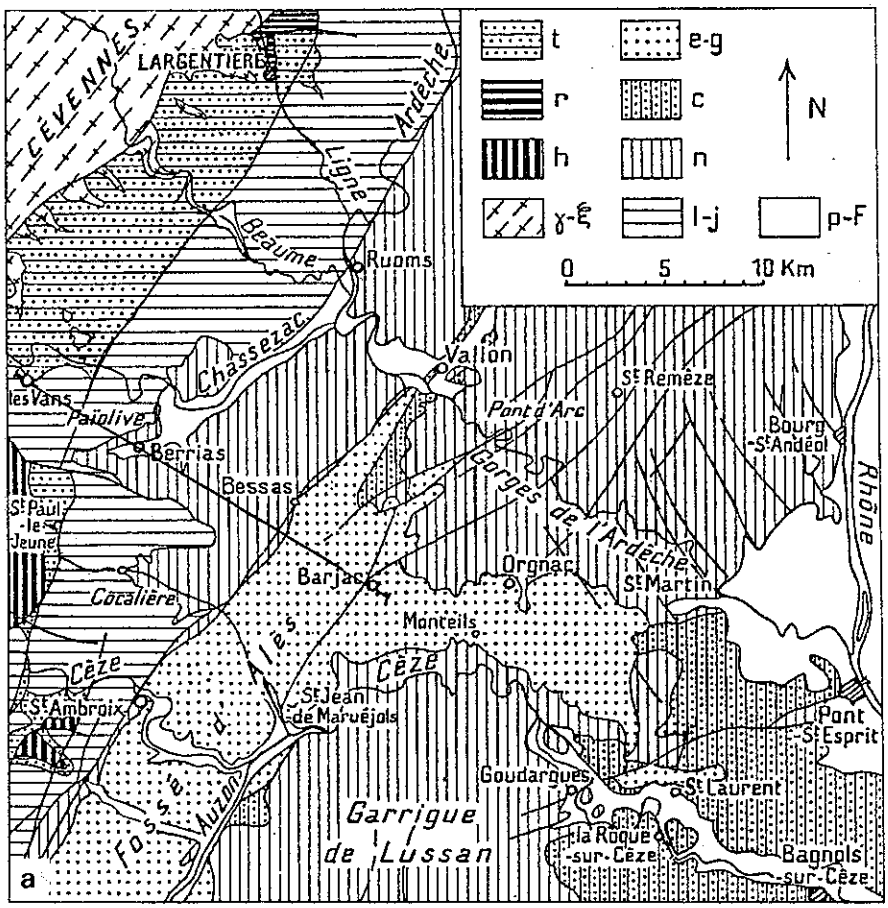
D'un point de vue paléogéographique, cette coupe se situe sur la Bordure ardéchoise (*cf.* fig. 12) et s'inscrit dans une ceinture hémipélagique, moins profonde que le Bassin vocontien proprement dit. Cette ceinture comprend également l'ensemble Vercors-Dévoluy et la zone nord-provençale (COTILLON *et al.*, 1980, p. 735). Une sédimentation de haut de talus prédomine durant la majeure partie du temps de dépôt de cette coupe, qui est ensuite relayée par les calcaires biodétritiques du Barrémien inférieur à faciès urgonien.

---

1) Pour des raisons de format, ces coupes ne sont pas ici reproduites à l'échelle à laquelle elles ont été primitivement dressées. Je tiens cependant mes notes à la disposition de toute personne qui voudrait les consulter.



p-F = Pliocène ou Quaternaire fluviatile.
e-g = Paléogène.
c = Crétacé supérieur.
n = Crétacé inférieur.
l-j = Jurassique.
t = Trias.
r = Permien.
h = Carbonifère.
γ-ξ = Granite ou micaschiste.



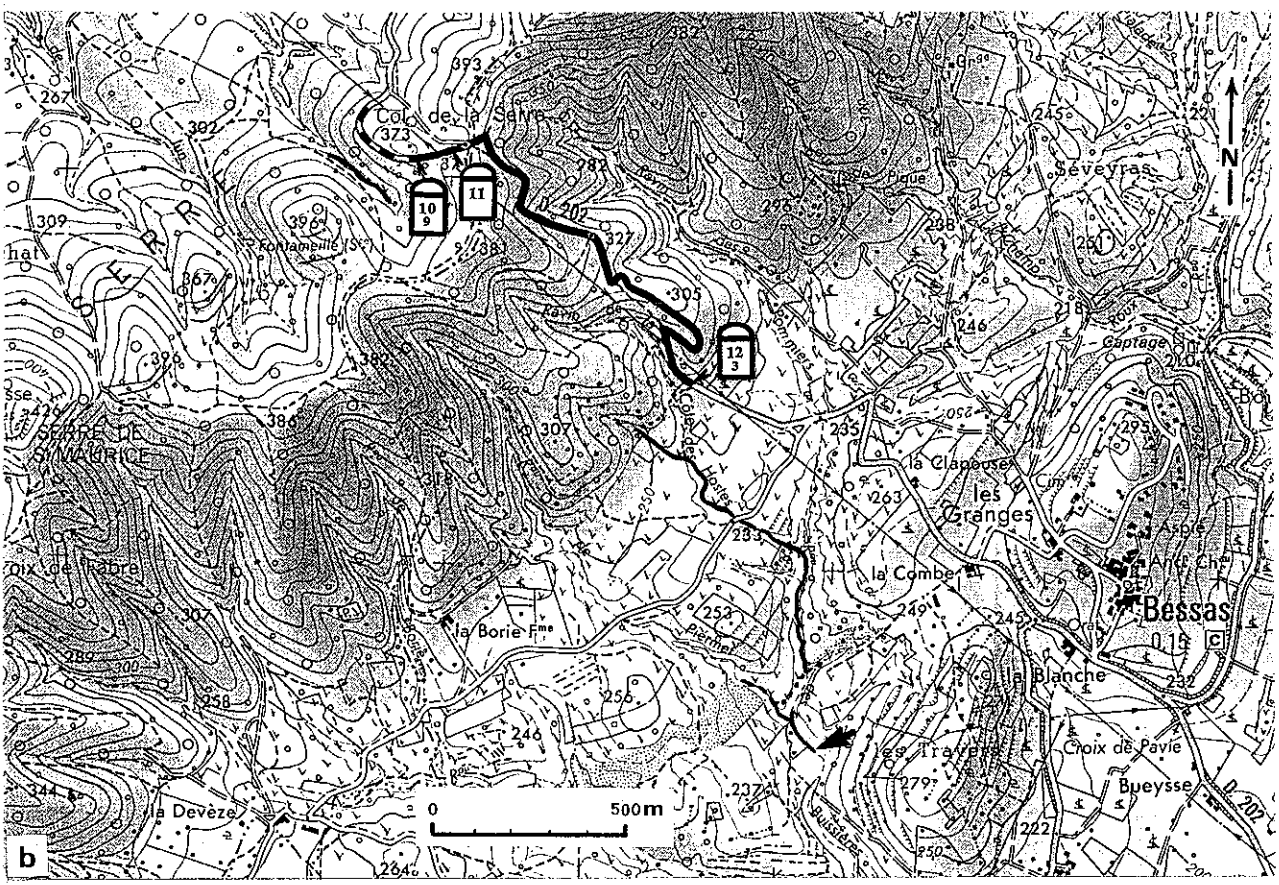


Fig. 15 : **a)** - Contexte géologique et structural du Bas-Vivarais méridional (d'après GÈZE, 1979) ; **b)** - Plan de situation et tracé de la coupe des Buissières (d'après la carte IGN à 1:25.000 de St-Paul-le-Jeune).

La crête de la Montagne de la Serre forme une cuesta due aux calcaires massifs de l'Urgonien. Ce même faciès est à l'origine de la butte dominée par le village de Bessas alors que les marnes du Valanginien supérieur et de l'Hauterivien inférieur constituent l'assise de la Montagne de la Serre (*cf.* fig. 16).

Deux grandes failles orientées SW-NE encadrent ce cordon de Crétacé inférieur. Il s'agit au sud-est de la faille d'Alès, qui délimite le fossé tectonique du même nom. Ce fossé est rempli de sédiments d'âge Oligocène. Sa bordure nord-ouest est constituée de poudingues oligocènes découlant de la destruction de la barre urgonienne (GÈZE, 1979, p. 166). Le reste du remplissage consiste en des calcaires à faciès peu profonds. Au nord-ouest de la Montagne de la Serre, une faille normale met en contact les calcaires urgoniens avec les marnes valanginiennes de la plaine du Chassezac.

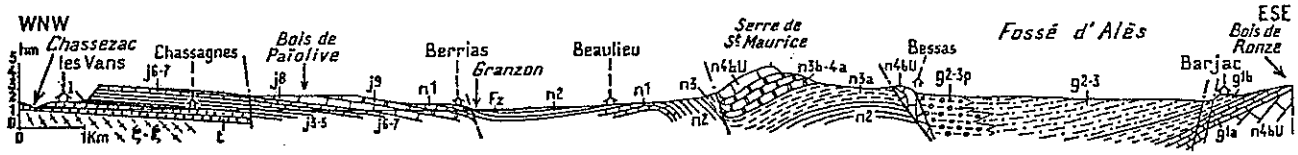


Fig. 16 : Coupe géologique entre la bordure sous-cévenole et la bordure est du Fossé d'Alès (d'après GÈZE, 1979).

Fz = Post-Würm	n4 = Barrémien	j9 = Tithonique	j3 = Callovien
g3 = Chattien	n3 = Hauterivien	j8 = Kimméridgien	l = Lias
g2 = Stampien	n2 = Valanginien	j7 = Séquanien	t = Trias
g1 = Sannoisien	n1 = Berriasien	j6 = Rauracien	ζ = gneiss
p = poudingue	U = faciès Urgonien	j5 = Argovien	ξ = micaschiste
a = inférieur	b = supérieur	j4 = Oxfordien	

C - DESCRIPTION DE LA COUPE

1 - CARACTÈRES GÉNÉRAUX

1.1 - Tracé sur le terrain

La base de la coupe se situe dans le ruisseau des **Buissières**, à une trentaine de mètres avant son embranchement avec le **Piermet** (*cf.* fig. 15b). Ce dernier a été remonté sur une trentaine de mètres environ, jusqu'au premier banc à *Acanthodiscus radiatus*. Ce banc a pu être corrélé avec son homologue, situé au niveau d'un petit pont en ciment sur le ruisseau des Buissières. Le lever de la coupe se poursuit à partir de ce point de repère, jusqu'à l'embranchement suivant, où là on quitte définitivement le ruisseau des Buissières pour continuer le long du ravin de la **Côte des Hostes**. Ce talweg est remonté jusqu'au niveau d'un champ placé sur une grande étendue de marnes, vers l'altitude 250 m. Le détail de ces marnes a pu être précisé en suivant un petit affluent sur la rive droite du ravin de la Côte des Hostes. Le reste de la coupe s'observe en longeant la **Route départementale D. 202** (qui relie Bessas à Berrias) depuis la borne hectométrique 12.3 jusqu'au col de la Serre. Entre les bornes 11 et 10.9, la végétation empêche de connaître le détail des couches créant ainsi une lacune d'observation. L'équivalent de cette partie a pu être retrouvé et partiellement levé à quelques centaines de mètres au sud-ouest du col de la Serre ; dans le ravin entre les colines cotées à 373 m et 396 m sur la carte IGN à 1:25.000 de Saint-Paul-le-Jeune (*cf.* fig. 15b).

1.2 - Epaisseurs

La partie levée représente une série de près de 800 m de sédiments hémipélagiques au-dessus desquels vient se superposer la barre des calcaires massifs urgoniens. Pour la même série BERNARD (1959) aboutit à une épaisseur plus importante. Cependant, les valeurs des épaisseurs globales mesurées ici sur le terrain ont été comparées aux valeurs obtenues par calcul d'après des photographies aériennes (IGN, feuilles de Bessèges) et la carte topographique à 1:25.000. Certaines grandes épaisseurs de marnes (ex. entre les points Bu27' et Bu31) ont ainsi pu être plus précisément évaluées.

	Pendage	Altitude	Distance	Epaisseur calculée	Epaisseur levée
Base de la coupe		206 m			
	20°		80 m	29 m	25 m
Argiles plastiques (point Bu10)		208 m			
	20°		50 m	19 m	26 m
1er banc à Radiatus		210 m			
	20°		233 m	87 m	88 m
Confluence Buissières/Hostes		218 m			
	17°		177 m	66 m	66 m
Petit pont (cote 333) sur la route inf.		233 m			
	22°		329 m	148 m	154 m
Borne 12/3 (point Bu31)		260 m			
	"21°"		339 m	168 m	155 m
Borne 11/7 (point Bu35)		310 m			
	"21°"		125 m	61 m	63 m
Chemin forestier (point Bu37)		327 m			
	"21°"		234 m	105 m	93 m
1er banc à Sayni		350 m			
	"21°"		244 m	99 m	110 m
Calcaires massifs (point Bu47)		362 m			
Totaux :				**782 m**	**780 m**

Pendage moyen : 21°
Direction moyenne : 319° N
Epaisseur calculée = [dénivelée x cos(pendage)] + [distance x sin(pendage)]

Fig. 17 : Comparaison des épaisseurs des séries, calculées d'après photographie aérienne ou estimées sur le terrain, pour la coupe des Buissières.

Les 50 premiers mètres de cette coupe constituent le sommet du Valanginien supérieur. L'Hauterivien représente à lui seul plus de 770 m, répartis en 630 m d'Hauterivien inférieur et 140 m d'Hauterivien supérieur. Ceci implique une forte disparité entre les taux de sédimentation des deux parties de cet étage [les limites biostratigraphiques entre ces ensembles ont pu être précisées grâce aux faunes d'Ammonites et aux datations fournies par la charte de HAQ *et al.* (1987b, fig. 2)].

La base du faisceau où ont été prélevés les échantillons Bu10, Bu11 et Bu12 se trouve à une altitude d'environ 208 m (estimation faite à partir d'agrandissements de la carte

topographique à 1:25.000). L'échantillon Bu47 a été prélevé à une altitude d'environ 362 m. Des valeurs de pendage ont été prises en quelques endroits de la coupe et donnent une inclinaison moyenne de 21° à 319° N. La distance (au sens mathématique du terme, et pour une direction de 319° N) entre ces deux repères est de 1731 m pour une dénivellation de 154 m. L'épaisseur de terrain calculée entre ces deux points est donc de 754 m (*cf.* fig. 17).

1.3 - Tectonique

Une dizaine de mesures de pendage a été effectuée, essentiellement sur la première moitié de la coupe, car ensuite le faciès "à miches" (*cf.* p. 46) se prête très mal à de telles mesures. Pour la partie inférieure de la coupe, les valeurs sont assez régulières : 20° 320° N à la base ; 20° 310° N vers 95 m. Ensuite l'inclinaison semble fluctuer : 15° 320° N au point d'échantillonnage Bu25 ; 25° 310° N au point Bu27' ; 17° 330° N à 220 m ; 26° 300° N à Bu28 ; 22° 310° N vers Bu29.

Un certain nombre de diaclases sont présentes, visibles essentiellement au niveau des bancs regroupés en faisceaux et également, à une échelle plus réduite, au sein des miches.

Aucune structure de type slumping ou écoulement gravitaire n'a été mise en évidence.

2 - LITHOLOGIE

Les seules références antérieures que j'ai pu trouver de cette coupe (à l'exception de VIGNERIE, 1986) sont celles de SAYN & ROMAN (1904, pp. 616-617), BERNARD (1957) et BUSNARDO *et al.* (1977).

2.1 - Différents types de faciès

Plusieurs faciès ont été recensés : ils sont figurés dans la légende de la fig. 21. Le plus caractéristique d'entre eux est le **faciès "à miches"** (fig. 28-30), typique de la bordure ardéchoise et du pourtour du domaine vocontien. Les bancs en miches ont une surface irrégulièrement ondulée et souvent rubéfiée (fig. 30). Ils sont reconnaissables aux boules de calcaire micritique, de taille décimétrique, qui les composent et qui sont emballées dans des marnes calcaires qui se délitent plus ou moins en suivant leur contour. Cette matrice marneuse est toutefois plus carbonatée que les marnes des inter-faisceaux (VIGNERIE, 1986, p. 6). Du fait de leur très grande dureté, les miches donnent, sous les coups de marteau, une cassure conchoïdale alors qu'à l'affleurement elles ont paradoxalement une cassure droite et plate. Bien que montrant des variations peu marquées, le taux de carbonates au sein d'une miche décroît légèrement du centre vers l'extérieur (fig. 18).

Le mécanisme de formation des miches n'est pas encore élucidé, mais semble être plutôt d'origine synsédimentaire que tectonique. Le fait que des faisceaux ayant un faciès à miches aient pu être corrélés avec des bancs du domaine pélagique (FERRY & MONIER, 1987 ; FERRY & RUBINO, 1988, p. 18) montre qu'une origine tectonique des miches est peu probable (fig. 19). L'existence de sites sur le fond marin où les carbonates se concentrent est plausible (R. BUSNARDO, communication orale). Des courants ou une activité biologique pourraient provoquer la formation de boules carbonatées. L'absence de zonation à l'intérieur des miches éloigne l'hypothèse d'une genèse purement chimique.

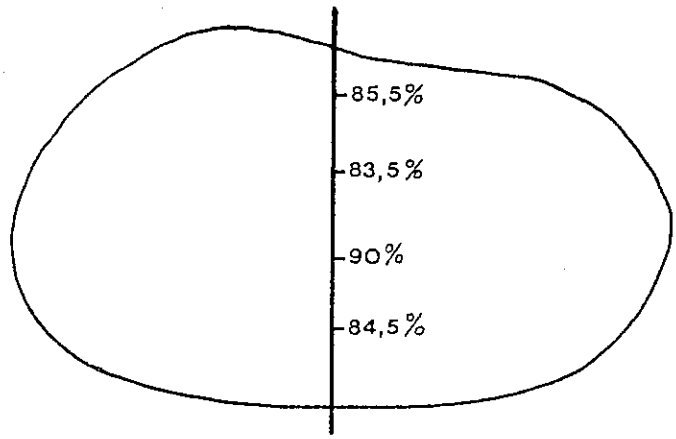


Fig. 18 : Taux de carbonates au sein d'une "miche" (d'après VIGNERIE, 1986).

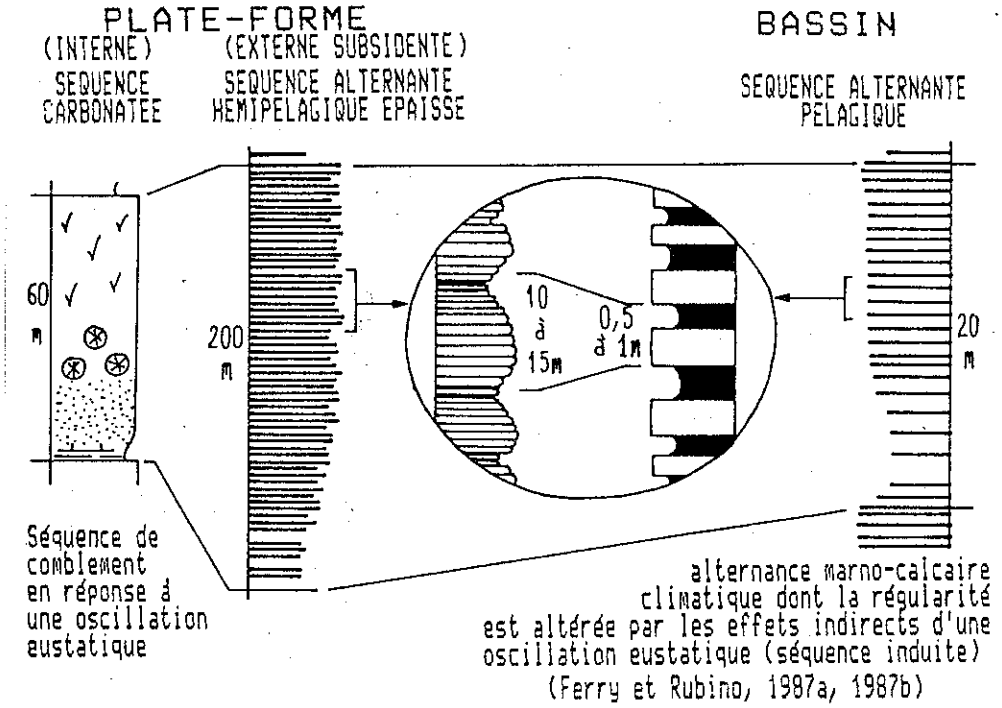


Fig. 19 : Correspondance entre la séquence carbonatée de plate-forme et la séquence alternante de bassin montrant la division du cycle élémentaire de bassin (l'alternance banc-interbanc) en un faisceau de bancs dans le secteur hémipélagique (plate-forme externe) ; (*in* FERRY & MONIER, 1987).

Il existe un stade intermédiaire entre les bancs à miches et les bancs massifs, ce sont les **calcaires michoïdes** (Bu25, Bu32)(*cf.* fig. 27). Chez ces derniers, les boules carbonatées ne sont pas complètement formées ni indépendantes les unes des autres, mais une sorte de boudinage les distingue des bancs massifs, plus homogènes.

Des bancs **calcaires à laminites**, souvent de faible épaisseur (5-15 cm en moyenne) ont été observés, notamment à la base de la coupe (Bu08). Il apparaît que ces laminations ont un litage régulier, non entrecroisé. L'origine d'un tel dépôt est incertaine, mais peut s'expliquer par une remise en suspension de particules lors de tempêtes très violentes (S.

FERRY, communication orale).

Un lit d'**argile plastique**, de 5 cm d'épaisseur, est à signaler au point d'échantillonnage Bu10.

Les faciès les plus détritiques sont représentés par des **marnes** dites "**cendrées**" (Bu30) à cause de leur couleur grise, reconnaissables également par leur altération différente des autres types de marnes. Quelques petits nodules de pyrite peuvent être rencontrés au sein de ces marnes.

Le faciès le plus représenté, du moins pour les 400 premiers mètres de la coupe, est constitué par des **marnes calcaires** présentant souvent des niveaux indurés (fig. 21). Cette sédimentation à dominante marneuse contraste, pour la même période, avec les faciès plus carbonatés présents notamment dans la région de Ruoms ou de Villeneuve-de-Berg.

Dans le cadre des formations carbonatées, la plus imposante est celle constituée par les **calcaires massifs biodétritiques** de l'**Urgonien**, d'aspect tout à fait récifal avec des débris d'Echinodermes et de Rudistes (SAYN & ROMAN, 1904, p. 616). Ces assises constituent un causse inculte et inhabité.

Sont également présents des **calcaires bioclastiques fins, massifs** (Bu47), jaunâtres, hémipélagiques, ainsi que de gros bancs de **calcaire lenticulaire**, à larges ondulations (Bu45).

Les horizons calcaires, bien représentés à partir du milieu de la coupe, correspondent au "***faciès à Spatangues***" (*Toxaster amplus*) cité notamment par SAYN & ROMAN (1904) et qui s'étend sur une large surface géographique (*cf.* fig. 20).

2.2 - Variations lithologiques

Les 400 premiers mètres de la coupe montrent une très nette prédominance des marnes. Des faisceaux de bancs réguliers et bien stratifiés (fig. 21) ainsi que, particulièrement à la base de la coupe, des bancs à laminites viennent cependant s'intercaler dans cet ensemble. Malgré le contexte nettement marneux, certains de ces faisceaux peuvent avoir une forte puissance (ex. vers 160 m un faisceau de plus de 20 m d'épaisseur forme une série de reliefs se traduisant dans le lit du ruisseau par un grand nombre de cascades).

Des marnes cendrées font une brève apparition vers 250 m puis de façon plus déterminante entre 305 et 350 m.

Les premiers bancs à tendance michoïde apparaissent vers 110 m. Le véritable faciès à miches commence vers 360 m. A partir de 415 m, les alternances faisceau calcaire / inter-faisceau marneux laissent les carbonates prendre largement le pas sur les faciès "détritiques" (marneux). Entre 520 et 600 m, les marnes sont à peine représentées. La sédimentation à tendance marneuse redevient ensuite plus importante, en restant toutefois subordonnée à la phase calcaire. Entre 605 et 660 m, des huîtres et oursins à test parfois silicifié commencent à devenir de plus en plus abondants. La présence de petits nodules de limonite est également à signaler.

Vers 765 m, les bancs à miches disparaissent pour laisser la place à une série de bancs calcaires noduleux, puis à 3 bancs de calcaire lenticulaire intercalés de marnes indurées à nodules. La série se termine avec les calcaires massifs biodétritiques et la barre urgonienne.

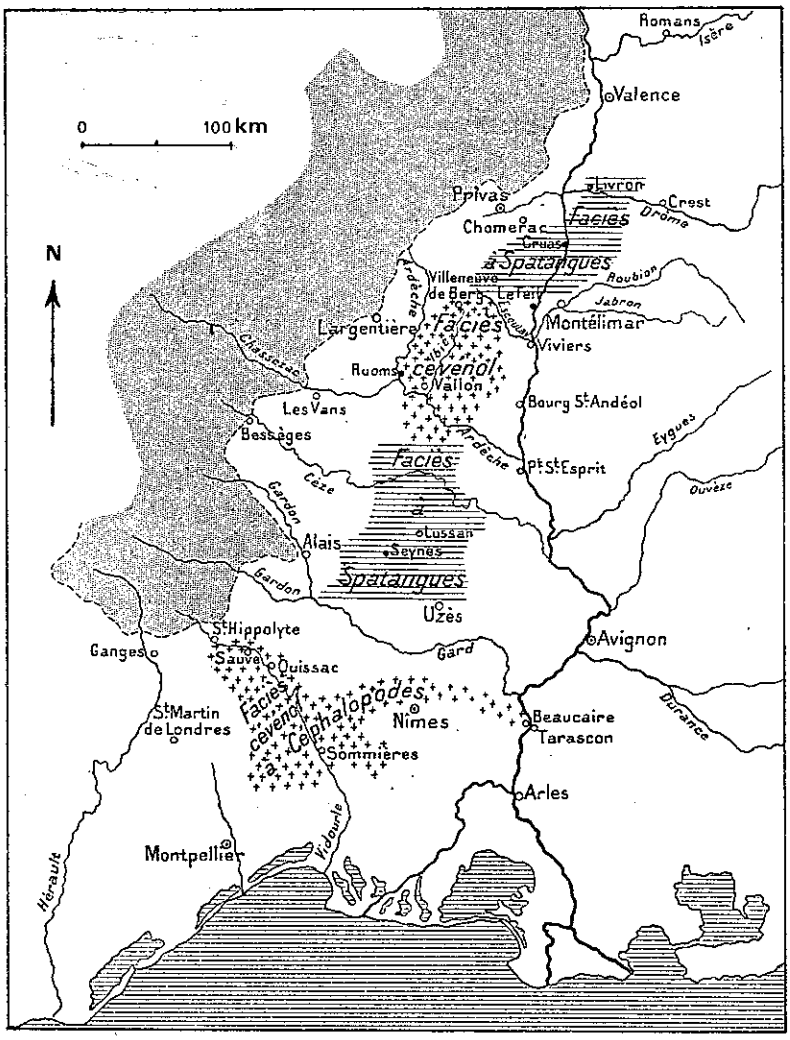


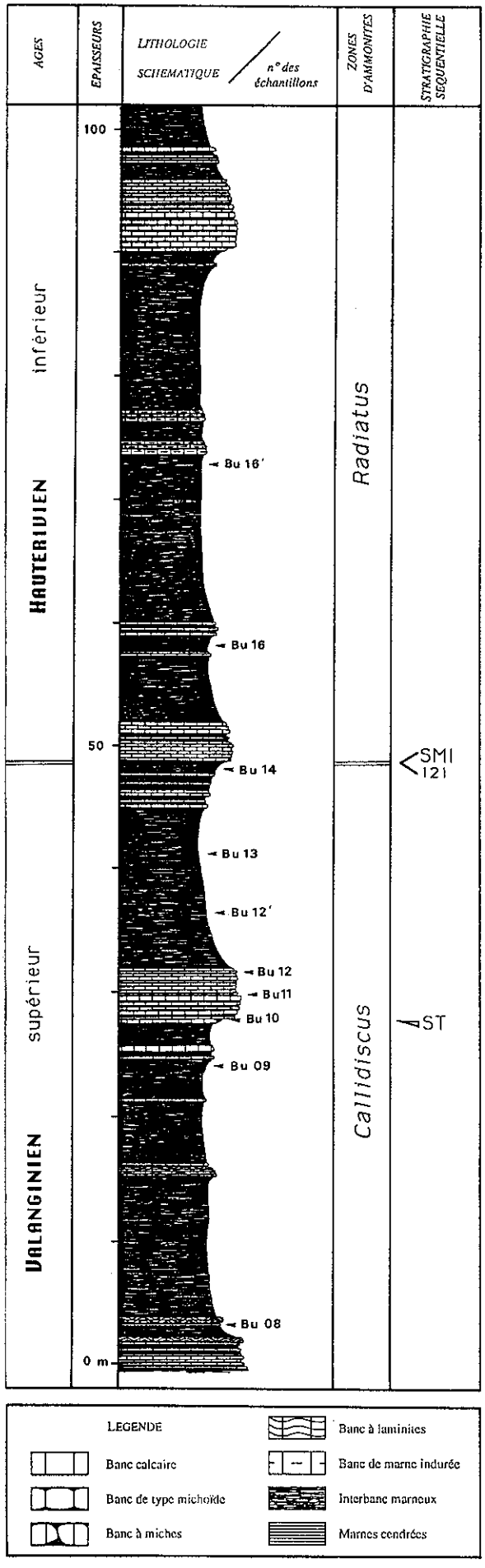
Fig. 20 : Répartition des faciès de l'Hauterivien inférieur sur la rive droite du Rhône et le Bas-Languedoc (d'après SAYN & ROMAN, 1904).

Il apparaît donc que l'Hauterivien inférieur, marneux et calcaire, est nettement plus dilaté que l'Hauterivien supérieur, à dominante calcaire.

2.3 - Apports détritiques et carbonates

Aucune analyse sédimentologique précise n'a été effectuée sur cette coupe. Les seules données antérieures dont on dispose actuellement sont celles apportées par VIGNERIE (1986, p. 6) : «L'analyse diffractométrique a permis de mettre en évidence la présence d'illite, de kaolinite, de chlorite et de smectites. Seule l'intensité du pic des smectites varie.(...). La calcimétrie a été réalisée sur 12 échantillons. Le taux de carbonates varie de 49% à 80% pour les "marnes" et atteint 90% dans les calcaires. Les marnes qui emballent les miches sont les plus carbonatées».

Une calcimétrie a été effectuée sur les échantillons des Buissières dont nous disposions : les valeurs enregistrées s'échelonnent entre 27 et 100% de $CaCo_3$; les seuls échantillons à présenter un taux de carbonate égal à 100% sont Bu46 et Bu47, c'est-à-dire ceux situés au sommet de la coupe, juste en dessous du faciès Urgonien. La courbe illustrant les variations du taux de carbonate dans les échantillons palynologique est reportée sur la figure 110.



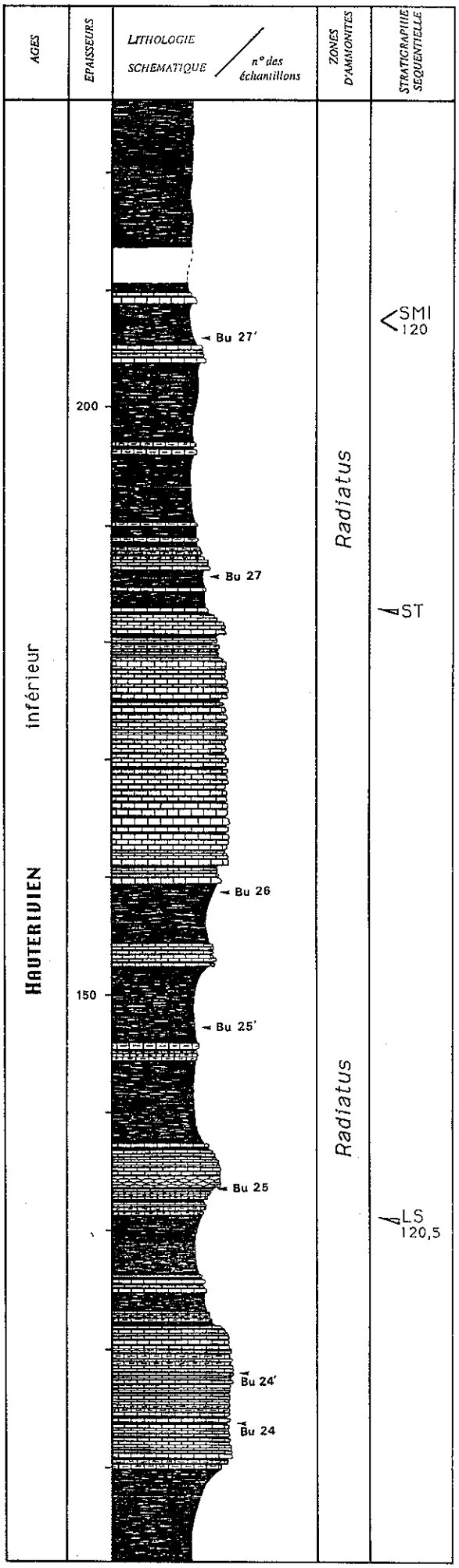


Fig. 21 : COUPE DES BUISSIERES

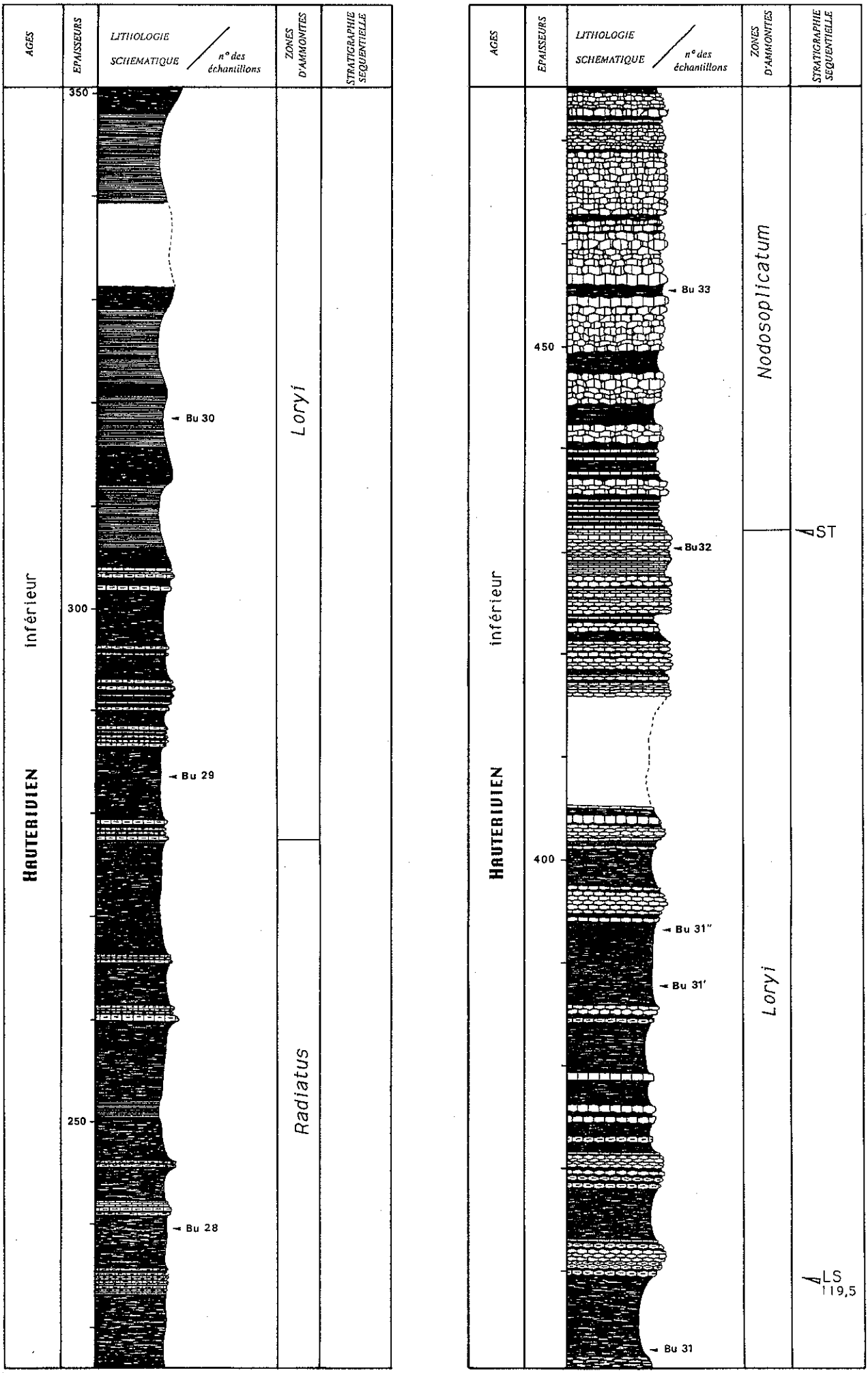
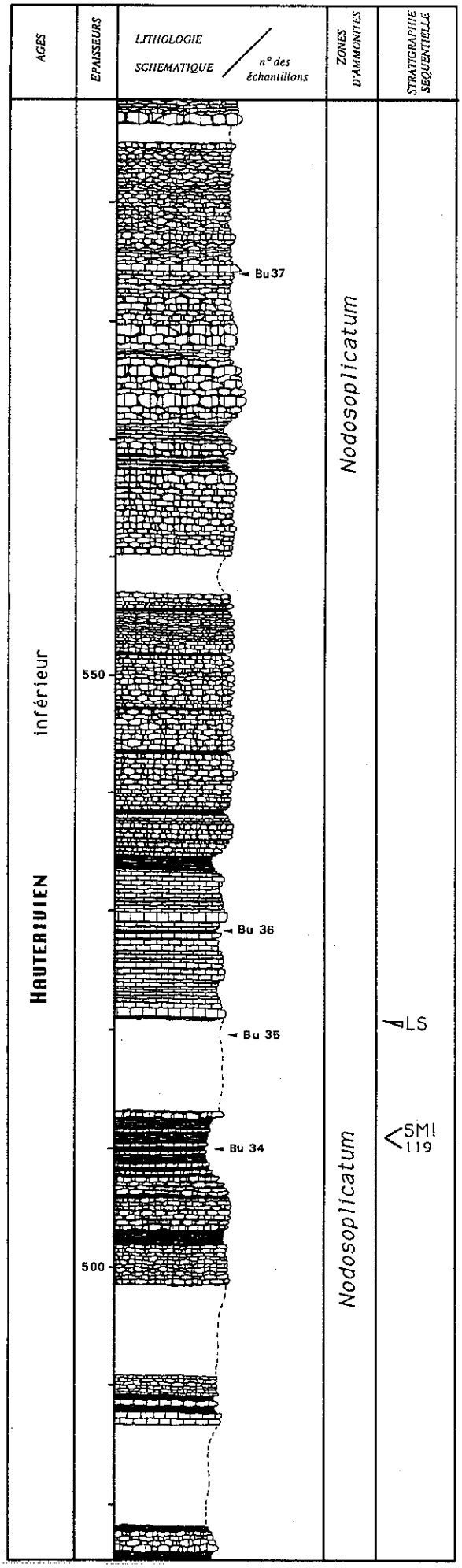

AGES
EPAISSEURS
LITHOLOGIE SCHEMATIQUE
n° des échantillons
ZONES D'AMMONITES
STRATIGRAPHIE SEQUENTIELLE
HAUTERIVIEN
inférieur
350
300
250
Bu 30
Bu 29
Bu 28
Loryi
Radiatus
450
400
Bu 33
Bu32
Bu 31"
Bu 31'
Bu 31
Nodosoplicatum
Loryi
ST
LS
119,5

Fig. 21 : (suite),


AGES
EPAISSEURS
LITHOLOGIE SCHEMATIQUE
n° des échantillons
ZONES D'AMMONITES
STRATIGRAPHIE SEQUENTIELLE
HAUTERIVIEN
inférieur
Nodosoplicatum
Bu 37
Bu 36
Bu 35
Bu 34
550
500
LS
SMI 119

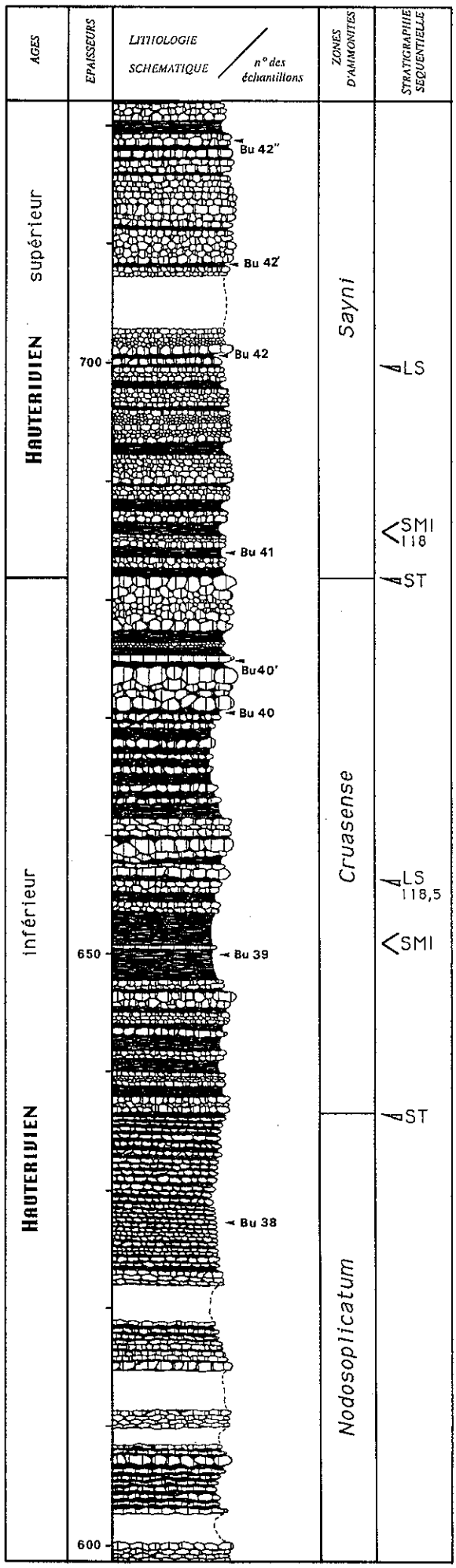

AGES
EPAISSEURS
LITHOLOGIE SCHEMATIQUE
n° des échantillons
ZONES D'AMMONITES
STRATIGRAPHIE SEQUENTIELLE
HAUTERIVIEN
supérieur
inférieur
Sayni
Cruasense
Nodosoplicatum
Bu 42"
Bu 42'
Bu 42
Bu 41
Bu40'
Bu 40
Bu 39
Bu 38
700
650
600
LS
SMI 118
ST
LS 118,5
SMI
ST

Fig. 21 : (suite),

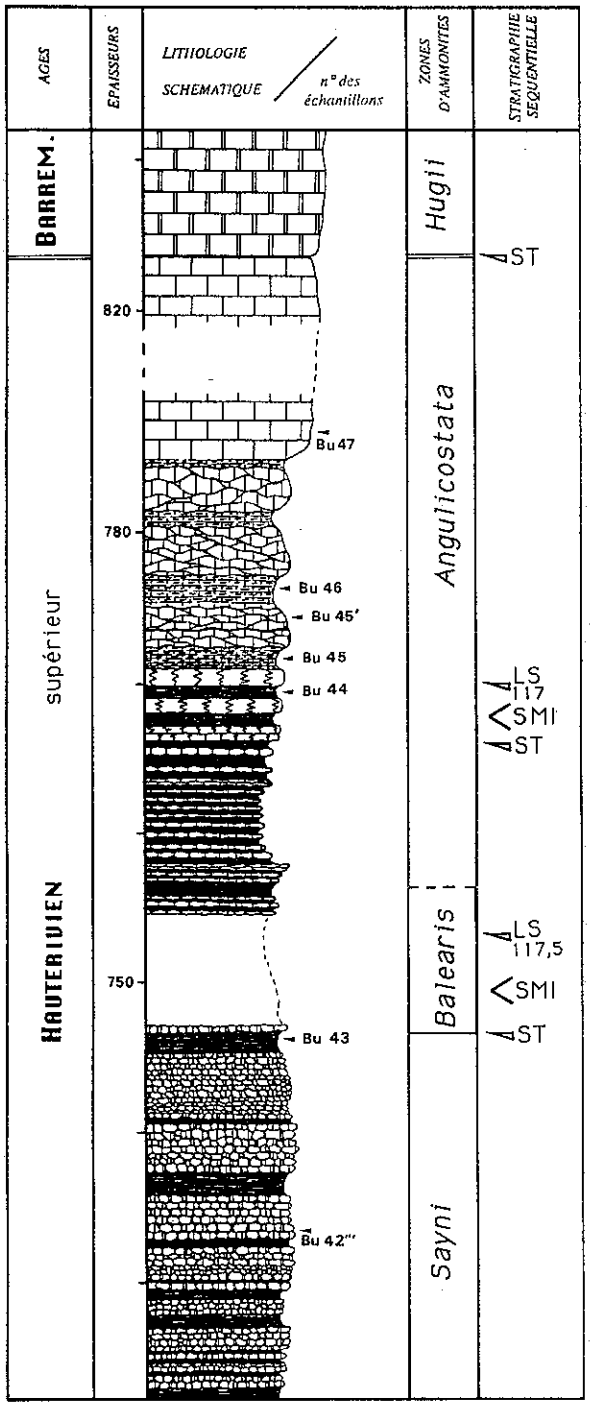


Fig. 21 : (suite et fin).

L'observation sur le terrain n'a pas permis de trouver l'équivalent des niveaux glauconieux du passage Valanginien/Hauterivien, cités dans les coupes de Baix et de Forcemale (Ardèche) respectivement par SAYN & ROMAN (1904, p. 609) et MONTEIL (1985, p. 19) ou par GIBERGY & SARROT-REYNAULD (1965, p. 759) à Charsac (Drôme). Ces niveaux glauconieux ne sont pas non plus signalés par SAYN & ROMAN (1904, p. 617) dans les environs de Villeneuve-de-Berg. Il semble donc qu'en Ardèche ces niveaux glauconieux soient absents au Sud du département

2.4 - Stratonomie

Dans des séries alternantes du Mésozoïque d'Espagne, FOUCAULT & RENARD (1987) observent une très nette corrélation entre les variations d'épaisseur des doublets calcaire-marne et les variations du $\partial^{18}O$: lorsque ce dernier diminue (corrélé par cet auteur à une augmentation de la température), l'épaisseur des doublets augmente en moyenne. Ces auteurs en déduisent qu'il existe un contrôle de l'épaisseur des couches par les variations climatiques.

FERRY & MONIER (1987) ayant démontré la concordance entre les faisceaux à dominante calcaire du domaine hémipélagique avec les bancs du domaine pélagique, la transposition de la corrélation mise en évidence par FOUCAULT & RENARD (*op. cit.*) est ici considérée comme valide.

La méthode utilisée par FOUCAULT & RENARD (*op. cit.*), qui consiste à mesurer l'épaisseur des doublets calcaire-marne, a donc été appliquée aux alternances faisceaux à tendance calcaire - interfaisceaux à tendance marneuse de la coupe des Buissières.

Nous avons classé, au sein de chaque système de dépôt (prisme de bordure de plate-forme ; intervalle transgressif ; prisme de haut niveau marin), les doublets faisceau-interfaisceau par ordre d'épaisseur croissante. La figure 22 représente le graphique auquel nous aboutissons : en abscisse est reporté le nombre des données utilisées pour chaque cortège sédimentaire, ce nombre étant ramené à un pourcentage afin que le volume des valeurs enregistrées soit le même pour les 3 types de dépôt. A partir de cette figure, nous voyons que les épaisseurs des doublets s'ordonnent de façon analogue quel que soit le type de cortège sédimentaire. Cette similitude est parfaite entre les valeurs des prismes de bordure de plate-forme (bas niveau marin) et celles des intervalles transgressifs ; la pente est très légèrement plus forte pour les valeurs obtenues avec les doublets des prismes de haut niveau marin. Il apparaît donc qu'aux Buissières l'épaisseur moyenne des doublets des intervalles transgressifs et des prismes de bordure de plate-forme sont proches et très légèrement inférieures à celles des prismes de haut niveau marin.

La même démarche a été suivie pour la coupe de Vergons (domaine pélagique). Les conclusions auxquelles ces observations nous permettent d'aboutir seront discutées plus loin (paragraphe "Stratonomie", coupe de Vergons, p. 74).

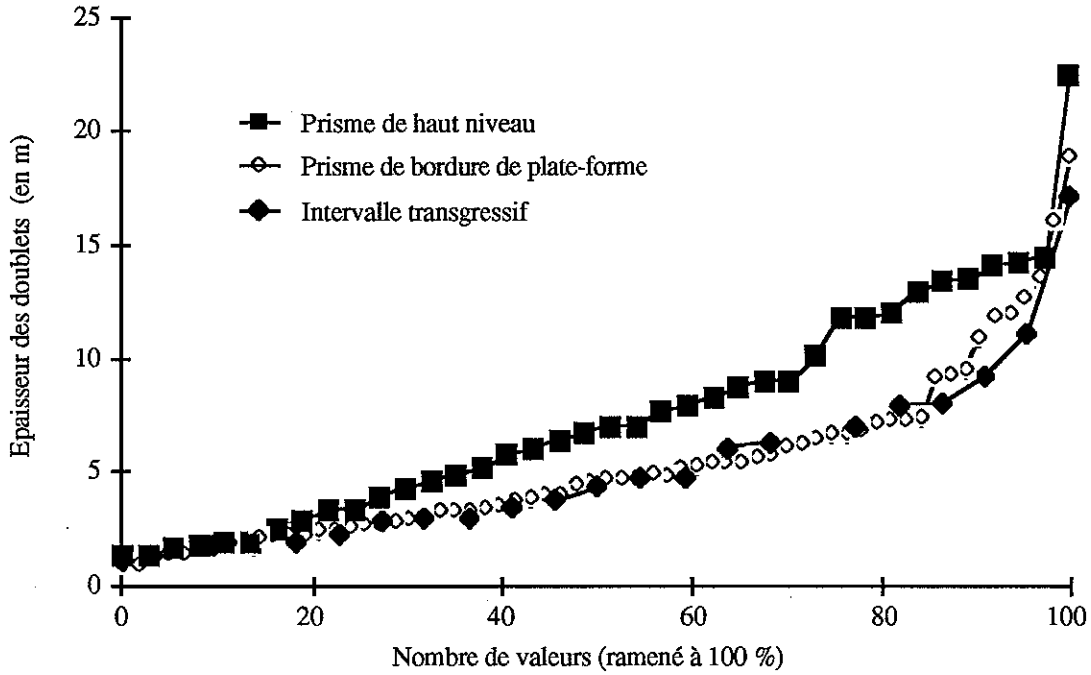


Fig. 22 : Coupe des Buissières ; relations entre les épaisseurs des doublets "calcaire-marne" et les systèmes de dépôt.

2.5 - Discussion

Pour FERRY & RUBINO (1988, p. 18) l'organisation des alternances marno-calcaires en faisceaux est caractéristique du domaine hémipélagique, et correspond selon eux à la plate-forme externe plutôt qu'au talus. Basé essentiellement sur des données sédimentologiques, ce point de vue va être comparé avec les résultats obtenus à partir d'arguments paléontologiques.

3 - PALÉONTOLOGIE

Il n'existe à l'heure actuelle que très peu d'études paléontologiques monographiques concernant la répartition des organismes fossiles le long de cette coupe. Les recherches paléontologiques aux Buissières sont dues à R. BUSNARDO pour les Ammonites (étude en cours), à B. CLAVEL pour les Echinides (étude en cours), et à VIGNERIE (1986) pour les Foraminifères et les Ostracodes. SAYN & ROMAN (1904, pp. 616-617) y ont également signalés quelques macrofossiles. BUSNARDO *et al.* (1977, pp. 33-36) apportent des informations paléontologiques synthétiques pour l'ensemble de l'Hauterivien ardéchois.

3.1 - Macrofaune

a - Céphalopodes : L'ammonitofaune est suffisamment importante pour avoir permis une biostratigraphie précise (due à R. BUSNARDO).

- *Teschenites callidiscus* est encore présent à la base de la coupe.
- *Acanthodiscus radiatus* fait son apparition au sein du faisceau situé vers 50 m. Dans la zone à *Radiatus*, ont également été rencontrées les espèces *Teschenites neocomiensiformis*, *T. flucticulus*, *Breistrofferella castellanensis*, *Leopoldia leopoldi*, *Crioceratites nolani*, et une espèce de Bélemnite, *Duvalia* sp.
- Le premier *Crioceratites loryi* a été vu, en empreinte, vers 280 m. *Neolissoceras grasi*

est présent dès la base de la zone à *Loryi*.

- *Lyticoceras nodosoplicatum* a été rencontré vers 430 m.

- *Cruasiceras cruasense* s'observe à partir de 640 m environ.

- *Subsaynella sayni* apparaît vers 680 m.

- *Balearites balearis* fait son apparition vers 745 m, au niveau du point d'échantillonnage Bu43.

- Le genre *Pseudothurmannia*, avec en particulier *P. angulicostata*, est présent en deçà de 765 m, mais sans que la jonction entre les ammonitozones à *Balearis* et à *Angulicostata* aient pu être précisées.

- Le Barrémien débute vers 825 m, après la disparition des *Pseudothurmannia* et juste avant l'apparition de *Spitidiscus hugii*.

b - Echinides : *Toxaster retusus* et *T. amplus* sont abondants à partir de 660 m environ. Avec cette espèce, se trouvent également *Holaster intermedius*.et des représentants du genre *Disaster*. SAYN & ROMAN (1904, p. 616) signalent *Toxaster complanatus* dans la zone à *Angulicostata*.

c - Bivalves : Les plus communs d'entre eux sont les *Ostrea couloni*. D'autres huîtres, plus grosses, sont également présentes, avec notamment une coquille ayant subi une silicification vers les niveaux 670 m et 690 m.

d - Brachiopodes : Ils sont également présents, avec entre autres des Rhynchonelles et quelques Térébratules.

e - Gastéropodes : Avec notamment des Vermets, rencontrés principalement dans la partie supérieure de la coupe.

3.2 - Microfaune

Les seules références disponibles concernant les microfossiles des Buissières proviennent de VIGNERIE (1986). Malheureusement ces analyses ne donnent que les grandes lignes de la distribution des organismes considérés, du fait d'un pas d'échantillonnage trop lâche et d'une trop faible quantité de sédiment analysée (=100 gr.)(*op. cit.*, p. 8).

a - Foraminifères (*cf.* fig. 23-24) : L'un des points marquants est l'absence de toute forme planctonique et benthique agglutinante . De plus, parmi les espèces déterminées, aucune n'est utilisable en tant que marqueur stratigraphique ou écologique. Les marqueurs définis par MOULLADE (1966) pour le Crétacé inférieur vocontien n'ont pas été rencontrés dans cette coupe.

b - Ostracodes (*cf.* fig. 23-24) : Les formes à paroi lisse prédominent. Les individus entiers, bivalvés, ne sont pas rares.

c - Radiolaires (*cf.* fig. 24) : Aucune détermination spécifique n'a été effectuée. Ils sont généralement de grande taille et sont abondants lorsqu'ils sont présents (*op. cit.*, p. 19).

3.3 - Nannofossiles

Aucune étude se rapportant à la nannofaune où à la nannoflore des Buissières n'est actuellement publiée.

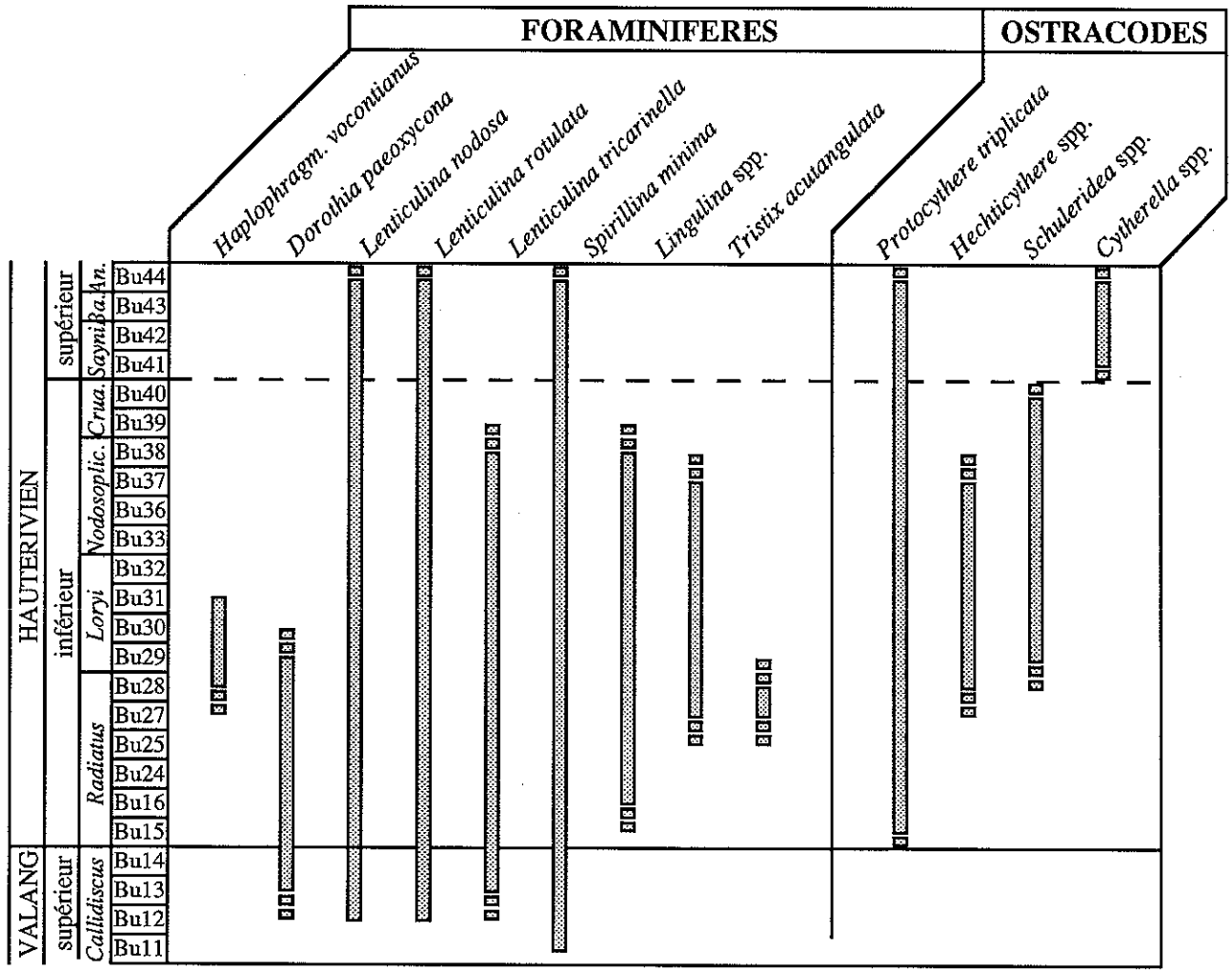


Fig. 23 : Coupe des Buissières ; répartition de quelques microfossiles (repris d'après VIGNERIE, 1986, fig. 5).

3.4 - Bilan paléontologique

La biozonation des Ammonites apporte le calage stratigraphique nécessaire pour toute comparaison avec d'autres groupes de fossiles.

D'un point de vue paléoenvironnemental, les associations paléontologiques indiquent un milieu de type épibathyal (VIGNERIE, 1986) correspondant semble-t-il à la partie supérieure du talus. Si l'on se base sur les conclusions paléontologiques des Buissières, il apparaît que FERRY & RUBINO (1988, p. 18) assimilent le domaine hémipélagique à un milieu moins distal et donc moins profond que celui reflété par les associations fauniques de cette série.

4 - STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE

Le positionnement des limites est le résultat des observations de P. VAIL et J. HARDENBOL sur le terrain. Les discussions que j'ai eu ultérieurement avec ces auteurs, le log lithologique de la coupe et un grand nombre de photographies de terrain nous servant alors de documents de base, nous ont permis d'affiner la localisation de ces limites. Les discussions que j'ai eu avec B. CLAVEL peu de temps avant ma dernière rencontre avec P. VAIL, en juillet 1989, furent également d'un grand intérêt.

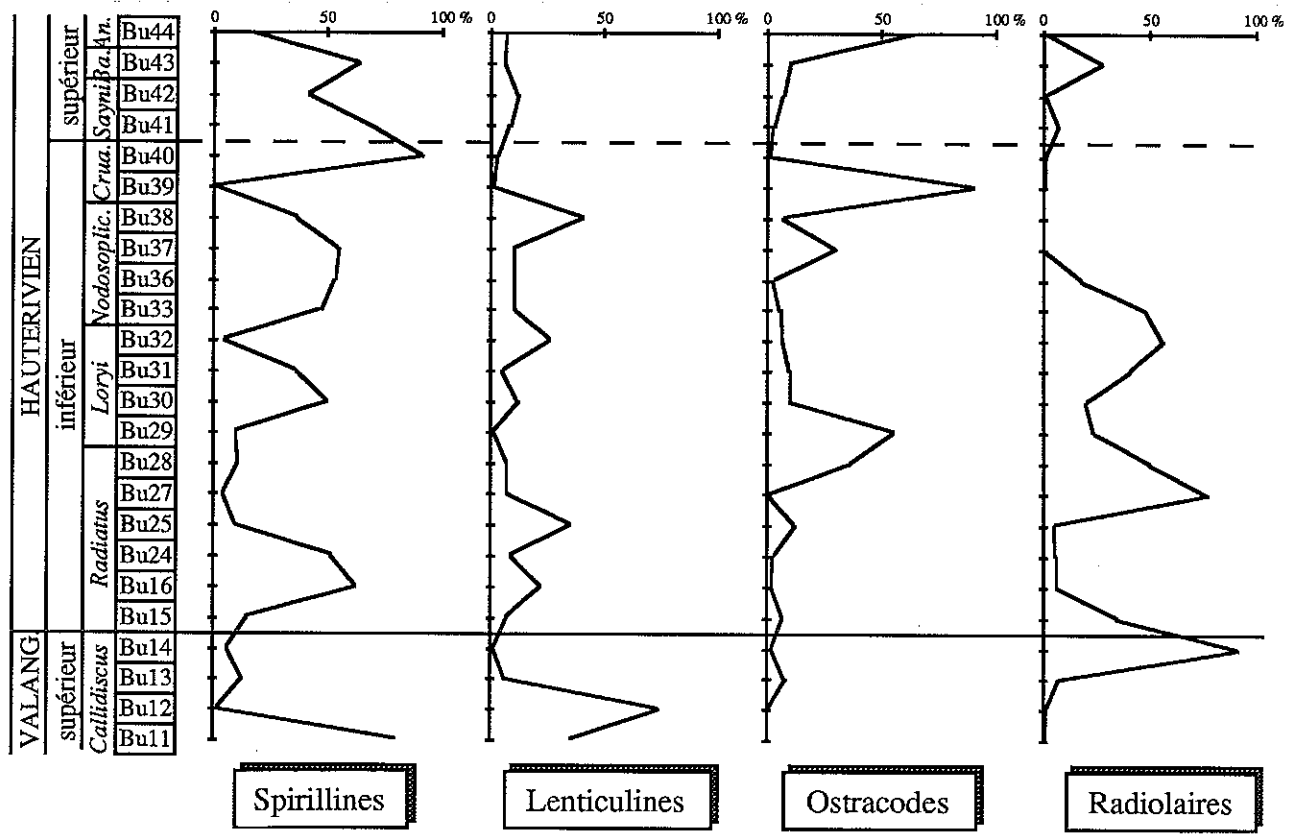


Fig. 24 : Coupe des Buissières ; variations des fréquences relatives de la microfaune (repris d'après VIGNERIE, 1986, fig. 5).

La position des limites de la stratigraphie séquentielle reconnues sur la coupe des Buissières est reportée sur la figure 21 ; ces limites sont présentées ci-dessous en suivant l'ordre stratigraphique.

Lorsqu'une limite est associée à une date, son âge est cité en référence, immédiatement à droite de ses initiales ; si ce n'est pas le cas, j'ai arbitrairement accolé à ces initiales les 3 premières lettres de la zone d'Ammonite dans laquelle se trouve la limite considérée.

- **ST Cal.** : Cette *surface de transgression*[1] se trouve au sommet de la zone à *Callidiscus*, au niveau du lit d'argile plastique présent à la base du faisceau calcaire situé vers 28 m (point Bu10).
- **SMI 121** : Cette surface de maximum d'inondation coïncide avec le début de la zone à *Radiatus* et se place vers 48 m.
- **LS 120,5** : Placée vers 130 m, entre les points d'échantillonnage de Bu24' et Bu25. Cette limite de séquence marque le début du cycle de 3ème ordre LZB-2.4[2].
- **ST Rad.** : Cette limite se situe vers 185 m, au sommet d'un long faisceau calcaire. Elle marque la fin d'un prisme de bas niveau marin, à tendance calcaire, et le début d'une transgression avec prédominance de faciès marneux.
- **SMI 120** : A partir de cette limite, placée vers 205 m, se développe un prisme de haut

1) VAIL *et al.* (1990, p. 5) préconisent l'abandont de ce terme au profit de "*top lowstand surface*" ; ce dernier terme n'ayant pas encore de traduction française adéquat, celui de "*surface de transgression*" est maintenu, mais écrit en italique pour signifier la nuance avec l'ancienne acceptation. [*cf.* chapitre I].

2) D'après la nomenclature figurant sur la charte de chronostratigraphie séquentielle *in* HARDENBOL *et al.* (1987, fig. 2).

niveau marin au sein duquel se déposent notamment les marnes cendrées.

- **LS 119.5** : Placée vers 360 m, cette limite de séquence (LZB-2.5) coïncide avec l'arrivée des premiers calcaires à miches.

- **ST Nod.** : Le début de la zone à *Nodosoplicatum* repose sur une surface de transgression, située vers 433 m.

- **SMI 119** : Entre 506 et 513 m, se trouve un passage marneux au sein duquel est placé l'intervalle condensé daté à 119 Ma.

- **LS Nod.** : Cette limite de séquence est placée à la base d'une longue série de faisceaux calcaires très rapprochés les uns des autres.

- **ST Cru.** : Elle est positionnée vers 635 m, au début d'un nouveau passage plus marneux. Cette surface correspond également à la base de la zone à *Cruasense*.

- **SMI Cru.** : Cette surface est placée vers 650 m.

- **LS 118.5** : Placée vers 655 m, cette limite marque le début d'un nouveau cycle de 2ème ordre (LZB-3).

- **ST Say.** : Il s'agit à nouveau d'une surface de transgression synchrone avec le début d'une zone d'Ammonite : ici la zone à *Sayni*.

- **SMI 118** : Peu caractérisée ici, cette limite est placée en dessous de 685 m.

- **LS Say.** : Le début de ce nouveau cycle eustatique est situé vers 700 m.

- **ST Bal.** : Encore une surface de transgression sur laquelle repose la base d'une zone d'Ammonite : en l'occurrence, la zone à *Balearis*.

- **SMI Bal. et LS 117.5** : La position des ces 2 limites, contenues dans la zone à *Balearis*, est incertaine car elles sont situées dans une lacune d'observation due à une végétation dense.

- **ST Ang.** : Située vers 765 m, dans la zone à *Angulicostata*, cette surface marque la fin du faciès à miches.

- **SMI Ang.** : La succession des limites de la stratigraphie séquentielle s'accélère, du fait du faible taux de sédimentation à cet endroit de la coupe. Placée vers 768 m, la présente surface est peu marquée car s'inscrivant dans un intervalle marneux très peu épais, encadré par des calcaires noduleux.

- **LS 117** : C'est la dernière limite de séquence de l'Hauterivien. Elle est ici située vers 770 m, à la base des marnes à nodules qui précédent les bancs de calcaires lenticulaires.

- **ST Hug.** : Cette limite se marque avec l'arrivée du faciès urgonien, en dessous de 825 m.

A l'exception des deux limites situées dans des lacunes d'observation (SMIBal., LS117,5), toutes les limites de la stratigraphie séquentielle reconnues par VAIL et son équipe pour l'Hauterivien ont pu être retrouvées. Bien que le taux de sédimentation diminue fortement vers le haut de la coupe, induisant une forte concentration des phénomènes enregistrés, les limites sont toutes présentes individuellement, sans superposition. Ainsi, 6 des 7 limites de séquences, correspondant aux 7 cycles eustatiques majeurs de cet étage, sont inscrites dans la séries des Buissières. Le fait que la limite de séquence LS117,5 n'ai pas été repérée, car située dans des niveaux masqués par une végétation abondante, n'implique pas que cette limite n'est pas

enregistrée.

Les limites datées de la stratigraphie séquentielle permettent d'évaluer le taux de sédimentation moyen de l'ensemble de la coupe. Les 722 m de sédiments hauteriviens compris entre la SMI121 et la LS117 impliquent un taux de sédimentation global de l'ordre de 180 m/Ma soit 18 cm/1000 ans (après diagenèse et compaction). La sédimentation est cependant loin d'être régulière, puisque son taux peut être estimé à environ 229 m/Ma pour l'Hauterivien inférieur et à environ 93 m/Ma pour l'Hauterivien supérieur (*cf.* p. 83).

D - CONCLUSION

Bien qu'encore peu étudiée de façon précise et systématique, tant d'un point de vue paléontologique que sédimentologique, la coupe des Buissières présente l'avantage de développer une série dilatée (tout au moins pour sa partie inférieure) où toutes les zones d'Ammonites sont présentes ainsi que toutes les limites de la stratigraphie séquentielle (si la position de ces dernières est incertaine, leur existence dans cette coupe n'en est pas moins réelle). Par cet énorme (et rare) avantage, on comprend tout à fait l'intérêt que peut susciter une telle coupe, d'ailleurs proposée comme hypostratotype de l'Hauterivien en faciès hémipélagique par BUSNARDO (communication personnelle).

Fig. 25 : Coupe des Buissières ; exemple de sédimentation à dominante marneuse (base de la zone à *Radiatus*).

Fig. 26 : Coupe des Buissières ; exemple d'un faisceau calcaire dans un contexte sédimentaire à tendance marneuse (sommet de la zone à *Callidiscus* ; points d'échantillonnage Bu10-11-12).

Fig. 27 : Coupe des Buissières ; bancs à faciès de type michoïde (sommet de la zone à *Radiatus* ; sous le point Bu27').


25


26


27

Fig. 28 : Coupe des Buissières ; exemple d'une série de bancs à faciès miche (base de la zone à *Sayni* ; point Bu41).

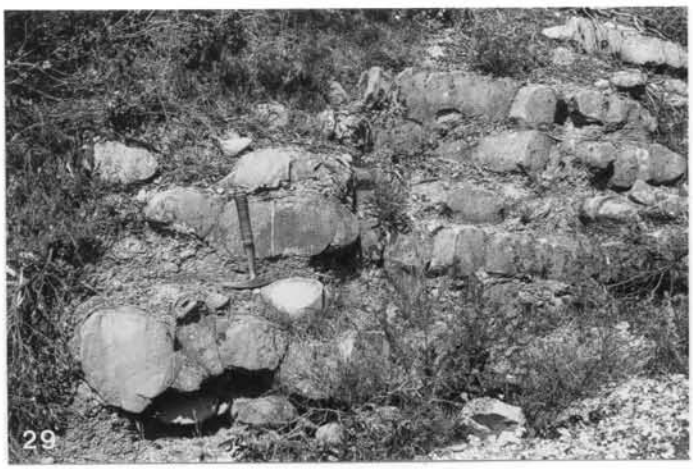
Fig. 29 : Coupe des Buissières ; bancs à faciès miche (zone à *Nodosoplicatum* ; environ cote 555 m).

Fig. 30 : Coupe des Buissières ; surface d'un banc à faciès miche (début de la zone à *Sayni* ; entre les points Bu41 et Bu42).

Fig. 31 : Coupe de Vergons ; exemple d'alternances "calcaire-marne" typiques du domaine pélagique vocontien (ici alternances régulières)(base de la zone à *Sayni* ; niveau des bancs n° 87 à 104).

Fig. 32 : Coupe de Vergons ; exemple d'alternances à dominante marneuse (base de la zone à *Sayni* ; entre les bancs n° 75 et 84).

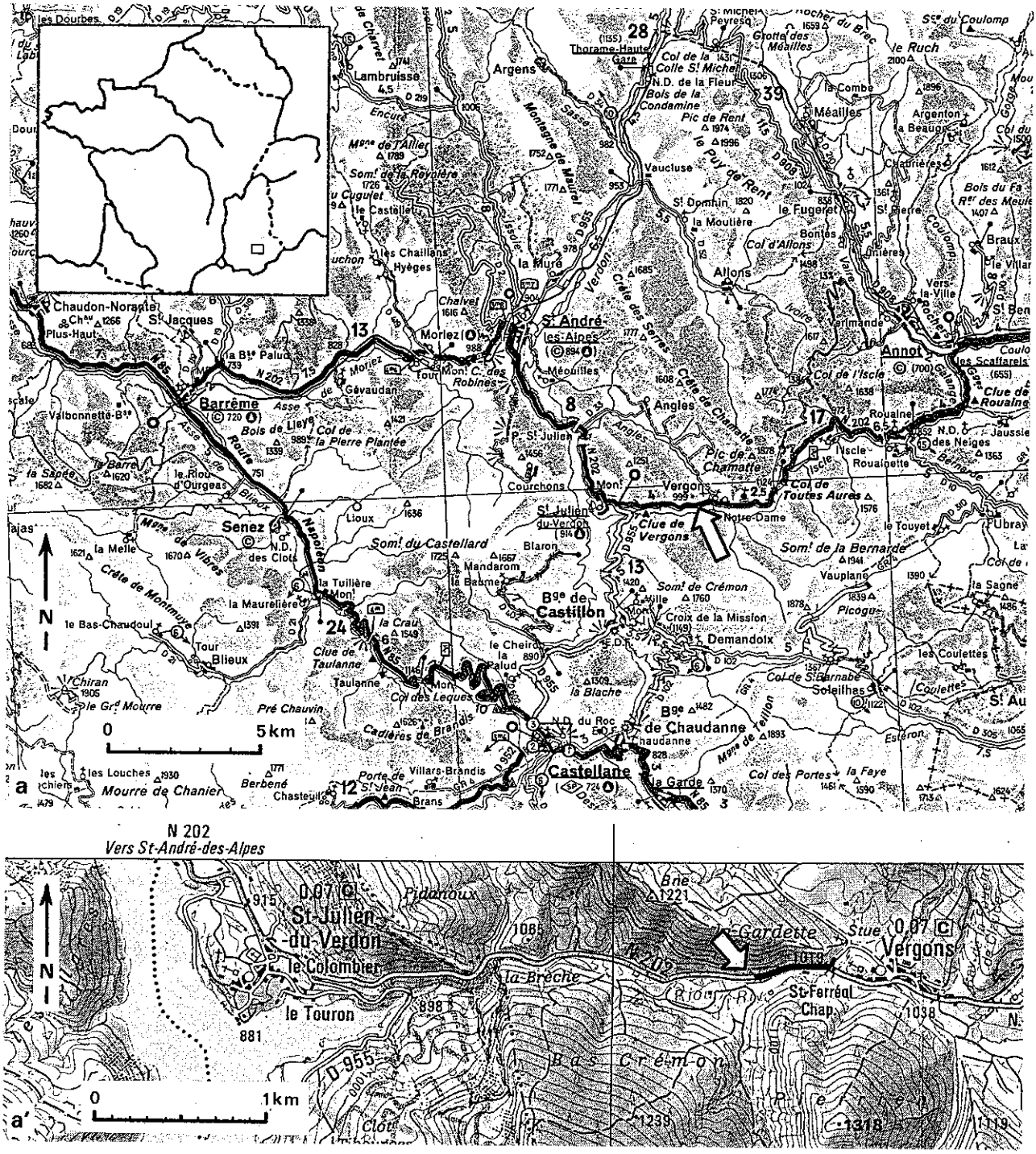

28


29


30


31


32


a
a'
N
0
5 km
1 km
Castellane
Chaudon-Norante
Barrême
Senez
Saint-André-les-Alpes
Saint-Julien-du-Verdon
Vergons
Allons
Annot
Castillon
Demandolx
Col d'Allons
Col de Toutes Aures
Col des Leques
Col des Portes
Col de la Colle St Michel
Col de l'Iscle
Col de St Barnabé
Clue de Vergons
Clue de Taulanne
Clue de Rouaine
Crête de Montmuyo
Crête de Chamatte
Crête des Serres
Mourre de Chanier
Pic de Rent
Pic de la Chamatte
Montagne de Mallet
Bois de Lieys
Bois de la Condamine
Bois du Fa
Vaucluse
Thorame-Haute
Argens
Lambruisse
Morlez
Barre
Blieux
Taulanne
Brans
Allons
Annot
Vergons
Castellane
Demandolx
Soleilhas
Méailles
Argenton
Braux
Rouaine
Jausiers
Colmars
Vers-la-Ville
Saint-Benoît
Saint-Auban
Ubraye
Le Touvet
Vaulapane
Picogus
Les Couletes
Le Fugeret
Saint-Domnin
La Moutière
Les Scaffarels
Clue de Rouaine
Col de Toutes Aures
Col de l'Iscle
Col de St Barnabé
Col des Portes
Col des Leques
Col d'Allons
Col de la Colle St Michel
Col de Crémon
Col de la Bernarde
Col de Valbonnette
Col de la Pierre Plantée
Col de Gévaudan
Col de Chamatte
Col de Crémon
Col de la Croix de la Mission
Col de la Colle St Michel
Col de la Colle St Michel
Col de la Colle St Michel

II - COUPE DE LA CLUE DE VERGONS

A - LOCALISATION

La coupe décrite ci-dessous se situe sur le département des Alpes-de-Haute-Provence, à une quinzaine de kilomètres de Castellane. La série hauterivienne affleure le long de la route nationale N. 202, entre St-Julien-du-Verdon et Vergons, à environ 1 km de ce dernier village (fig. 33).

Les coordonnées Lambert III de la base de la coupe (fig. 39[1]) sont : x = 940,5 km ; y = 188,1 km ; z = 1020 m (d'après la carte IGN de Castellane à 1:50.000).

B - CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

Au sein de la province vocontienne, la sédimentation hauterivienne de Vergons représente un des faciès les plus profonds, avec des alternances marno-calcaires monotones, totalement dépourvues d'intercalations sableuses, graveleuses ou bioclastiques (COTILLON, 1968, p. 39).

Ayant dans le cadre de cette étude une coupe représentant un domaine hémipélagique (coupe des Buissières), il était intéressant de comparer ces faciès avec ceux d'un contexte pélagique, plus profond.

L'intérêt d'étudier une telle série, avec ce type de sédimentation, réside dans le fait qu'elle représente une zone marine intermédiaire, protégée à la fois des influences continentales trop marquées et des actions dissolvantes des eaux profondes. Ainsi, c'est la seule zone où l'on puisse espérer que les fluctuations des paramètres tant océaniques que continentaux soient enregistrées avec la plus grande fidélité (COTILLON *et al.*, 1979, p. 1122).

Située dans le **domaine provençal subalpin** (fig. 34), la coupe prend place dans un contexte géologique et structural particulier qu'est l'**Arc subalpin de Castellane**. Celui-ci est morphologiquement divisé en deux branches, dues à un empilement de plis chevauchants orientés

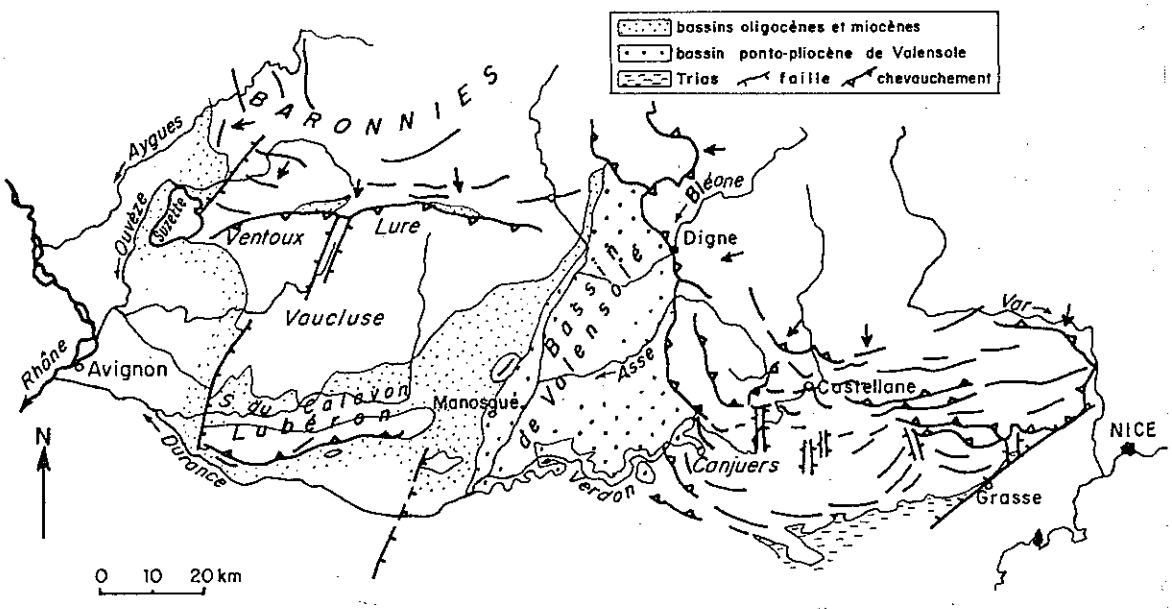


Fig. 34 : Carte schématique de la Provence subalpine (*in* GOUVERNET *et al.*, 1971).

1) Pour la numérotation des doublets "calcaire-marne", à chaque banc a été associé l'interbanc supérieur et non celui inférieur. Ceci par analogie avec les séquences des cycles de 3ème ordre où, selon le modèle de VAIL *et al.*, les faisceaux à dominante marneuse font suite à ceux à dominante calcaire.

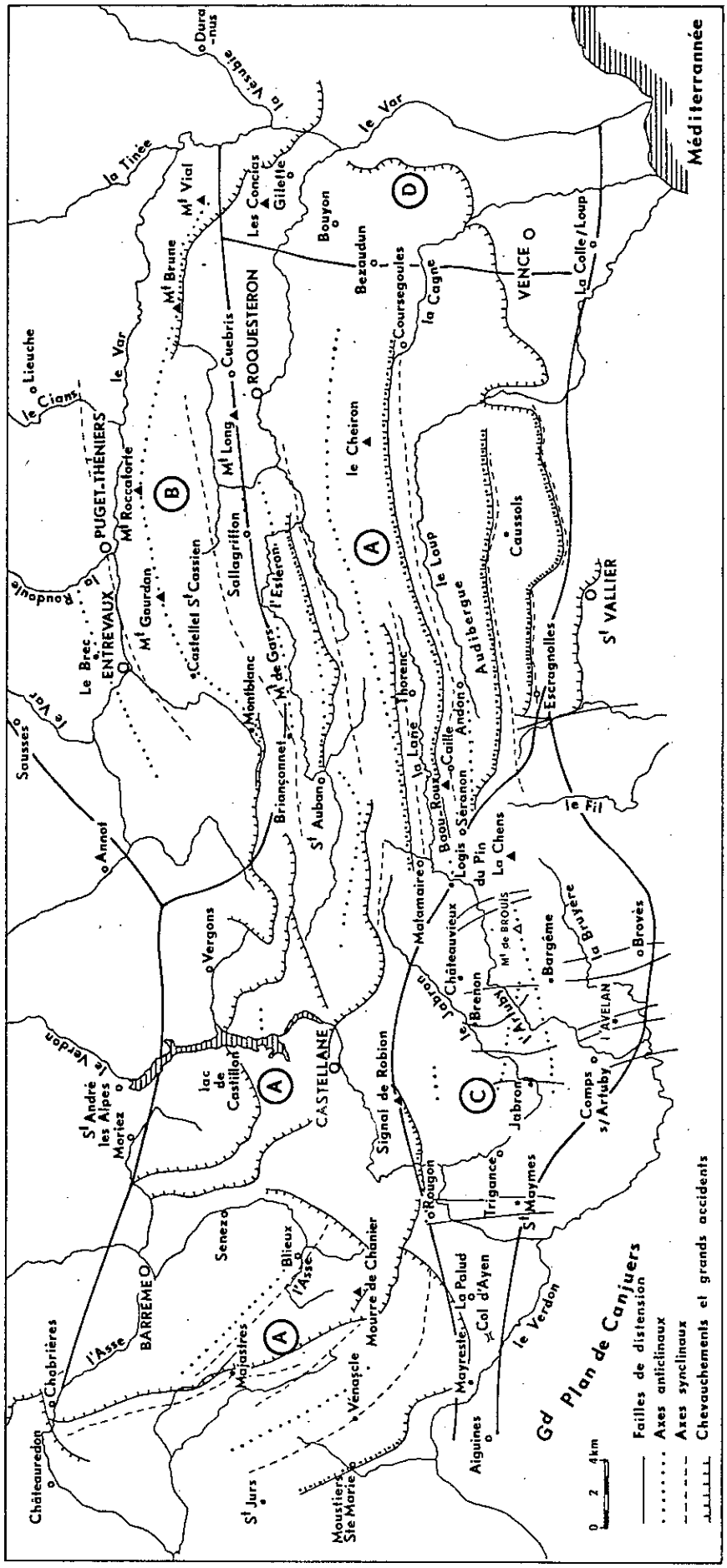


Fig. 35 : Cadre géographique et structural de l'Arc de Castellane (d'après C OTTLON, 1968).

du nord-ouest au sud-est, de Digne au Mourre de Chanier (Ouest de Castellane), puis d'ouest en est entre le Verdon et le Var (fig. 35 et 36)(COTILLON, 1971, p. 29). Il correspond à une unité de couverture mésozoïque décollée du socle et de son tégument permo-werfénien.

D'un point de vue sédimentaire et tectonique, l'Arc de Castellane s'étend sur deux[1] régions distinctes, avec un domaine alpin au nord, et un domaine provençal au sud (fig. 35)(COTILLON, 1974, p. 583 ; 1975a, p. 79).

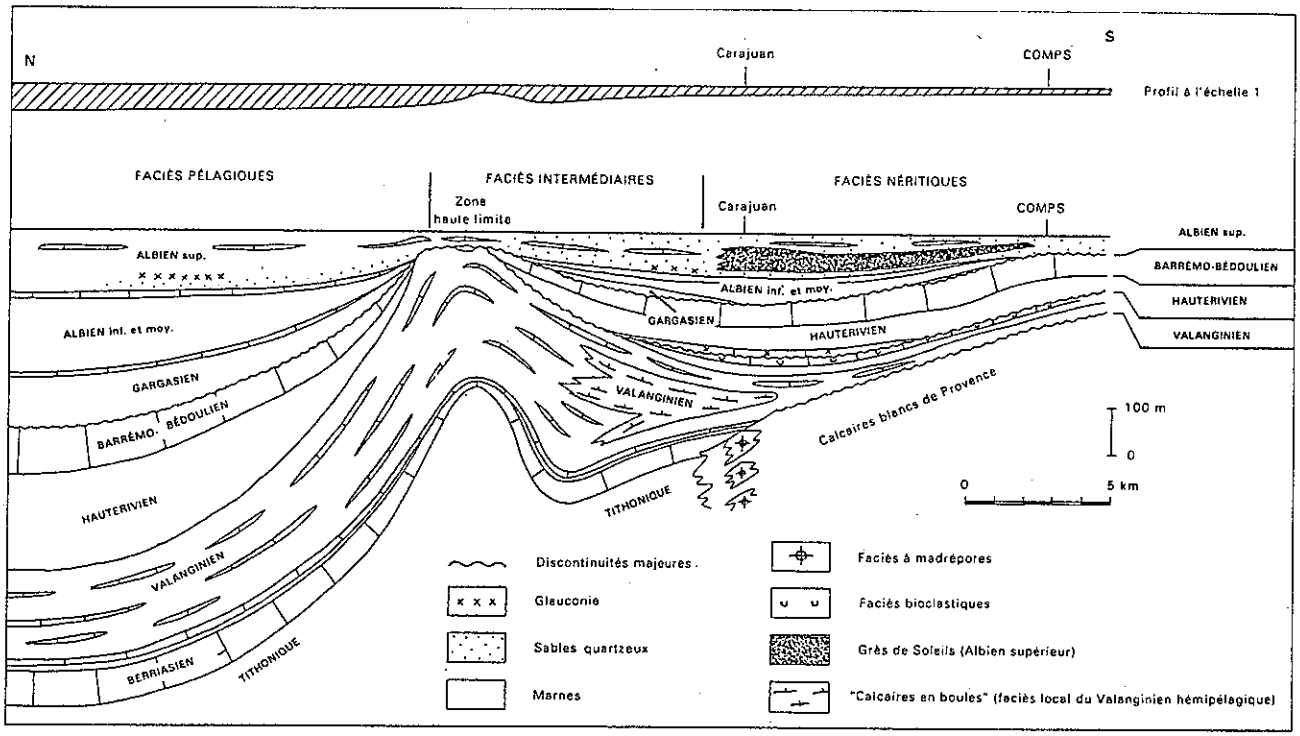


Fig. 36 : Coupe nord-sud du Crétacé inférieur de l'Arc de Castellane (d'après COTILLON, 1975a, 1984).

Le **domaine alpin** (qui intéresse la coupe de Vergons), le plus interne, était relativement profond et à l'abri des influences continentales directes, marqué par une sédimentation pélagique abondante et pratiquement continue ; parmi les Ammonites, les formes nageuses et planctoniques y prédominent (COTILLON, 1974, p. 583). Le **domaine provençal** correspondait au contraire à une plate-forme sous plus faible tranche d'eau, favorable au développement des faciès néritiques et des faunes benthiques qui le caractérisent. Ces dépôts moins épais sont fréquemment coupés de discontinuités (COTILLON, 1975a, p. 79). La discontinuité "néocomienne" (COTILLON, *ibid.*) affecte l'ensemble de la zone provençale à la limite Valanginien/Hauterivien : lorsqu'il est établi sur des calcaires, le plan de discontinuité comporte des perforations de lithophages ou des terriers en U

[1]) Il est important de noter que jusqu'au Valanginien, et depuis le Portlandien, ce sont non pas deux mais trois domaines sédimentaires qui s'individualisaient dans ce secteur (COTILLON, 1984, p. 316), avec (fig. 35) :

- au sud, un **domaine néritique** occupé par une plate-forme carbonatée héritée du Portlandien. A partir du Valanginien les faciès deviennent circalittoraux. Hauterivien et Barrémien sont hémipélagiques. L'Aptien et l'Albien y sont le plus souvent absents. Un détritisme fin, quartzo-micacé, caractérise l'Albien supérieur (Grès de Soleils).
- au centre, un **domaine intermédiaire** correspondant à une pente sous-marine se relevant du nord au sud. Les faciès y sont hémipélagiques jusqu'au Valanginien. Au Gargaso-Albien, ce domaine intermédiaire s'étend plus largement au sud.
- au nord, un **domaine pélagique** de type vocontien à séries épaisses et continues très semblables à celles du Diois et des Baronnies.

horizontaux (*op. cit.*, p. 80). Pour la partie correspondant à cette période là, aucun hiatus n'est visible dans la coupe de Vergons (fig. 37). La base de la discontinuité "néocomienne" semble pouvoir être mise en parallèle avec la limite de séquence LS126 présente au début du Valanginien inférieur. Cette limite de séquence est de type 1, c'est-à-dire qu'elle marque une régression ayant dépassé le *rebord de la plate-forme* (voir chapitre I). On peut donc considérer que les dépôts

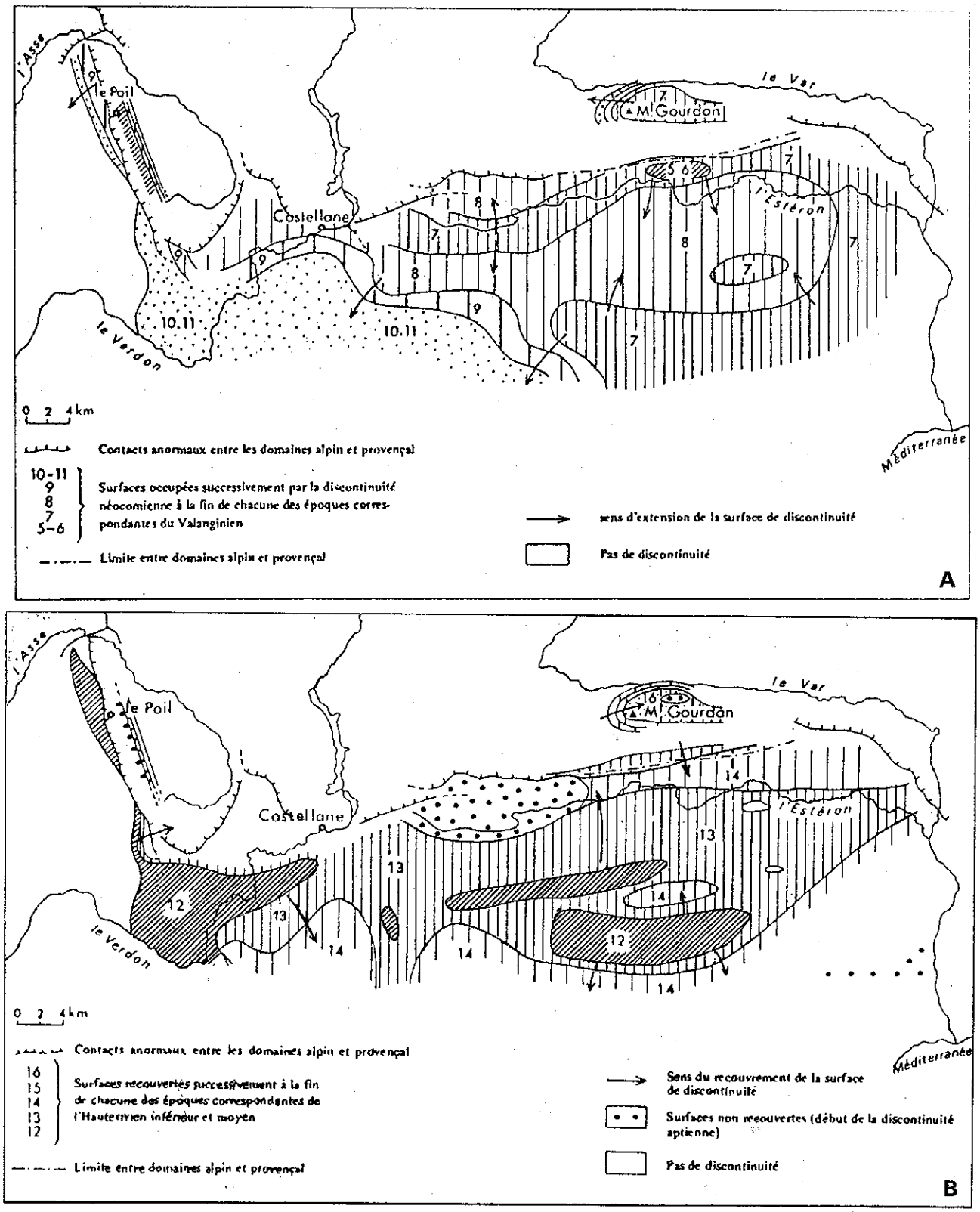


Fig. 37 : **A** - Extensions successives de la surface de discontinuité néocomienne durant le Valanginien. **B** - Recouvrement de la surface de discontinuité néocomienne durant l'Hauterivien (*in* COTILLON, 1975a).

recouvrant progressivement la discontinuité "néocomienne" correspondent au déplacement rétrogradationnel de l'intervalle transgressif du supercycle d'ordre 2, intervalle au sein duquel on peut placer la quasi totalité de l'Hauterivien inférieur.

Des resserrements tectoniques importants se sont produits sur l'ensemble du territoire occupé par ces deux domaines, mais particulièrement à leur jonction, ce qui a accentué d'autant les contrastes de toute nature existant entre eux (COTILLON, 1974, p. 583). L'ébauche d'une première phase de plissement date de l'Eocène voire du Crétacé supérieur, l'Eocène étant généralement transgressif et discordant sur les terrains antérieurs, particulièrement dans la partie sud de l'Arc (GOUVERNET *et al.*, 1971, p. 12). La première phase tectonique importante se place cependant à l'Oligocène supérieur. La phase tangentielle majeure est postérieure aux dépôts de la mer péri-alpine miocène.

C - DESCRIPTION DE LA COUPE

Paradoxalement, et contrairement à la coupe des Buissières, l'Hauterivien de la Clue de Vergons est bien connu et cité dans la littérature scientifique depuis bon nombre de décennies (KILIAN, 1895a, p. 730 ; 1895b, p. 889 ; COTILLON, 1968, p. 38, fig. 2 ; 1971 ; 1988, fig. 1 ; COTILLON *et al.*, 1980, p. 738, fig. 9 ; DARMEDRU *et al.*, 1982, p. 629, fig. 2 ; JARDINÉ *et al.*, 1984, fig. 6.16), mais sans qu'aucune étude détaillée en ai été publiée.

1 - LITHOLOGIE

1.1 - Différents types de faciès

L'Hauterivien de Vergons est représenté par une série monotone (*cf.* fig. 31, 38) où se succèdent des cycles élémentaires comptant le plus souvent trois termes, identiques à ceux reconnus par COTILLON (1974, p. 589) : marne, calcaire argileux fissile et calcaire compact plus ou moins argileux. Les calcaires argileux fissiles sont généralement moins épais que les deux autres faciès et forment souvent une zone de passage entre banc et interbanc ; ils s'identifient sur le terrain grâce à leur desquamation causée par l'érosion. Les bancs (calcaires) et les interbancs (marneux) ont une épaisseur moyenne similaire (45 cm pour les bancs calcaires et 43 cm pour les interbancs marneux)[voir le paragraphe suivant].

Une esquisse du contenu sédimentologique et paléontologique de ces alternances est illustrée sur la figure 38.

1.2 - Variations lithologiques

Bien que monotone par la répétition des **alternances "calcaire-marne"**, cette série pélagique n'en est pas moins irrégulière. Rares sont les alternances où banc calcaire et interbanc marneux ont la même épaisseur [voir le paragraphe précédent et la figure 39]. L'observation de la coupe dans son intégralité montre que des séries de cycles élémentaires s'organisent en **faisceaux** à tendance marneuse ou bien calcaire, impliquant l'existence de cycles ayant une rythmicité supérieure.

Des exemples de faisceaux à tendance calcaire sont bien visibles avec les séries allant

des bancs 21 à 30[1] ; 44 à 52 et surtout 161 à 196. Un intervalle à tendance marneuse est présent entre les bancs 75 et 80. La succession comprise entre les bancs 97 et 156 développe une série d'alternances où les calcaires ont sensiblement la même importance que les marnes.

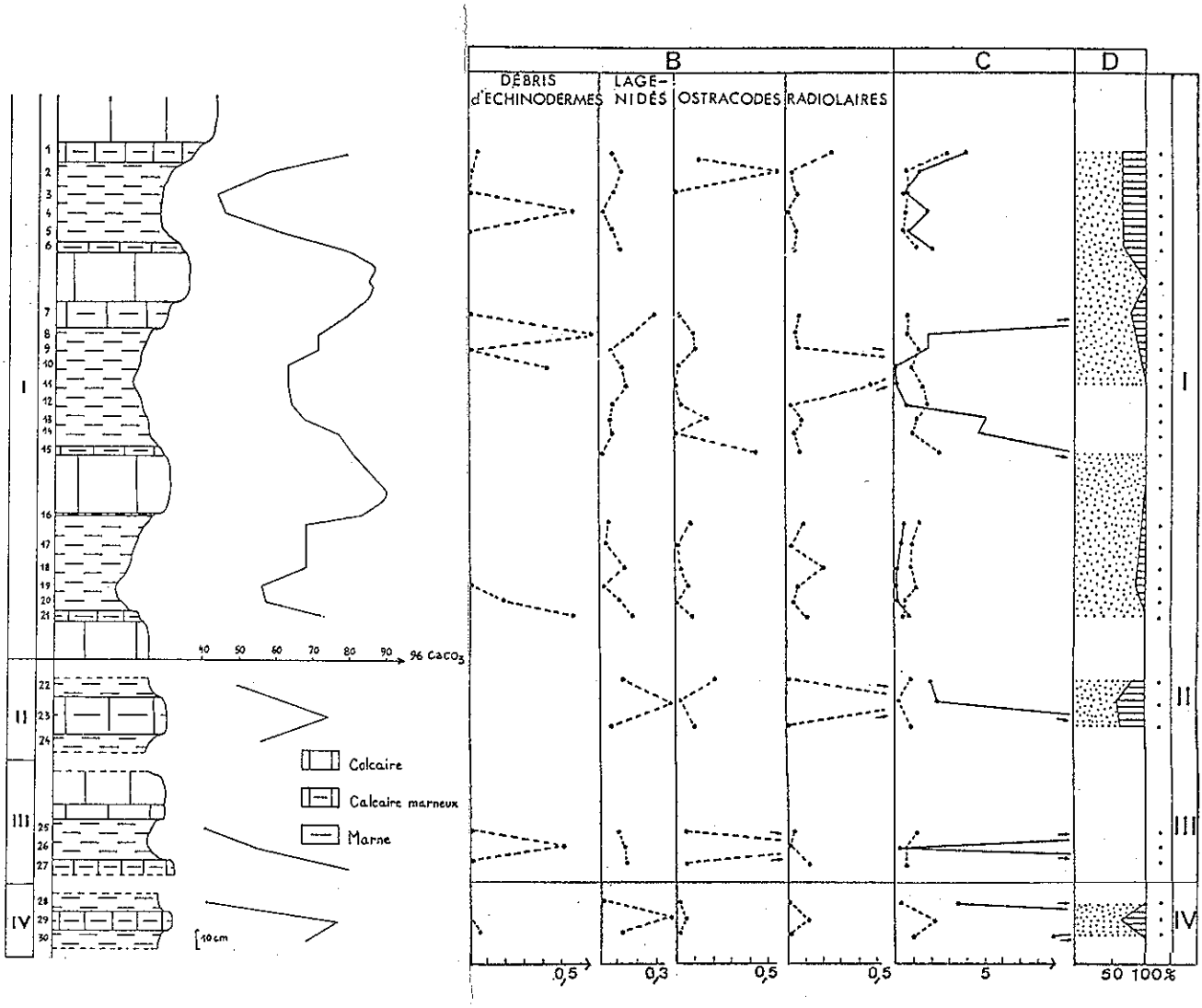


Fig. 38 : Répartition de plusieurs types de constituants au sein de séquences alternantes étudiées dans l'Hauterivien de la série de Vergons (d'après COTILLON *et al.*, 1980 ; DARMEDRU *et al.*, 1982).

III - Hauterivien inférieur (zone à *Nodosoplicatum*) ; **II** - Hauterivien supérieur (zone à *Sayni*) ; **I** - Hauterivien supérieur (zone à *Balearis*).

A - courbes calcimétriques ; **B** - courbes de répartition des restes d'organismes les plus grossiers ; en abscisse, rapport fréquence des débris de taille supérieure à 0,02 mm / fréquence des débris de taille comprise entre 0,02 et 0,01 mm (par unité de poids de sédiment) ; **C** - en traits pleins : variation du rapport fréquence des éléments planctoniques / fréquence des éléments benthiques (par unité de poids de sédiment), les éléments planctoniques étant ici représentés presque exclusivement par des Radiolaires ; **D** - proportion relative des principaux constituants de la matière organique (pointillés = matière organique d'origine continentale ; traits horizontaux = matière organique d'origine marine + matière organique d'origine inconnue).

Une lentille d'**argile plastique** est à signaler dans l'interbanc 76-77 (échantillon H21').

Plusieurs tronçons de la coupe montrent des niveaux perturbés par des phénomènes synsédimentaires tels que des écoulements gravitaires de type slump.

---

1) La numérotation des bancs adoptée ici s'efforce de suivre une numérotation déjà établie par R. BUSNARDO dans le courant des "années 1960", et dont des traces à la peinture rouge (en partie effacées) subsistaient sur certains bancs.

1.3 - Apports détritiques et carbonates

Ils sont très réduits pour l'ensemble du Bassin vocontien à cette époque (COTILLON, 1968, p. 39). Aucune indication ne concerne Vergons en particulier, excepté la présence de quartz détritique plus grossier et plus abondant à la base de la coupe (*op. cit.*, fig. 2).

L'observation sur le terrain n'a révélé l'existence d'aucun niveau glauconieux, bien que la présence de quelques grains, accompagnés d'éléments phosphatés, ait été signalée par COTILLON (1968, fig. 2). Rare à Vergons, la glauconie peut être abondante dans des localités géographiquement proches ; par exemple près de Chabrières ou, plus au sud, de Moustier, d'Escragnolles ou de la Marthe (Alpes-de-Haute-Provence) dans la zone à *Radiatus* (KILIAN, 1895b, p. 897; ZÜRCHER *in* KILIAN, 1895b, p. 899). Les niveaux glauconieux importants restent exceptionnels dans les faciès pélagiques de l'Hauterivien inférieur (KILIAN, *ibid.* ; COTILLON, 1968, p. 81, fig. 7).

Une série de calcimétries a été effectuée sur les échantillons prélevés pour la palynologie (interbancs marneux). Les teneurs en $CaCO_3$ varient entre 31 et 88% (fig. 111).

1.4 - Stratonomie

- **Age moyen des alternances** : Connaissant la stratigraphie de cette coupe (biostratigraphie et stratigraphie séquentielle, *cf.* chapitres I et II), il a été possible de calculer la durée moyenne des cycles élémentaires, c'est-à-dire des alternances "calcaire-marne".

La base de l'Hauterivien est datée (selon HAQ *et al.*, 1987b) à 121 Ma et se situe, à Vergons, au niveau du banc 07. La limite Hauterivien/Barrémien datée (selon HAQ *et al.*, 1987b) à 116,5 Ma se trouve, elle, sur le banc 206.

On peut ainsi considérer qu'à Vergons, 199 cycles élémentaires ont été enregistrés durant les 4,25 Ma qu'a duré l'Hauterivien. Ceci implique une durée moyenne de 21.356 ans pour chaque alternance. Même si les parties affectées par des phénomènes de slumping viennent entacher d'erreur cette valeur, celle-ci reste toutefois très proche de la moyenne de 21.111 ans calculée par RIO *et al.* (1989) pour l'intervalle Berriasien-Barrémien dans la région de Castellane. Ces valeurs sont à rapprocher des périodicités reconnues au Cénozoïque pour la précession des équinoxes (19.000 et 23.000 ans) [*cf.* RIO *et al.* (1988, 1989)].

Ce type d'investigation n'a pas pu être réalisé aux Buissières car, à cause des lacunes d'observation, tous les faisceaux composant l'Hauterivien n'ont pu être recensés. Ainsi la périodicité d'un doublet ne pourra pas être comparée à son équivalent du domaine hémipélagique, c'est-à-dire à celle d'une alternance faisceau-interfaisceau.

- **Evolution des doublets "calcaire-marne"** : Les épaisseurs des doublets de la coupe de Vergons ayant été mesurées, j'ai classé par ordre d'épaisseur croissante les doublets "banc-interbanc" au sein de chaque système de dépôt (prisme de bordure de plate-forme ; intervalle transgressif ; prisme de haut niveau marin). Le résultat obtenu (fig. 40) va tout à fait dans le sens de ce qui a été observé aux Buissières (voir plus haut, p. 57) : les épaisseurs des doublets s'ordonnent de façon analogue quel que soit le type de cortège sédimentaire. Cette similitude est cependant plus prononcée entre les valeurs des prismes de bordure de plate-forme (bas niveau marin) et celles des prismes de haut niveau (rappelons qu'aux Buissières,

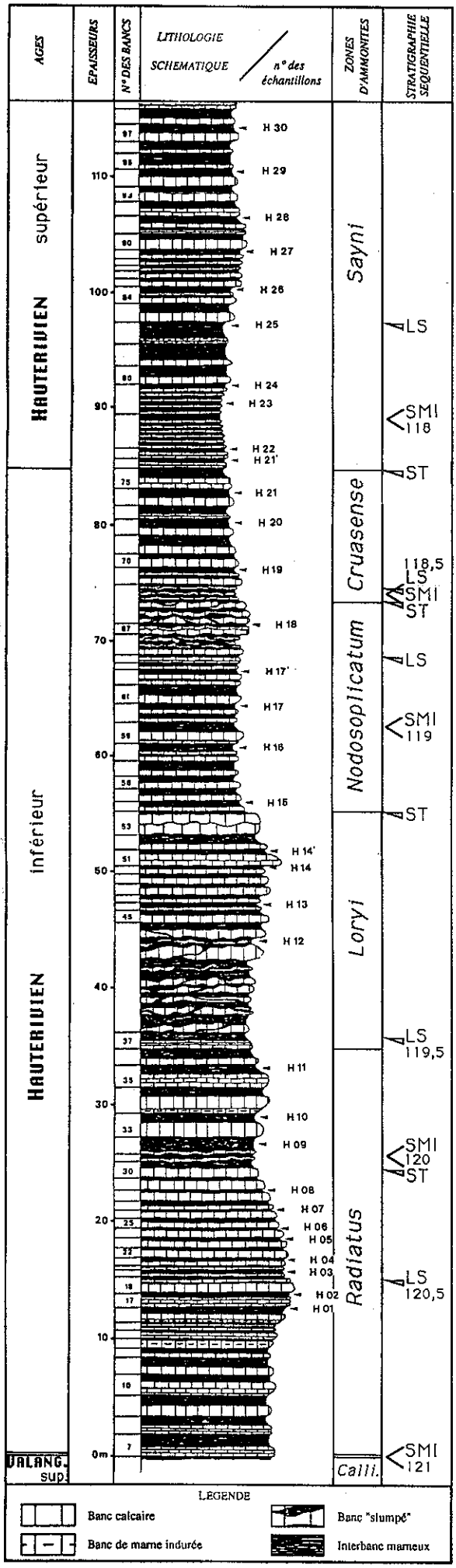
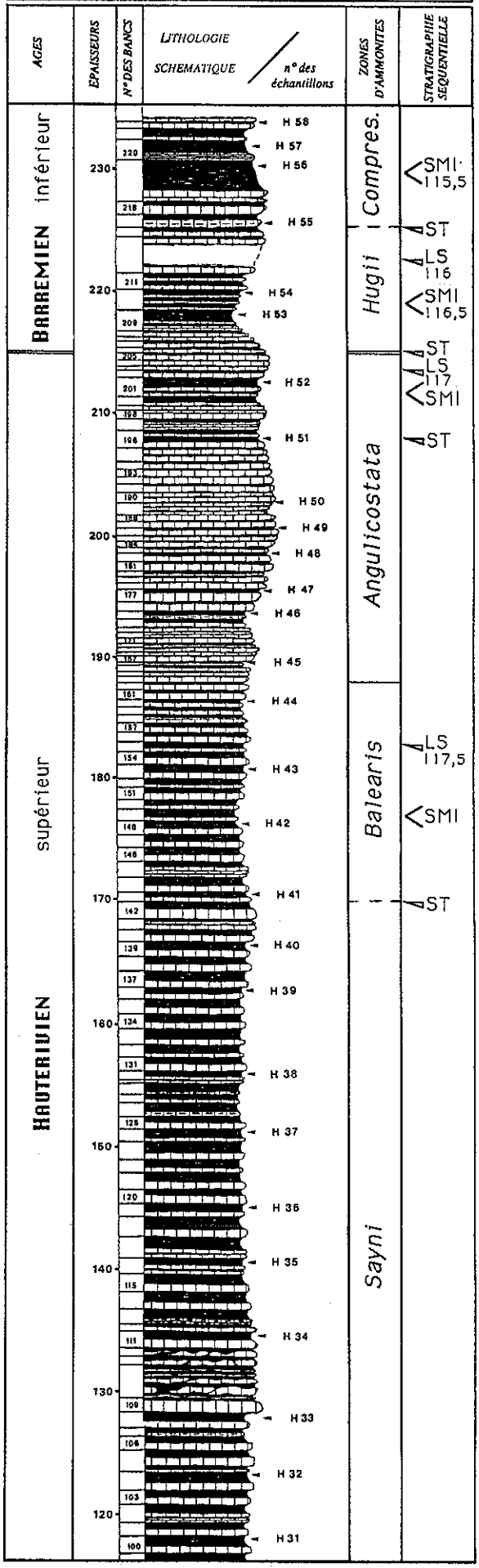


Fig. 39 : COUPE DE LA CLUE DE VERGONS



c'est entre les prismes de bordure de plate-forme et les intervalles transgressifs que la similitude est la plus forte) ; de même qu'aux Buissières, la pente la plus forte est marquée par les valeurs obtenues à partir des doublets des prismes de haut niveau marin. Il apparaît donc que, à Vergons, l'épaisseur moyenne des doublets des prismes de haut niveau marin et celle des prismes de bordure de plate-forme sont proches et très légèrement supérieures à celle des intervalles transgressifs.

Nous pouvons donc considérer que les observations faites pour la coupe des Buissières (faciès hémipélagique) à partir de l'alternance des faisceaux à tendance calcaire puis marneuse corroborent les résultats obtenus à Vergons (faciès pélagique).

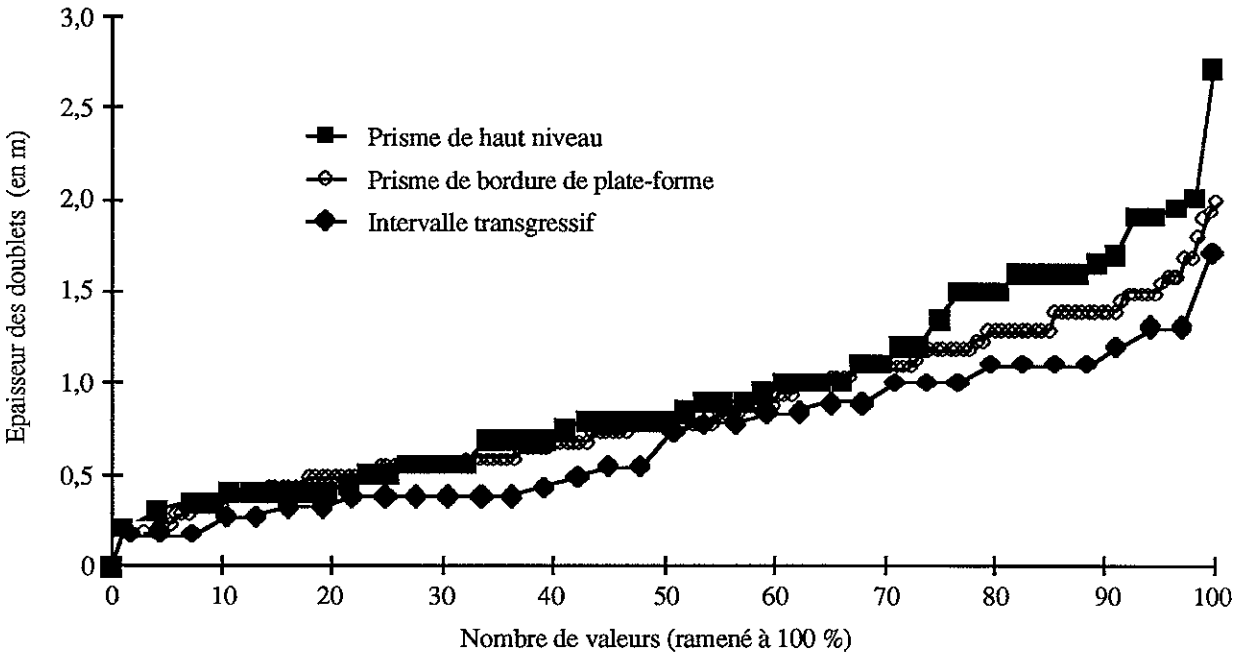


Fig. 40 : Relation entre les épaisseurs des doublets "calcaire-marne" et les systèmes de dépôt pour la coupe de Vergons.

Si nous considérons les graphiques des figures 22 et 40 de façon globale, nous pouvons estimer que, tant en domaine pélagique que hémipélagique, les épaisseurs des doublets sont analogues pour tous les types de cortèges sédimentaires.

Nous appuyant sur la relation mise en évidence par FOUCAULT & RENARD (1987) et sur les observations faites à Vergons et aux Buissières, il semble que les différences climatiques régnant durant le dépôt de chaque type de cortège sédimentaire ne soient pas suffisamment importantes pour caractériser chacun de ces cortèges.

Si nous considérons la différence de pente des valeurs correspondant aux prismes de haut niveau marin comme significative, il est alors permis de supposer que les prismes de haut niveau marin s'organisent sous des régimes climatiques plus chauds que ceux présents durant les périodes de bas niveau marin et de transgression.

Quelle que soit la conclusion adoptée, ces déductions vont à l'encontre des récentes hypothèses de FERRY & RUBINO (1989a, 1989b) qui considèrent que dans le Mésozoïque du SE de la France, bas niveau marin et détérioration climatique ne sont pas en phase.

2 - PALÉONTOLOGIE

A ce jour, peu de travaux relatifs à cette coupe ont été publiés. Les travaux en cours de R. BUSNARDO sur les Ammonites et B. CLAVEL sur les Echinides nous permettent de bénéficier aujourd'hui d'une biostratigraphie fine, fondamentale pour cette étude.

2.1 - Macrofaune

a - Céphalopodes : Jusqu'à présent, seul un très petit nombre d'Ammonites avait été cité en provenance de cette coupe (KILIAN, 1895b, pp. 889-890 ; COTILLON, 1968, fig. 2). L'intervalle intéressant la série présentée ici est parfaitement bien daté grâce aux Ammonites récoltées et déterminées par R. BUSNARDO et J.-P. THIEULOY. Cet intervalle s'étend sur tout l'Hauterivien et une partie du Barrémien inférieur. Certains niveaux tels que les bancs 75, 102c, 105 ont une ammonitofaune particulièrement abondante.

- Le premier *Acanthodiscus radiatus* a été récolté dans le banc 09. Ainsi, l'assise de la série (telle qu'elle est illustrées ici - *cf.* fig. 39 -) correspond à l'extrême base de l'Hauterivien.
- *Crioceratites loryi* apparaît dans le banc 37, mais son maximum de présence se situe vers le banc 44.
- *Lyticoceras nodosoplicatum* a été rencontré dès le banc 56.
- *Cruasiceras cruasense* s'observe à partir du banc 69.
- La première *Subsaynella sayni* a été rencontrée dans le banc 78, au pied d'un faisceau marneux relativement important. La dernière *S. sayni* a été observée dans le banc 121. Une Bélemnite appartenant au genre *Duvalia* a été trouvée dans le banc 102c.
- *Balearites balearis* n'a pas été récolté en dessous du banc 150. Il existe donc une fourchette d'incertitude entre la limite inférieure de la zone à *Balearis* et le sommet de la zone à *Sayni*. Le début de cette zone étant ailleurs souligné par une surface de transgression, la limite inférieure de la zone à *Balearis* est ici placée au sommet du banc 142 sur lequel repose cette discontinuité séquentielle.
- Le genre *Pseudothurmannia* et particulièrement *P. angulicostata* apparaît dès le banc 163 et s'éteint dans le banc 205.
- Défini par l'extinction des *Pseudothurmania*, le Barrémien commence (avec la zone à *Hugii*) au banc 206.
- La base de la seconde zone du Barrémien est représentée avec *Pulchellia compressissima* trouvée dans les déblais des bancs 220-222. La base de la zone à *Compressissima* n'a donc pas pu être précisée.

A Vergons comme aux Buissières, toutes les zones d'Ammonites de l'Hauterivien ont pu être identifiées. Dans ces deux coupes, la zone à *Cruasense* et surtout celle à *Balearis* paraissent avoir une répartition stratigraphique réduite.

b - Echinides : Les résultats de B. CLAVEL concernant ce groupe ne sont pas encore disponibles et ne seront donc pas exposés ici.

2.2 - Microfaune

Aucune donnée propre à l'ensemble de l'Hauterivien de Vergons a été trouvée. Les

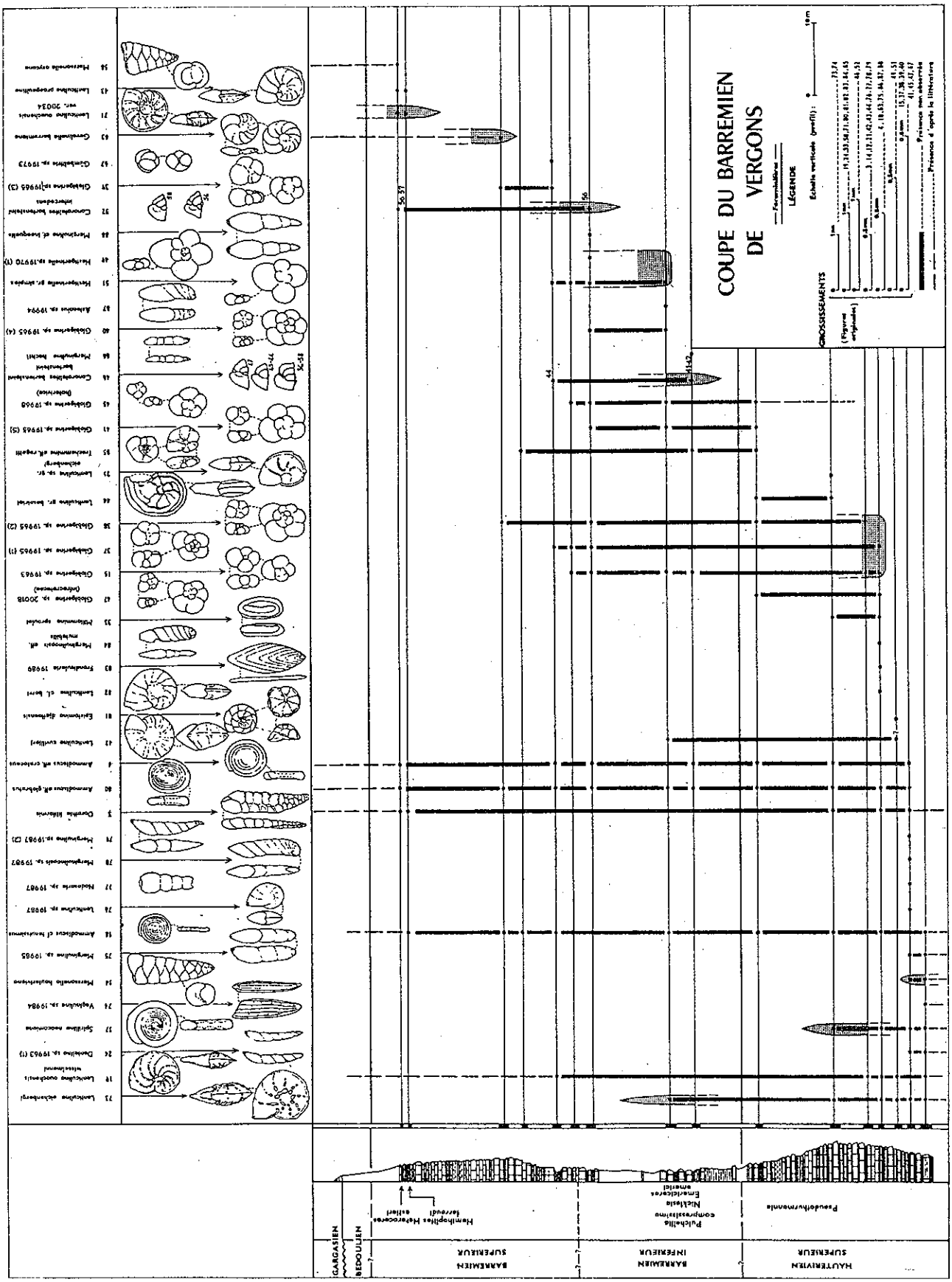


Fig. 41 : Répartition des Foraminifères dans l'Hauterivien terminal et le Barrémien de la coupe de Vergons. (*in* GUILLAUME & SIGAL, 1965).

seules références relatives à la microfaune sont celles de COTILLON (1968, fig. 2) qui mentionne la présence de Radiolaires et de Globigerinidae dans la zone à *Angulicostata* et à la

base de la zone à *Hugii*, ainsi que celle de GUILLAUME & SIGAL (1965, tab. 2) concernant uniquement le sommet de la présente coupe (fig. 41).

2.3 - Nannofossiles

La seule étude s'intéressant aux nannofossiles de cette coupe est due à BOUCHÉ (1965). Concernant l'Hauterivien, seule la partie supérieure en a été examinée. La présence d'une nannoflore composée d'une forte proportion de Coccolithophoridés (70 à 85 %) et de

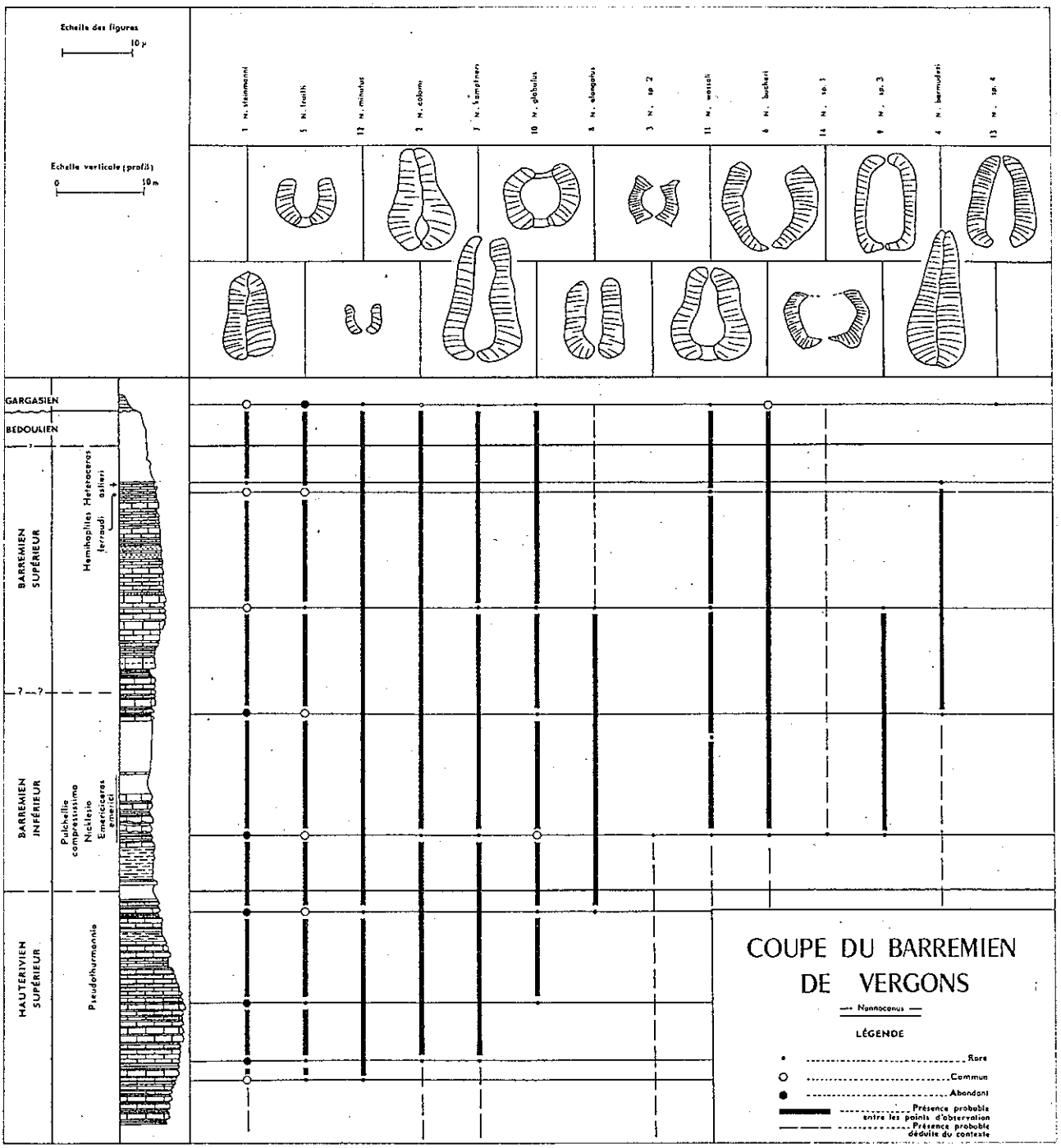


Fig. 42 : Répartition des Nannoconidés dans l'Hauterivien supérieur et le Barrémien de la coupe de Vergons (*in* BOUCHÉ, 1965).

Nannoconidés (15 à 30 %) a ainsi pu être mise en évidence (*op. cit.*, p. 131). L'inventaire et la répartition des Nannoconidés rencontrés sont illustrés sur la figure 42.

3 - TECTONIQUE

Les couches ont été affectées par une forte tectonique de compression leur donnant un pendage important, de l'ordre de 40° orienté vers 40° N. Cette structure est dans le prolongement de l'anticlinal de Castillon. L'âge de ces déformations est vraisemblablement post-tortonien.

Les phénomènes synsédimentaires (glissements de terrain) sont la preuve d'une activité tectonique des fonds, de faible amplitude, contemporaine des dépôts. Au Crétacé inférieur, et dans la partie interne (province pélagique) de l'Arc de Castellane, la subsidence était régulière et active. Le substratum réagissait donc souplement aux sollicitations tectoniques (COTILLON, 1968, p. 79).

4 - STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE

De même que pour la coupe des Buissières, le positionnement des limites résulte des observations de P. VAIL et J. HARDENBOL sur le terrain, et des discussions que j'ai eu par la suite avec ces auteurs. Le log lithologique de la coupe et un grand nombre de photographies de terrain servant là encore de documents de travail pour nos discussions. Les échanges que j'ai eu avec B. CLAVEL peu de temps avant ma dernière rencontre avec P. VAIL, en juillet 1989, furent également très bénéfiques.

La position des limites de la stratigraphie séquentielle reconnues sur la coupe de Vergons est reportée sur la figure 39 ; ces limites sont présentées ci-dessous en suivant l'ordre stratigraphique.

De même que pour la coupe des Buissières, les 3 premières lettres de la zone d'Ammonite dans laquelle elles se trouvent ont été accolées aux initiales des limites non datées de la stratigraphie séquentielle.

- **SMI 121** : Cette surface de maximum d'inondation marque le début de la zone à *Radiatus*. Elle se place sous le banc 07.
- **LS 120.5** : Cette limite de séquence se situe au-dessus du banc 18 et correspond au début du cycle de 3ème ordre LZB-2.4[1].
- **ST Rad.** : Placée au-dessus du banc 30, cette surface de transgression est marquée par la fin d'un faisceau à dominante calcaire.
- **SMI 120** : Ici très proche de la limite séquentielle inférieure, l'intervalle condensé associé à cette surface est caractérisé par une sédimentation essentiellement marneuse. On peut situer la SMI120 au niveau du banc 32.
- **LS 119.5** : Cette limite se trouve au-dessus du banc 37, au pied d'une zone perturbée par des glissements synsédimentaires. P. VAIL (communication orale) considère que les phénomènes de slumping n'arrivent pas dans un bassin distal (où par contre on a des éventails sous-marins) et sont interprétés comme des événements se produisant en période

1) D'après la nomenclature figurant sur la charte de chronostratigraphie séquentielle *in* HARDENBOL *et al.* (1987, fig. 2).

de bas niveau marin relatif. Ces perturbations de la sédimentation sont souvent utilisées comme marqueur de la base d'une limite de séquence. Cette discontinuité marque le début du cycle de 3ème ordre LZB-2.5.

- **ST Nod.** : Le début de la zone à *Nodosoplicatum* repose sur une surface de transgression, située au-dessus du gros banc 53.

- **SMI 119** : Un passage légèrement plus marneux, centré sur l'interbanc 60, représente le cœur de l'intervalle condensé daté à 119 Ma.

- **LS Nod.** : Cette limite de séquence est placée au mur d'un compartiment affecté par des slumpings.

- **ST Cru.** : Elle est ici positionnée immédiatement au-dessus d'un slump. Cette surface coïncide avec la base de la zone à *Cruasense.*

- **SMI Cru.** : Elle est située au sein d'un très court intervalle marneux légèrement "slumpé", présent sous le banc 69.

- **LS 118.5** : Cette limite est ici peu marquée et placée à la base du banc 69. Elle correspond au commencement du cycle de 2ème ordre LZB-3.

- **ST Say.** : Il s'agit à nouveau d'une surface de transgression synchrone avec le début d'une zone d'Ammonite : ici la zone à *Sayni*, qui débute avec le banc 76.

- **SMI 118** : Elle est très bien caractérisée par un faisceau marneux à petits bancs calcaires. Elle se trouve au centre de ce faisceau, comprise entre les bancs 77 et 80.

- **LS Say.** : Le début de ce nouveau cycle eustatique est situé à la base du banc 83.

- **ST Bal.** : Faisant suite à une série progradante très dilatée, cette nouvelle surface de transgression est placée au niveau du banc 142.

- **SMI Bal.** : Peu marquée, elle est placée entre les bancs 149 et 150.

- **LS 117.5** : Une nouvelle phase progradante s'installe à partir du banc 156 et marque le début du cycle de 3ème ordre LZB-3.2.

- **ST Ang.** : Cette surface se discerne bien avec l'arrêt brusque d'un important faisceau calcaire, au dessus du banc 196.

- **SMI Ang.** : Un court intervalle marneux entre les bancs 200 et 202 permet de localiser cette surface.

- **LS 117** : La dernière limite de séquence de l'Hauterivien se situe à la base d'un faisceau calcaire débutant avec le banc 203.

- **ST Hug.** : Placée au niveau du banc 206, cette limite correspond également au début de la zone à *Hugii.*

- **SMI 116.5** : Située dans l'intervalle marneux compris entre les bancs 209 et 211.

- **LS 116** : Elle se place entre les bancs 212 et 215, au sein d'une lacune d'observation due à des éboulis. Cette discontinuité représente l'installation du cycle LZB-3.3.

- **ST Com.** : Cette surface se trouve sous le banc de marnes indurées 217.

- **SMI 115.5** : Bien individualisée au sein du faisceau marneux compris entre les bancs 219 et 222.

Toutes les limites de la stratigraphie séquentielle reconnues par VAIL et son équipe pour l'Hauterivien ont pu être observées. De la même façon, une partie du Barrémien inférieur,

développée sur une très faible épaisseur de sédiments, a également pu être détaillée séquentiellement.

L'Hauterivien a ici une puissance d'environ 215 m. Placés au-dessus de discontinuités séquentielles, les bancs 07 et 203 ont un âge respectif estimé à 121 et 117 Ma : le taux de sédimentation moyen pour la partie hauterivienne seule de la coupe est de 54 m/Ma soit un peu plus de 5 cm/1000 ans (cela représente moins de la moitié de ce qui est observé au Quaternaire terminal dans les mêmes types de faciès). Cette valeur est nettement inférieure à celle obtenue pour la coupe des Buissières (18 cm/1000 ans). A Vergons, le taux de sédimentation pour l'Hauterivien inférieur peut être estimé à 31 m/Ma ; pour l'Hauterivien supérieur, celui-ci est de l'ordre de 87 m/Ma (voir plus bas). La différence entre les taux de sédimentation des parties inférieure et supérieure de l'Hauterivien présente, à Vergons, un écart moins important qu'aux Buissières (voir p.63 et ci-dessous).

III - CONCLUSIONS

L'organisation lithologique des strates (en faisceaux ou en alternances "calcaire-marne") et la variabilité des faciès sont très différentes entre les coupes des Buissières et de Vergons, du fait d'une situation paléogéographique distincte (domaine hémipélagique ou de bassin). Outre ces différences d'ordre qualitatif, la sédimentation est quantitativement très disparate, et ce à deux points de vue : les taux de sédimentation moyens sont fort dissemblables (180 m/Ma en domaine hémipélagique et 54 m/Ma en domaine pélagique pour l'intervalle 121-117 Ma), ainsi que leur répartition relative (aux Buissières, les zones d'Ammonites les plus dilatées sont celles de l'Hauterivien inférieur, alors que ce sont celles de l'Hauterivien supérieur à Vergons).

	Coupe des **Buissières**	Coupe de **Vergons**
Epaisseur de l'Hauterivien supérieur :	140 m	130 m
Epaisseur de l'Hauterivien inférieur :	630 m	85 m
Total :	770 m	215 m
Durée de l'Hauterivien supérieur(*) :	1,5 Ma	1,5 Ma
Durée de l'Hauterivien inférieur(*) :	2,75 Ma	2,75 Ma
Total :	4,25 Ma	4,25 Ma
Taux de sédimentation		
pour l'Hauterivien supérieur :	93 m/Ma	87 m/Ma
pour l'Hauterivien inférieur :	229 m/Ma	31 m/Ma
pour l'Hauterivien total :	181 m/Ma	51 m/Ma

(*) durée estimée d'après les valeurs fournies par HAQ *et al.* (1987b) et P. VAIL (*cf.* fig. 9).

Aux Buissières comme à Vergons, la zone à *Cruasense* et plus particulièrement celle à *Balearis* sont des zones de faible puissance. En ce qui concerne *Balearis*, cela peut s'expliquer par le fait que cette zone se développe essentiellement en période de haut niveau marin (intervalle transgressif + prisme de haut niveau), et que cela se traduit dans le bassin par un faible taux de sédimentation. Malgré ces oppositions, les deux coupes ont en commun le fait que, sur l'ensemble de l'Hauterivien, c'est la partie terminale de l'étage qui développe les faciès les plus carbonatés.

DEUXIEME PARTIE

ETUDE PALYNOLOGIQUE

CHAPITRE V

MÉTHODOLOGIE

CHAPITRE V
MÉTHODOLOGIE

I - DÉMARCHE D'ÉCHANTILLONNAGE ..... p. 89

II- PRÉPARATION DES SÉDIMENTS ..... p. 89
A - INTRODUCTION ..... p. 89
B - PROCÉDURE DU TRAITEMENT PALYNOLOGIQUE ..... p. 90
C - MONTAGE DU RÉSIDU PALYNOLOGIQUE ..... p. 91
D - CONCLUSIONS ..... p. 91

III - MODES D'OBSERVATION ..... p. 92
A - MICROSCOPE OPTIQUE ..... p. 92
B - MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE ..... p. 92

IV - LA PYROLYSE ROCK-EVAL ..... p. 92

V - CALCUL DES FRÉQUENCES RELATIVES ..... p. 93
A - DESCRIPTION DES CALCULS ..... p. 93
1 - TERMINOLOGIE ..... p. 93
2 - MÉTHODE DE CALCUL ..... p. 94
2.1 - Aspect théorique ..... p. 94
2.2 - Conception d'un modèle adapté ..... p. 95
2.3 - Application du modèle de calcul ..... p. 96
2.4 - Conclusion ..... p. 102

VI - CALCUL DES FRÉQUENCES "ABSOLUES" ..... p. 102
A - CALCUL DES FRÉQUENCES ABSOLUES *S.S.* ..... p. 103
1 - INTRODUCTION ..... p. 103
2 - PROCÉDURE EMPLOYÉE ..... p. 103
B - CALCUL DES FRÉQUENCES "SEMI-ABSOLUES" ..... p. 104

VII - ESTIMATION DE L'INDICE DE DIVERSITÉ ..... p. 104
A - A PARTIR DU NOMBRE DE TAXONS ..... p. 104
B - PAR LA FONCTION DE SHANNON-WIENER ..... p. 104

I - DÉMARCHE D'ÉCHANTILLONNAGE

Un total de 105 échantillons (61 à Vergons et 44 aux Buissières) a été prélevé en vue d'une analyse palynologique. Dans la mesure des connaissances biostratigraphiques au moment des campagnes de terrain (mars 1985, novembre 1985, avril 1986), toutes les zones d'Ammonites ont été échantillonnées[1].

De même, il a été fait en sorte que chaque cortège sédimendaire soit représenté par au moins un échantillon. La dernière phase d'échantillonage a été effectuée en fonction de la position des limites séquentielles telles qu'elles étaient alors placées par P. VAIL et J. HARDENBOL. Lors de ma dernière entrevue avec P. VAIL (juillet 1989), la position d'un certain nombre de ces limites a été modifiée, entraînant parfois des absences d'échantillonnage au sein de certains cortèges sédimentaires : c'est par exemple le cas du prisme de haut niveau au dessus de la SMI118 aux Buissières.

Tous les échantillons ont été prélevés dans des interbancs marneux, réputés les plus riches en palynomorphes, à l'exception de quelques niveaux : H21' provient d'une lentille argileuse (interbanc 76 ; zone à *Sayni*) et H55 d'un banc de marne indurée (banc 217 ; zone à *Compressissima*) de la coupe de Vergons[2] ; Bu10 et Bu47 correspondent respectivement à un lit d'argile plastique (zone à *Callidiscus*) et aux calcaires massifs clairs du sommet de la coupe des Buissières (zone à *Angulicostata*).

Avant chaque prélèvement, les niveaux à échantillonner ont été décapés pour éviter tout risque de pollution (notamment par coulées de sédiments sus-jacents) et d'oxydation des palynomorphes (due aux agents atmosphériques).

II- PRÉPARATION DES SÉDIMENTS

A - INTRODUCTION

La méthode de traitement physico-chimique utilisée ici pour extraire les palynomorphes du sédiment brut suit une procédure classique. Elle résulte d'une synthèse des remarques et observations faites par GRAY (1965), BARSS & WILLIAMS (1973), EVITT (1984), PADILHA DE QUATROS & GONÇALES DE MELO (1987), VIDAL (1988)... Bien que suivant un schéma que l'on pourrait presque qualifier de standardisé, cette procédure a pu être améliorée par la mise en place de quelques astuces et variantes permettant une meilleure adaptation de la méthode aux types de sédiments à traiter ainsi qu'aux modes de comptages envisagés pour la suite. EVITT (1984, p. 11) rapproche les traitements palynologiques des recettes culinaires, ce qui illustre bien le côté empirique lié à la nécessité d'une adaptation ponctuelle pour chaque résultat espéré. A ce sujet, BARSS & WILLIAMS (1965, p. 73) n'hésitent pas à écrire qu'en matière de traitement palynologique, l'art transgresse la science.

---

1) Lorsque les prélèvements ont été effectués sur la coupe de Vergons (novembre 1985, avril 1986), la première occurrence d'*Acanthodiscus radiatus* se trouvait dans le banc 19. L'échantillonnage avait été opéré de part et d'autre de ce niveau. Un spécimen d'*A. radiatus* a depuis été trouvé une dizaine de mètres plus bas, descendant la limite de l'étage Hauterivien d'autant, et expliquant l'absence de prélèvement à la base de la coupe.

2) A Vergons, une série de plusieurs bancs a été échantillonée en vue d'une comparaison entre les contenus palynologiques des bancs et des interbancs dans les alternances marno-calcaires. Bien que le traitement palynologique de ces échantillons ait été accompli, ceux-ci n'ont pas été étudiés dans le cadre de ce travail.

B - PROCÉDURE DU TRAITEMENT PALYNOLOGIQUE

- Le sédiment sec est tout d'abord **écrasé au marteau**. Une moyenne de 60 à 80 g de sédiment a été utilisée par échantillon. Le martelage est arrêté lorsque tous les grains ont une taille inférieure à 2 mm environ. L'ensemble poudre + grains obtenus est versé dans un bécher en téflon de 2 l dans lequel vont se faire les attaques chimiques successives :

- Le sédiment est débarrassé des carbonates par de l'**acide chlorhydrique** à froid (HCl à 37% minimum).

- Lorsqu'il n'y a plus aucune effervescence, le sédiment est rincé par plusieurs décantations dans de l'**eau très chaude** (pour optimiser l'efficacité de la décantation et accélérer la vitesse de chute des particules). L'avantage de la décantation est que, contrairement à la centrifugation, les particules ne s'agglomèrent pas (les unes contre les autres) et ne subissent pas d'actions mécaniques destructrices, auxquelles sont notamment sensibles les dinokystes à processus. De plus, cette décantation permet d'éliminer des microparticules qui par la suite ont tendance à se regrouper pour former un voile difficile à détruire.

- Pour éliminer les silicates, de l'**acide fluorhydrique** (HF à 70%) à froid est ensuite versé sur la partie restante du sédiment. Les béchers sont placés sur un plateau oscillant et laissés ainsi durant 15 à 17 heures.

- A ce stade de la procédure, deux méthodes de rinçage ont alternativement été utilisées :

  * La première par **décantation dans de l'eau très chaude**. La température de l'eau doit, pour cette décantation, être impérativement élevée car le résidu restant après les deux attaques acides est très fin et reste longtemps en suspension si l'eau n'est pas assez chaude.

  * La seconde par **centrifugation**, plus rapide mais présentant les inconvénients cités plus hauts. Le résidu est versé dans des tubes, centrifugé (durant 5 minutes à 2500 trs/min.) puis délayé dans de l'eau plusieurs fois de suite.

- Pour éliminer les éléments indésirables dont les minéraux non dissous par les acides (ex. micas, minéraux lourds ...) une séparation physique est effectuée. Le résidu est délayé dans du **chlorure de zinc** ($ZnCl_2$) de densité proche de 2. Le mélange est centrifugé à vitesse modérée (environ 700 tours/min.) pendant 25 à 30 minutes.

- Seule la partie surnageante résultant de cette opération est conservée. De l'**acide chlorhydrique** y est à nouveau versé pour éliminer les fluorures et les fluorosilicates éventuels qui auraient pu se former par combinaison des atomes de fluor (provenant de l'acide fluorhydrique) avec des ions de calcium restant malgré la première série de rinçages.

- C'est à la suite de ces opérations qu'est prélevée la fraction utilisée pour le calcul des fréquences absolues.

- **Le résidu est dilué dans de l'eau et tamisé** sur des filtres à mailles de 15 µm ou de 20 µm. Lorsque le résidu est tamisé à 20 µm, la fraction inférieure est retamisée sur des filtres à mailles de 10 µm. La filtration est accélérée par l'utilisation d'une trompe à eau reliée au filtre.

- Dans les cas où le résidu reste sale et les palynomorphes mal dégagés, celui-ci est passé quelques secondes dans une **cuve à ultra-sons**. Si le résultat reste inchangé, même après avoir renouvelé cette opération plusieurs fois, on verse sur le résidu quelques gouttes d'**acide nitrique**

fumant (HNO_3) qu'on laisse agir 2 à 3 minutes après homogénéisation. Dans ce cas extrême, le résidu est ensuite rincé par filtration.

- Le résidu obtenu est alors coloré avec de la fuchsine.

C - MONTAGE DU RÉSIDU PALYNOLOGIQUE

Le résidu final est monté entre lame et lamelle. Les milieux de montage employés sont soit de la gélatine glycérinée, soit de l'alcool polyvinylique et de l'Eukitt. Dans ce dernier cas, une goutte de résidu est déposée sur la lamelle puis mélangée et étalée sur toute la surface de la lamelle avec l'alcool polyvinylique. Lorsque la lamelle est sèche, de l'Eukitt est déposé sur une lame porte-objet qui est aussitôt recouverte avec la lamelle. L'ensemble est laissé sur une plaque chauffante jusqu'à l'étalement complet de l'Eukitt sous la surface de la lamelle. Le montage est ensuite retiré de la plaque chauffante et laissé à plat durant plusieurs heures.

L'ensemble Eukitt + polyvinyl alcool présente l'avantage de très bien se conserver une fois monté. De plus, une fois sec (lorsque l'alcool s'est évaporé), ce milieu de montage forme une couche très mince et uniforme, ce qui est fort appréciable car les dinoflagellés présents dans les marnes étudiées sont fortement aplatis. Si le milieu de montage est trop épais, les kystes prennent une orientation oblique qui rend leur observation difficile.

C'est le cas lorsque les dinokystes issus des marnes compactées sont montés dans de la gélatine glycérinée. Par contre, les individus extraits des niveaux calcaires ont généralement conservé leur volume et sont plus facilement observables dans de la gélatine glycérinée que dans de l'Eukitt.

Bien que donnant une épaisseur moindre, le polyvinyl alcool et l'Eukitt représentent deux milieux optiques alors que la gélatine glycérinée n'en représente qu'un, ce qui lui donne une meilleure qualité optique.

Contrairement à l'Eukitt, la gélatine glycérinée s'assèche avec le temps, rendant l'espace entre lame et lamelle perméable à l'air. Parmi les premières lames que j'ai montées pour ce travail (janvier-mars 1986), certaines montrent déjà des traces d'assèchement sous la forme de réseaux anastomosés.

D - CONCLUSIONS

Dans la procédure suivie, la méthode de rinçage par décantation dans de l'eau très chaude a finalement été préférée au moyen habituel par centrifugation. L'emploi d'un plateau oscillant lors de l'attaque par l'acide fluorhydrique optimise très largement l'action de cet acide et permet non seulement de réduire son temps d'action mais aussi d'éviter très souvent l'utilisation ultérieure d'oxydants tels que l'acide nitrique ou la liqueur de Schultz.

Ayant à l'avance l'idée de faire des comptages relatifs, l'emploi des acides a été limité au strict nécessaire car ceux-ci altèrent les assemblages palynologiques par la destruction préférentielle de certains taxons (*cf.* DALE, 1976 ; TURON, 1984, pp. 26-32, tab. 1-3).

L'action des oxydants a été remplacée par l'utilisation des ultra-sons car il m'a semblé que pour évaluer la représentation de chaque taxon au sein des populations, il était préférable d'obtenir des individus éventuellement cassés mais identifiables plutôt que des spécimens rongés ou

désagrégés.

III - MODES D'OBSERVATION

A - MICROSCOPE OPTIQUE

Le contenu des lames palynologiques a été observé avec un photomicroscope ZEISS, en utilisant principalement les objectifs x25 et x40 (optovar à 1,25) et parfois x100 (à immersion). Le travail de routine a été effectué avec un éclairage en contraste de phase. Certaines détermination délicates ont été confirmées par une observation avec une lumière en contraste interférentiel.

Le repérage des éléments présents dans les lames a été effectué à l'aide des verniers incorporés à la platine du microscope. Ceci donne un système de repérage, en coordonnées horizontales et verticales, très précis mais propre à l'appareil utilisé. Ce systéme a été préféré à l'emploi de lames imprimées du type "England Finder" car ces dernières obligent l'observateur à permutter la lame de repérage avec la lame palynologique, et de faire une nouvelle mise au point (les lames "England Finder" sont relativement épaisses) : lorsque les repérages sont nombreux (ce qui a été le cas ici), la répétition de ces manipulations les rend ennuyeuses, et de toute façon beaucoup plus longues qu'un coup d'œil sur le vernier de la platine.

B - MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE

Lors de mon séjour au sein des laboratoires d'ESSO-EPRE, j'ai eu la chance de pouvoir utiliser un microscope électronique à balayage (CAMBRIDGE MICROSCAN 2000).

Deux types de montage ont été choisis :

- une goutte de résidu palynologique est déposée sur le plot, la métallisation étant réalisée après complète évaporation de la goutte ;
- à l'aide d'un poil de pinceau, les spécimens à observer sont extraits un par un du résidu palynologique et placés sur un plot préalablement recouvert de "polyvinyl chloride" pour maintenir les spécimens en place.

De ces deux méthodes adoptées, la première est incontestablement plus rapide, mais ne permet pas d'orienter à son gré les spécimens à observer. De plus, contrairement à la seconde solution, la qualité des spécimens présents (tant sur le plan taxonomique que de la préservation) répond à une distribution tout à fait aléatoire.

L'utilisation d'un microscope électronique m'a permis de compléter quelques observations difficilement réalisables en microscopie optique, telles que l'ornementation externe, la paratabulation ou la différenciation entre les membranes de certains dinokystes.

IV - LA PYROLYSE ROCK-EVAL

Je ne m'étendrai pas sur le principe de cette méthode qui permet d'obtenir des informations d'ordre à la fois qualitatif et quantitatif sur la **matière organique totale** contenue dans un échantillon de roche. Pratiquée à partir du sédiment brut, cette méthode ne se limite donc pas aux grains de matière organique amorphe observables uniquement à partir des résidus palynologiques. [Voir les travaux de base concernant ce sujet : ESPITALIÉ *et al.*, 1977, 1985a, 1985b, 1986 ;

BERTRAND, 1986].

Sommairement, après une pyrolyse sous atmosphère inerte, pour déterminer le potentiel pétrolier de la roche (pics S_1 et S_2), celle-ci est brûlée à environ 600°C durant près de 5 minutes pour en déterminer sa teneur en carbone organique résiduel à partir du CO_2 issu de cette combustion.

La teneur en carbone organique total d'un échantillon (**C.O.T.**) est la somme du carbone organique résiduel et du carbone organique pyrolysé. Ainsi, les carbonates qui sont décomposables sous une température inférieure à 600°C (sidérite, nahcolite, dawsonite...) sont détruits durant la procédure de pyrolyse et ne peuvent donc pas interférer avec la combustion du résidu, et de plus, la décomposition des autres carbonates (calcite, dolomite) est très faible à 600°C pour une si faible durée de combustion (5 min.)(HERBIN *et al.*, 1987, pp. 1139-1140).

V - CALCUL DES FRÉQUENCES RELATIVES

Sur le plan théorique, le calcul de la fréquence relative d'un taxon est extrêmement facile puisqu'il est le résultat d'une fraction simple : nombre de spécimens du taxon / nombre total de spécimens comptés. Ce rapport est à multiplier par 100 pour obtenir un pourcentage.

D'un point de vue pratique, et particulièrement pour les niveaux fossiles, ce calcul se heurte à des problèmes qui rendent difficile l'estimation de l'un et de l'autre des termes de cette fraction. En effet, outre le côté somme toute subjectif des déterminations spécifiques, les différences dans la préservation des populations étudiées viennent perturber la fiabilité des comptages.

A - DESCRIPTION DES CALCULS

1 - TERMINOLOGIE

Dans le cas de la coupe de Vergons, où des comptages précis ont été réalisés, une moyenne de 34% des dinokystes reste indéterminable du fait d'une trop mauvaise préservation (*cf.* fig. 43[1]). Au sein de ces kystes indéterminés, il est cependant possible de distinguer : des **kystes sans processus** (proximates), des **kystes à processus courts** (proximochorates) et des **kystes à processus longs** (chorates).

Les kystes dont la détermination n'a pas pu aboutir (pas même au niveau générique) mais dont la préservation est suffisante pour permettre de reconnaître des caractères morphologiques distinctifs ont été regroupés sous le terme de kystes non identifiés. Le résultat des comptages se répartit donc dans 3 grandes classes : les **Indéterminés**, les **Non Identifiés** et les **Déterminés**. Dans cette dernière catégorie sont placés tous les dinokystes ayant pu être déterminés au moins génériquement.

---

1) L'évolution générale de la courbe de déterminabilité pour la coupe de Vergons indique une amélioration sensible de la préservation depuis l'Hauterivien basal jusqu'au Barrémien inférieur. Au niveau de la limite de séquence $LSC_{m.}$, cette courbe peut se diviser en deux partie distinctes, présentant des moyennes de déterminabilité éloignées. Cette tendance à l'amélioration de la préservation n'est pas imputable à une meilleure connaissance des dinokystes de ma part car les comptages ont volontairement été effectués dans un ordre différent de l'ordre stratigraphique, mais bien à des phénomènes taphonomiques. La courbe de déterminabilité illustrée par POURTOY (1989, fig. 16) exprime d'ailleurs la même tendance pour cette période (Hauterivien-Barrémien basal de Châtel-St-Denis), avec toutefois une évolution plus régulière qu'à Vergons.

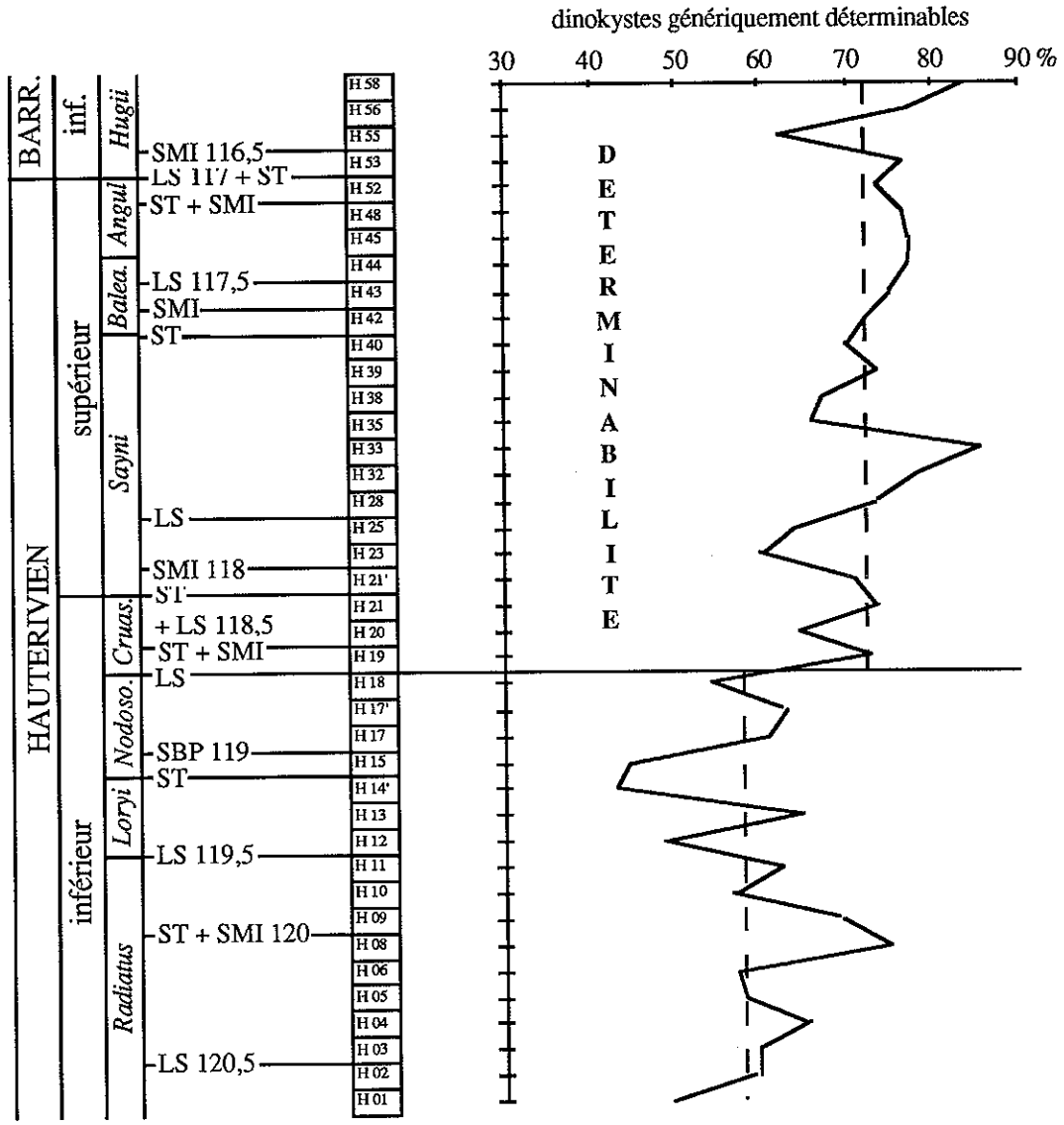


Fig. 43 : Taux de dinokystes génériquement déterminables pour la coupe de Vergons.

2 - MÉTHODE DE CALCUL

2.1 - Aspect théorique

Plusieurs solutions s'offrent alors à nous pour calculer les pourcentages relatifs de chaque espèce :

$$\text{Pourcentage}_1 = \frac{\text{nombre d'individus d'une espèce x 100}}{\text{nombre total des dinokystes}}$$

ou bien :

$$\text{Pourcentage}_2 = \frac{\text{nombre d'individus d'une espèce x 100}}{\text{nombre total des kystes déterminés + non identifiés}}$$

- Le premier cas correspond au pourcentage minimum de chaque espèce puisque le dénominateur est le nombre total de dinokystes observés.

- Dans le second cas, les kystes "Indéterminés" ne sont pas pris en compte ; cela implique que l'on considère que la proportion de chaque espèce est la même au sein des "Indéterminés" qu'au sein des "Déterminés" + "Non Identifiés".

Ces deux modèles présentent un inconvénient majeur lorsque les "Indéterminés" sont nombreux ; celui de considérer toutes les espèces de la même façon alors que certaines sont plus facilement déterminables que d'autres. Par exemple, les représentants du genre *Spiniferites* sont reconnaissables même cassés ou froissés. La confusion peut exister avec le genre *Achomosphaera*, mais l'erreur est alors minime. Si on considérait que la proportion des *Spiniferites* est la même parmi les kystes "Déterminés" que parmi les "Indéterminés", l'erreur pourrait alors devenir significative. Certains genres comme *Muderongia*, *Discorsia*, *Pseudoceratium* ... sont génériquement aisément identifiables, même en mauvais état, et auront très peu de chance de voir un de leurs représentants comptabilisé au sein de la masse des kystes "Indéterminés".

A l'opposé, une légère dégradation d'un kyste appartenant à un genre comme *Cyclonephelium* rend la distinction avec *Aptea*, *Canningia*, *Sentusidinium*.tout à fait incertaine. Il en est de même pour les genres *Batiacasphaera*, *Cleistosphaeridium*, *Exochosphaeridium*, *etc*. Ce sont les individus abîmés de tels genres qui constituent la catégorie des "Indéterminés".

2.2 - Conception d'un modèle adapté

Avec les précédents modèles de calcul, on se rend compte que dans les cas où la préservation des kystes est mauvaise, des genres comme *Spiniferites* ou *Muderongia* seront sur-évalués alors que ceux comme *Batiacasphaera* ou *Cleistosphaeridium* seront sous-estimés.

Fort de ces remarques, et compte tenu de la très médiocre préservation des palynomorphes dans les niveaux étudiés ici (induisant un fort taux de dinokystes indéterminables), un nouveau modèle de calcul des fréquences relatives a été élaboré.

Pour l'application de ce modèle, outre les 3 grandes classes citées ci-dessus, les genres composant les kystes déterminables sont séparés en plusieurs groupes se recoupant partiellement : kystes **sans processus**, kystes à **processus courts**, kystes à **processus longs** ; **genres toujours reconnaissables** (même abîmés), **genres pas toujours reconnaissables**.

- Soit **NTD** le nombre total de dinoflagellés comptés ;
- Soit **IND** le nombre total de dinoflagellés indéterminés ;
- **ISP** est le nombre de dinokystes indéterminés sans processus,
- **IPC** le nombre de dinokystes indéterminés à processus courts et,
- **IPL** le nombre de dinokystes indéterminés à processus longs.
- Soit **GSP*** le nombre total de genres gonyaulacoïdes sans processus toujours déterminables ;
- Soit **GSP** le nombre total de genres gonyaulacoïdes sans processus pas toujours déterminables ;
- Soit **GPC*** le nombre total de genres gonyaulacoïdes à processus courts toujours déterminables ;
- Soit **GPC** le nombre total de genres

gonyaulacoïdes à processus courts pas toujours déterminables ;

- Soit **GPL*** le nombre total de genres gonyaulacoïdes à processus longs toujours déterminables ;
- Soit **GPL** le nombre total de genres gonyaulacoïdes à processus longs pas toujours déterminables ;
- Soit **CSP*** le nombre total de genres cératioïdes sans processus toujours déterminables ;
- Soit **CSP** le nombre total de genres cératioïdes sans processus pas toujours déterminables ;
- Soit **CAP*** le nombre total de genres cératioïdes à processus toujours déterminables ;
- Soit **CAP** le nombre total de genres cératioïdes à processus pas toujours déterminables ;
- Soit **PSP*** le nombre total de genres péridinioïdes sans processus toujours déterminables (tous les kystes péridinioïdes ont pu être déterminés au moins génériquement).

C - <u>Application du modèle de calcul</u>

L'exemple de feuille de calcul montré ci-dessous (fig. 44) va permettre de mieux suivre le développement de cette méthode de calcul. Les feuilles de calcul ont été réalisées à partir du logiciel EXCEL de Microsoft pour le MACINTOSH d'Apple.

"**%**" représente le pourcentage minimum de chaque taxon :

$$\% = \frac{n \times 100}{NTD}$$

où "**n**" représente le nombre d'individus pour le taxon considéré.

"**%'**" correspond aux pourcentages calculés avec la nouvelle méthode.

Le calcul de "%'" tient compte de plusieurs éléments qui doivent être notés durant la phase de comptage.

Ces éléments sont :

- le nombre d'individus entrant dans les groupes ISP, IPC ou IPL ;
- le nombre et le genre des individus reconnus génériquement mais non spécifiquement. Ces individus sont placés à l'intérieur du genre déterminé avec l'appellation "**spp.**".

Les genres déterminés avec certitude, même lorsque les kystes sont abîmés, sont suivis d'un astérisque "*".

Le principe consiste à calculer la valeur moyenne entre le pourcentage minimum (x_m) et le pourcentage théorique maximum (x_M)

$$\%' = \frac{x_m + x_M}{2}$$

NIVEAU :	- H 18 -

SPORES/POLLEN	TSP = 136	% total = 18%
Dissacates : 32		% = 23,5
Autres 104		% = 76,5

ACRITARCHES	NTA = 1	% total = 0%
Micrhystridium :1		% = 100

INCERTAE SEDIS	TIS = 108	% total = 14%
type 01 : 60		% = 55,6
Autres : 48		% = 44,4

FORAMINIFERES	NTF = 49	% total = 7%
type Bi 08 : 1	% = 2,0	%' = 2,8 ± 0,8
type PE 01 : 1	% = 2,0	%' = 2,8 ± 0,8
type PEI 01 : 1	% = 2,0	%' = 2,8 ± 0,8
type Sto 01 : 8	% = 16,3	%' = 22,4 ± 6,1
type Tr 03 : 16	% = 32,7	%' = 44,9 ± 12,2
type Un 03 : 1	% = 2,0	%' = 2,8 ± 0,8
type ind. : 21	% = 42,9	*
Indice de diversité : H (s) foram. = 1,00		

NOMBRE TOTAL DE DINOFLAGELLES COMPTES	NTD = 453	% total = 61%

INDETERMINES	IND. % = 45,9
sans processus (ISP)	: 100
processus courts (IPC)	: 60
processus longs (IPL)	: 48

NON IDENTIFIES		
cf. Stiphrosphaeridium : 1	% = 0,2	
cf. Exochosphaeridium : 1	% = 0,2	

DETERMINES GONYAULACOIDES			
sans processus (GSP) : 25	Total "GSP" déterminés : % = 20,0		
sans processus (GSP*) :24	avec non déterminés : %' = 31,9	soit	32%
processus courts (GPC) : 51	Total "GPC" déterminés : % = 22,4		
processus courts (GPC*) : 4	avec non déterminés : %' = 22,8	soit	23%
processus longs (GPL) : 15	Total "GPL" déterminés : % = 33,5		
processus longs (GPL*) : 67	avec non déterminés : %' = 28,6	soit	29%
DETERMINES CERATIOIDES			
sans processus (CSP) : 1	Total "CSP" déterminés : % = 8,6		
sans processus (CSP*) :20	avec non déterminés : %' = 5,5	soit	5%
avec processus (CAP) : 12	Total "CAP" déterminés : % = 5,7		
avec processus (CAP*) : 2	avec non déterminés : %' = 5,6	soit	6%
DETERMINES PERIDINIOIDES			
sans processus (PSP*) :24	Total "PSP" déterminés : % = 9,8		
	avec non déterminés : %' = 5,3	soit	5%

ACHOMOSPHAERA (GPL*)	SPP. %' = 0,2		
cf. neptunii : 1		% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp. :		% =	*
ADNATOSPHAERIDIUM (GPL*)	SPP. %' = 2,6		
caulleryi : 12 dont 1 ?		% = 2,6	%' = 2,5 ± 0,1
spp. :		% =	*
APTEA (CAP)	SPP. %' = 3,4		
securigera : 8		% = 1,8	%' = 2,6 ± 0,8
spp. :		% =	*
APTEODINIUM (GSP)	SPP. %' = 1,1		
spp. : 1		% = 0,2	%' = 0,8 ± 0,6
AVELLODINIUM (GPL*)	SPP. %' = 0,2		
lepidum : 1		% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp. :		% =	*

Fig. 44 : Exemple d'une feuille de calcul pour les fréquences relatives (coupe de Vergons, niveau H18).

BATIACASPHAERA (GSP)		SPP. %' = 25,7		
sp. f	: 1		% = 0,2	%' = 1,9 ± 1,6
spp.	: 22		% = 4,9	*
BATIOLADINIUM (PSP*)		SPP. %' = 0,2		
spp.	: 1		% = 0,2	*
CANNINGIA (CSP)		SPP. %' = 1,1		
sp. E	: 1		% = 0,2	%' = 0,6 ± 0,4
spp.	:		% =	*
CASSICULOSPHAERIDIA (GSP*)		SPP. %' = 0,2		
magna	: 1 dont 1 ?		% = 0,2	%' = 0,1 ± 0,1
spp.	:		% =	*
CHYTROEISPHAERIDIA (GSP*)		SPP. %' = 1,1		
scabrata	: 1		% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:		% =	*
CLEISTOSPHAERIDIUM (GPL)		SPP. %' = 4,6		
? aciculare	: 1 dont 1 ?		% = 0,2	%' = 0,5 ± 0,5
multispinosum	: 1		% = 0,2	%' = 0,6 ± 0,4
polytrichum	: 1		% = 0,2	%' = 0,6 ± 0,4
sp. a	: 1		% = 0,2	%' = 0,6 ± 0,4
spp.	:		% =	*
CRIBROPERIDINIUM (GSP*)		SPP. %' = 1,5		
orthoceras	: 1		% = 0,2	%' = 0,9 ± 0,7
spp.	: 6		% = 1,3	*
CYCLONEPHELIUM (CAP)		SPP. %' = 1,7		
brevispinatum	: 1		% = 0,2	%' = 0,3 ± 0,1
sp. d	: 3		% = 0,7	%' = 1,0 ± 0,3
spp.	:		% =	*
CYMOSOSPHAERIDIUM (GPL*)		SPP. %' = 0,9		
validum	: 4		% = 0,9	%' = 0,9 ± 0,0
spp.	:		% =	*
DINGODINIUM (PSP*)		SPP. %' = 4,6		
cerviculum albertii	:17 dont 1 ?		% = 3,8	%' = 3,6 ± 0,1
cerviculum europaeum	: 4		% = 0,9	%' = 0,9 ± 0,0
spp.	:		% =	*
DISSILIODINIUM (GSP*)		SPP. %' = 2,6		
globulum	: 12		% = 2,6	%' = 2,6 ± 0,0
spp.	:		% =	*
ENDOSCRINIUM (GSP*)		SPP. %' = 0,2		
campanula campanula	: 1 dont 1 ?		% = 0,2	%' = 0,1 ± 0,1
spp.	:		% =	*
EXOCHOSPHAERIDIUM (GPL)		SPP. %' = 3,7		
muelleri	: 3		% = 0,7	%' = 1,7 ± 1,1
phragmites	: 1		% = 0,2	%' = 0,6 ± 0,4
spp.	:		% =	*
GARDODINIUM (GPC)		SPP. %' = 1,7		
albertii	: 4		% = 0,9	%' = 1,3 ± 0,4
spp.	:		% =	*
HYSTRICHODINIUM (GPL)		SPP. %' = 2,8		
pulchrum	: 3		% = 0,7	%' = 1,7 ± 1,1
spp.	:		% =	*

Fig. 44 : (suite),

HYSTRICHOSTROGYLON (GPL*)			SPP. %' = 0,4		
coninckii	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
membraniphorum	: 1	dont 1 ?		% = 0,2	%' = 0,1 ± 0,1
spp.	:			% =	*
KIOKANSIUM (GPL)			SPP. %' = 1,9		
polypes polypes	: 2			% = 0,4	%' = 1,1 ± 0,7
spp.	:			% =	*
MEIOUROGONYAULAX (GSP*)			SPP. %' = 0,2		
bulloidea	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:			% =	*
MUDERONGIA (CSP*)			SPP. %' = 4,4		
extensiva extensiva	: 7			% = 1,5	%' = 2,1 ± 0,5
staurota	: 3	dont 1 ?		% = 0,7	%' = 0,8 ± 0,3
cf. staurota	: 1			% = 0,2	%' = 0,3 ± 0,1
tomaszowensis	: 1	dont 1 ?		% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,2
spp.	: 8			% = 1,8	*
OCCISUCYSTA (GPC*)			SPP. %' = 0,4		
duxburyi	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
tentoria	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:			% =	*
OLIGOSPHAERIDIUM (GPL*)			SPP. %' = 0,2		
dividuum	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:			% =	*
PHOBEROCYSTA (CAP*)			SPP. %' = 0,2		
neocomica cruciformis	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:			% =	*
PSEUDOCERATIUM (CAP*)			SPP. %' = 0,2		
pelliferum pelliferum	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:			% =	*
PTERODINIUM (GSP*)			SPP. %' = 0,2		
? cf. cornutum	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:			% =	*
RHOMBODELLA (GPL*)			SPP. %' = 0,2		
paucispina	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:			% =	*
RHYNCHODINIOPSIS (GPC*)			SPP. %' = 0,4		
aptiana	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
cf. fimbriata	: 1	dont 1 ?		% = 0,2	%' = 0,1 ± 0,1
spp.	:			% =	*
SENTUSIDINIUM (GPC)			SPP. %' = 20,3		
sp. A	: 24			% = 5,3	%' = 10,4 ± 5,1
spp.	: 23			% = 5,1	*
SPINIFERITES (GPL*)			SPP. %' = 9,1		
lenzii	: 2			% = 0,4	%' = 0,9 ± 0,5
? magnoseratus	: 1			% = 0,2	%' = 0,5 ± 0,2
multibrevis chebca	: 1	dont 1 ?		% = 0,2	%' = 0,3 ± 0,3
multibrevis multibrevis	: 1			% = 0,2	%' = 0,5 ± 0,2
multibrevis seghiris	: 8			% = 1,8	%' = 3,7 ± 1,9
spp.	: 28			% = 6,2	*
SUBTILISPHAERA (PSP*)			SPP. %' = 0,2		
scabrata	: 1			% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:			% =	*

Fig. 44 : (suite),

SYSTEMATOPHORA (GPL)		SPP. %' = 0,9		
silyba	: 1		% = 0,2	%' = 0,6 ± 0,4
spp.	:		% =	*
TANYOSPHAERIDIUM (GPL*)		SPP. %' = 0,4		
magneticum	: 1		% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
variecalamus	: 1		% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:		% =	*
WALLODINIUM (PSP*)		SPP. %' = 0,2		
krutzschii	: 1		% = 0,2	%' = 0,2 ± 0,0
spp.	:		% =	*

Indice de diversité : H (s) dinos. = 2,2

Fig. 44 : (suite et fin).

Pour un taxon donné, x_M est calculé sur la base de x_m auquel est ajouté le nombre d'individus non déterminés spécifiquement mais du même genre que ce taxon et (s'il s'agit d'un genre pas toujours déterminable) le nombre d'individus indéterminés appartenant à la même catégorie morphologique que le taxon considéré. Ces deux valeurs ajoutées sont proportionnelles à la valeur de x_m.

Certains taxons ne sont que dubitativement déterminés spécifiquement. Seul le nombre des kystes déterminés avec certitude est alors pris en considération pour le calcul de x_m.

Soit "$n_?$"le nombre de représentants d'une espèce identifiée avec doute ;

$$x_m = \frac{n - n_?}{NTD} \qquad \text{ainsi, lorsque } n_? = 0 \qquad \text{alors} \qquad x_m = \%$$

Pour l'estimation de x_M, plusieurs cas peuvent se présenter :

1) <u>cas d'un genre toujours déterminable avec quelques spécimens non identifiés spécifiquement :</u>

$$x_M = \frac{\left(n + \frac{n \times spp}{\sum_{n=n_1}^{n=n_i} n} \right) \times 100}{NTD}$$

Ce cas est illustré par le genre *Muderongia* dans l'exemple de feuille de calcul ci-dessus ;

3 *Muderongia staurota* ont été recensés, dont 1 sans certitude. Puisqu'il s'agit de x_M, l'individu hypothétiquement attribué à *M. staurota* est considéré comme appartenant effectivement à cette espèce.

Un total de 7 + 3 + 1 + 1 soit 12 spécimens de *Muderongia* ont été déterminés spécifiquement.

Le nombre de *Muderongia* spp. est égal à 8.

NTD, le nombre total de dinoflagellés comptés est égal à 453.

Donc pour *M. staurota*, $x_M = \frac{\left(3 + \frac{3 \times 8}{12}\right) \times 100}{453} = 1{,}10\ \%$

2) <u>cas d'un genre pas toujours déterminable, appartenant au groupe des kystes à processus courts :</u>

$$x_M = \frac{\left(n + \frac{n \times spp}{\sum_{n=n_1}^{n=n_i} n} + \frac{n \times IPC}{GPC + CAP}\right) \times 100}{NTD}$$

Ce cas est illustré par le genre *Aptea* ;

8 *Aptea securigera* ont été recensés.

C'est la seule espèce de ce genre à avoir été observée pour ce niveau.

Le nombre de kystes indéterminés à processus courts est IPC = 60.

Le nombre de kystes pas toujours déterminables et à processus courts est égal à :

GPC + CAP soit 51 + 12 = 63.

Donc pour *A. securigera*, $x_M = \frac{\left(8 + \frac{8 \times 0}{8} + \frac{8 \times 60}{63}\right) \times 100}{453} = 3{,}45\ \%$

Pour les kystes sans processus ou à processus longs, il suffit de remplacer dans les formules IPC par ISP ou IPL et respectivement (GPC + CAP) par (GSP + CSP) ou GPL.

La valeur de %' est trouvée en faisant la moyenne entre x_m et x_M.

Une marge d'erreur (∂) est reportée à côté de %' : $\partial = \%' - \%$

Ainsi, dans le cas de *M. staurota* où $x_m = 0{,}44\ \%$ et $x_M = 1{,}10\ \%$

$\%' = 0{,}77 \pm 0{,}33\ \%$ soit $0{,}8 \pm 0{,}3\ \%$

Le pourcentage relatif de chaque genre (SPP %') est calculé avec la même méthode.

Pour un genre toujours déterminable :

$$SPP\ \%' = \frac{\left(\sum_{n=n_1}^{n=n_i} n + spp\right) \times 100}{NTD}$$

Pour un genre pas toujours déterminable et sans processus :

$$SPP\ \%' = \frac{\left(\sum_{n=n_1}^{n=n_i} n + spp + \frac{\left(\sum_{n=n_1}^{n=n_i} n + spp \right) \times ISP}{GSP + CSP} \right) \times 100}{NTD}$$

A travers cet exemple, on voit nettement que pour des genres tels que *Batiacasphaera*, chez qui les espèces sont difficiles à distinguer, l'écart entre le pourcentage calculé avec une méthode classique et le pourcentage reévalué est important. L'aplanissement de ce décalage pourra permettre une meilleure comparaison des espèces entre elles, tant au sein d'un même niveau qu'entre les différents niveaux, puisque les pourcentages ainsi calculés tendent à s'affranchir de l'état de préservation des palynomorphes.

En plus du pourcentage de chaque espèce de Dinoflagellé, un pourcentage relatif entre Spores/Pollens, Microforaminifères (à test chitineux), Acritarches, Incertae sedis et Dinoflagellés a été calculé sur les mêmes feuilles de calcul (*cf.* fig. 44) et reporté sur les figures 54-56.

2.4 - Conclusion

Ce modèle est très intimement lié aux capacités de détermination de chaque utilisateur et peut sembler peu maniable du fait du volume important de calculs effectués. Il permet cependant (et c'est là tout son intérêt) d'optimiser l'estimation du poids statistique de chaque espèce par rapport à la population globale (comprenant les indéterminés), ceci en fonction de la déterminabilité du genre auquel appartient l'espèce considérée. L'utilisation de moyens informatiques (tableurs et feuilles de calculs) est indispensable pour pouvoir exploiter ce modèle, car elle permet de considérablement alléger sa mise en œuvre.

Les populations palynologiques de la coupe des Buissières souffrent d'une très mauvaise préservation induisant un taux de dinokystes indéterminés trop souvent supérieur à 50%. L'application de ce modèle de calcul des fréquences relatives n'a donc pas été effectuée pour cette coupe. Les fréquences relatives ont du être estimées sur la base de comptages rapides concernant uniquement les espèces les plus abondantes dans les niveaux considérés.

Ce modèle n'a donc été utilisé que pour la coupe de Vergons.

VI - CALCUL DES FRÉQUENCES "ABSOLUES"

Par opposition aux fréquences relatives, les fréquences absolues indiquent un nombre d'individus par unité de poids ou de volume. Dans le cas des fréquences absolues *sensu stricto*, ce calcul est totalement indépendant des proportions (fréquences relatives, pourcentages) que peuvent avoir les taxons entre eux. Seul entre en considération le nombre des individus comptés.

Un autre type de calculs, baptisé ici fréquences "semi-absolues" a également été abordé. L'emploi de ce terme et son mode de calcul (qui fait appel à des fréquences relatives) sont discutés

ci-dessous.

A - CALCUL DES FRÉQUENCES ABSOLUES *s.s.*

1 - INTRODUCTION

Il m'a paru intéressant d'avoir une estimation de la teneur en palynomorphes des niveaux étudiés. Cette démarche, déjà bien suivie pour les sédiments du Quaternaire, n'avait jamais été tentée de façon précise pour des sédiments du Crétacé inférieur.

Pour se faire, il fallait préalablement que les lames palynologiques, et par conséquent le résidu lui-même, soient adaptés à un comptage permettant d'aboutir à un nombre de palynomorphes par gramme de sédiment sec. Dès les toutes premières phases du traitement palynologique des échantillons, la procédure a donc été conduite dans l'optique de permettre un tel comptage.

La méthode utilisée est proche de celle décrite par DAVIS (1965). Celle-ci est relativement lourde et augmente considérablement le temps de traitement des échantillons car elle demande rigueur et précision dès le tout début des manipulations.

De ce fait, seulement 45 échantillons (31 pour Vergons, 14 pour les Buissières) ont subi un tel traitement.

Remarque : N'ayant pas pu me procurer de pollen exotique ni de tablette de *Lycopodium*, la méthode consistant à ajouter des spores ou des pollens exotiques sous forme de suspension glycérinée (BENNINGHOFF, 1962) ou de pastilles étalonnées (STOCKMAR, 1971) n'a pas pu être utilisée ici.

2 - PROCÉDURE EMPLOYÉE

Le sédiment sec devant être traité est pesé avant les attaques par les acides ; soit **P** son poids.

Après les attaques chimiques, le volume de résidu restant est mesuré ; soit **V** ce volume.

De ce volume V est prélevé un volume $\mathbf{V_f}$ utilisé uniquement pour le montage de lames destinées au comptage des fréquences absolues. Ce volume V_f ne subit plus aucune opération autre qu'un rinçage à l'eau avec tamisage sur un filtre à mailles de 10 µm[1]. Le nouveau volume du résidu, une fois rincé, est lui aussi mesuré ; soit $\mathbf{E_t}$ ce volume, dont une partie ($\mathbf{E_l}$) est montée entre lame et lamelle.

Soient $\mathbf{n_l}$, $\mathbf{n_t}$, **N** les nombres de palynomorphes contenus respectivement dans les volumes E_l, E_t, V.

Le nombre de palynomorphes contenus dans le volume V_f reste n_t.

On peut donc écrire :

$$\frac{n_l}{N} = \frac{V_f \times E_l}{V \times E_t} \quad \text{et donc} \quad N = \frac{V \times E_t \times n_l}{V_f \times E_l}$$

---

1) Le résidu utilisé pour les fréquences absolues a été tamisé avec des filtres à mailles de 10 mm, alors que le reste du résidu a été tamisé avec des filtres à mailles de 15 µm ou de 20 µm.

La fréquence absolue (en nombre de palynomorphes par gramme de sédiment sec) est donc :

$$F_a = \frac{N}{P} \quad \text{soit} \quad F_a = \frac{V \times E_t \times n_l}{V_f \times E_l \times P}$$

où le terme $\frac{V \times E_t}{V_f \times E_l \times P}$ appelé ici coefficient de concentration apparaît inhérent à chaque préparation.

Soit C_o ce coefficient : $F_a = C_o \times n_l$

Connaissant C_o, cette formule permet de calculer rapidement la fréquence absolue de n'importe quel groupe de palynomorphe avec n_l correspondant au nombre total de représentants de ce groupe dans toute la lame étudiée.

B - CALCUL DES FRÉQUENCES "SEMI-ABSOLUES"

Ce mode de calcul, utilisé par WRENN & BECKMAN (1981, p. 394) implique la connaissance de deux paramètres : la valeur du C.O.T. pour chaque échantillon et la proportion de chaque élément constituant la matière organique figurée.

Ainsi, la fréquence "semi-absolue" d'un élément est égale au pourcentage de cet élément que multiplie la valeur du C.O.T. dans le niveau dont il provient : $F_{sa} = n_{(\%)} \times COT$

J'ai volontairement créé un terme composé pour exprimer ce type de calcul. Il ne s'agit pas en effet d'un véritable calcul de fréquences absolues, dont le résultat s'exprime en nombre d'éléments par unité de poids, mais d'un calcul s'appuyant à la base sur des valeurs relatives.

VII - ESTIMATION DE L'INDICE DE DIVERSITÉ

Cet indice a été approché de deux façons différentes, qui, nous le verrons par la suite, donnent finalement des résultats tout à fait comparables (*cf.* pp. WWforam, WWdinos).

A - A PARTIR DU NOMBRE DE TAXONS

Cette première méthode est basée simplement sur le nombre de taxons recensés pour un niveau donné. C'est certainement la méthode la plus utilisée, particulièrement pour les associations fossiles, pour lesquelles les différents taxons font rarement l'objet de calculs de fréquences relatives.

B - PAR LA FONCTION DE SHANNON-WIENER

Cette seconde méthode est définie par **la fonction de SHANNON-WIENER** (SHANNON & WEAVER, 1949). La diversité spécifique est calculée à partir du nombre de taxons et du nombre d'individus pour chaque échantillon :

$H(s) = -\sum \left(\frac{X}{NTI} \times Ln \frac{X}{NTI} \right)$ où X est le nombre d'individus recensés pour chaque taxon et NTI le nombre total d'individus pour chaque niveau.

Cette approche tient compte de la proportion de chaque taxon au sein de la population totale : elle nécessite donc de connaître les fréquence relatives des taxons recensés. Cette dernière méthode est moins rapide que celle par simple comptage du nombre des taxons, mais elle est plus précise.

CHAPITRE VI

LE MATÉRIEL PALYNOLOGIQUE

CHAPITRE VI
LE MATÉRIEL PALYNOLOGIQUE

I - INTRODUCTION ..... p. 109

II - QUALITÉ DU MATÉRIEL PALYNOLOGIQUE ..... p. 109

III - LA MATIÈRE ORGANIQUE ..... p. 112
A - LA MATIÈRE ORGANIQUE AMORPHE ..... p. 112
B - ETUDE PAR PYROLYSE ROCK-EVAL ..... p. 113

IV- GRANDS GROUPES PALYNOLOGIQUES ..... p. 114
A - INTRODUCTION ..... p. 114
B - COMPARAISONS DES GRANDS GROUPES PALYNOLOGIQUES ..... p. 117
1 - PROPORTIONS RELATIVES ..... p. 117
2 - FRÉQUENCES "ABSOLUES" p.117
C - SPORES ET POLLENS ..... p. 125
D - MICROFORAMINIFÈRES ..... p. 126
1 - RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE ..... p. 126
2 - FRÉQUENCES RELATIVES ..... p. 129
3 - INDICE DE DIVERSITÉ ..... p. 129
4 - FORMES BENTHIQUES ET PLANCTONIQUES ..... p. 129
E - ACRITARCHES ..... p. 131
F - INCERTAE SEDIS ..... p. 132
G - DINOFLAGELLÉS ..... p. 133
H - CONCLUSIONS ..... p. 133

I - INTRODUCTION

Tous les échantillons prélevés ont subi un traitement palynologique, dont le résidu obtenu a été monté entre lame et lamelle. Ayant en commun une qualité de membrane résistant au traitement palynologique, les éléments constituant le matériel palynologique sont énumérés dans la partie "Systématique", en annexe. Seuls les groupes majeurs seront étudiés ci-dessous.

Avant d'aborder la phase principale de ce chapitre (l'évolution stratigraphique de chacun des constituants majeurs du matériel palynologique le long des séries des Buissières et de Vergons), nous verrons en premier lieu quelle est la qualité du matériel palynologique.

Ensuite, et bien que ceci dépasse le cadre du matériel palynologique au sens strict, nous verrons ce qu'a pu apporter l'analyse de la matière organique, tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif.

Nous parlerons enfin des constituants essentiels du matériel palynologique, avec successivement les Spores/Pollens, les Microforaminifères, les Acritarches, les Incertae sedis et les Dinoflagellés. Etant l'élément déterminant de ce travail, ce dernier groupe fera l'objet d'une étude particulière, reportée dans le chapitre suivant.

II - QUALITÉ DU MATÉRIEL PALYNOLOGIQUE

Globalement, la préservation des palynomorphes est apparue bien moins bonne dans la coupe des Buissières que dans celle de Vergons. Cette dissimilitude est à l'origine du fait que, pour le recensement spécifique des dinokystes, des comptages quantitatifs précis on pu être effectués pour les échantillons de Vergons, alors que seulement des comptages semi-quantitatifs ont été possibles pour ceux des Buissières. Cependant, au niveau des grands groupes et de certains taxons, des comptages quantitatifs précis ont pu être réalisés pour les deux coupes.

- **A Vergons** : le niveau H51 (zone à *Angulicostata*) s'est avéré extrêmement pauvre en palynomorphes, mais exceptionnellement riche en matière organique amorphe et en éléments charbonneux. C'est également le cas du niveau H55 (zone à *Compressissima*) qui est toutefois légèrement plus riche en palynomorphes marins.

Bien que présentant une palynoflore variée, le niveau H14 (zone à *Loryi*) est lui particulièrement mal conservé.

- **Aux Buissières** : l'échantillon Bu47 prélevé dans les calcaires massifs du sommet de la coupe (zone à *Angulicostata*) s'est révélé très pauvre en fossiles organiques et particulièrement en kystes de dinoflagellés. Cette pauvreté peut cependant être considérée comme normale dans un faciès très carbonaté.

A l'exception de quelques très rares pollens disaccates, aucun autre palynomorphe n'a été rencontré dans le niveau Bu42' (zone à *Sayni*).

Une évaluation visuelle du degré de préservation des palynomorphes a été effectuée pour les deux coupes (fig. 45-46). Dans le cas de Vergons, la préservation peut être quantifiée par la valeur du taux de déterminabilité des dinokystes (fig. 43).

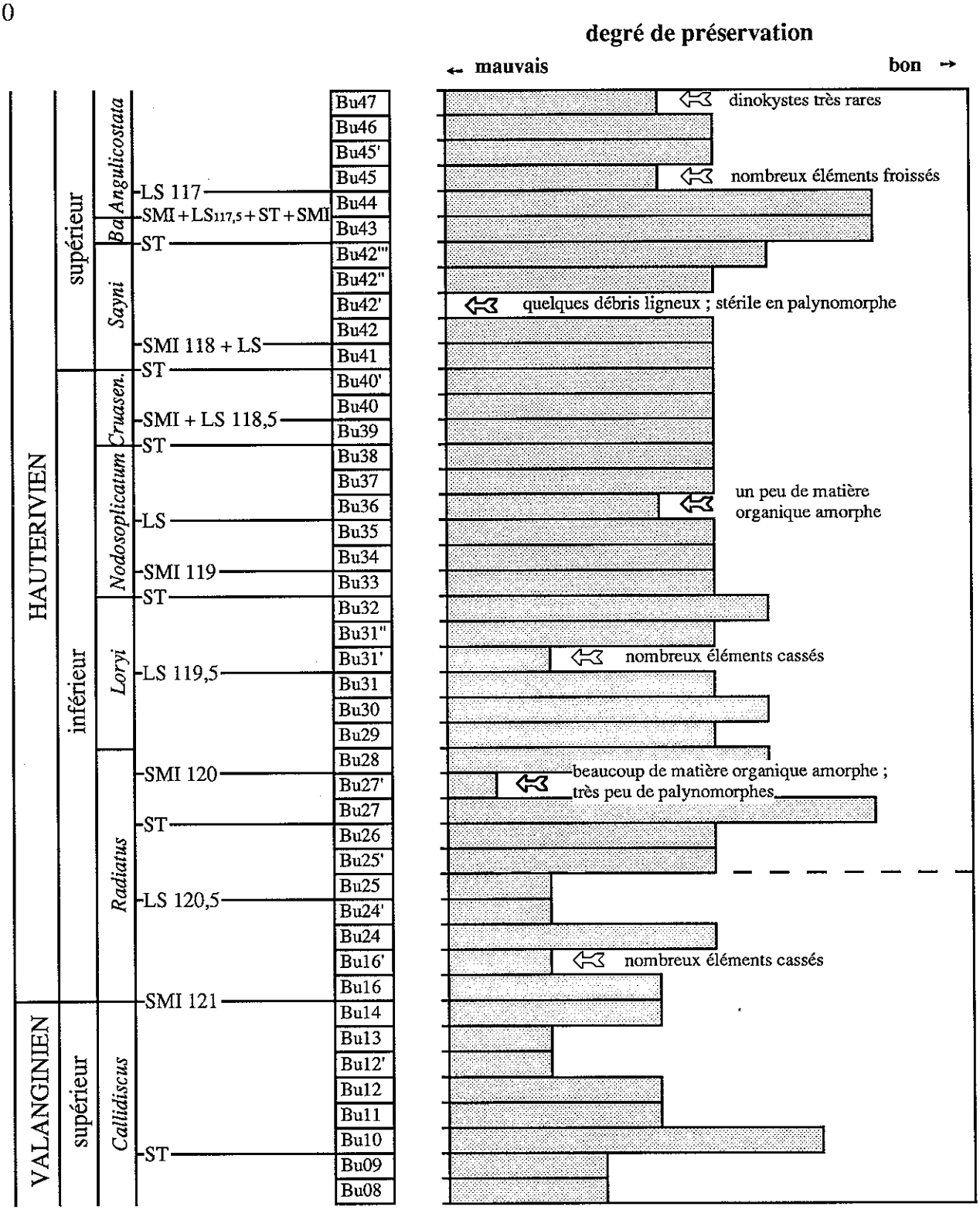


Fig. 45 : Coupe des Buissières ; variations du degré de préservation et localisation des maxima de matière organique amorphe.

Le degré de préservation suit la même tendance dans les deux coupes : les niveaux les moins biens conservés se situent au passage Valanginien/Hauterivien et les mieux préservés se rencontrent dans la partie sommitale de l'Hauterivien. Au sein de cette tendance, on peut toutefois observer dans les deux coupes une coupure marquant la transition entre des niveaux globalement mal préservés puis mieux préservés : Aux Buissières, cette coupure se situe entre les niveaux Bu25 et Bu25', c'est-à-dire dans le prisme de bas niveau marin de la zone à *Radiatus* ; à Vergons, elle se place entre

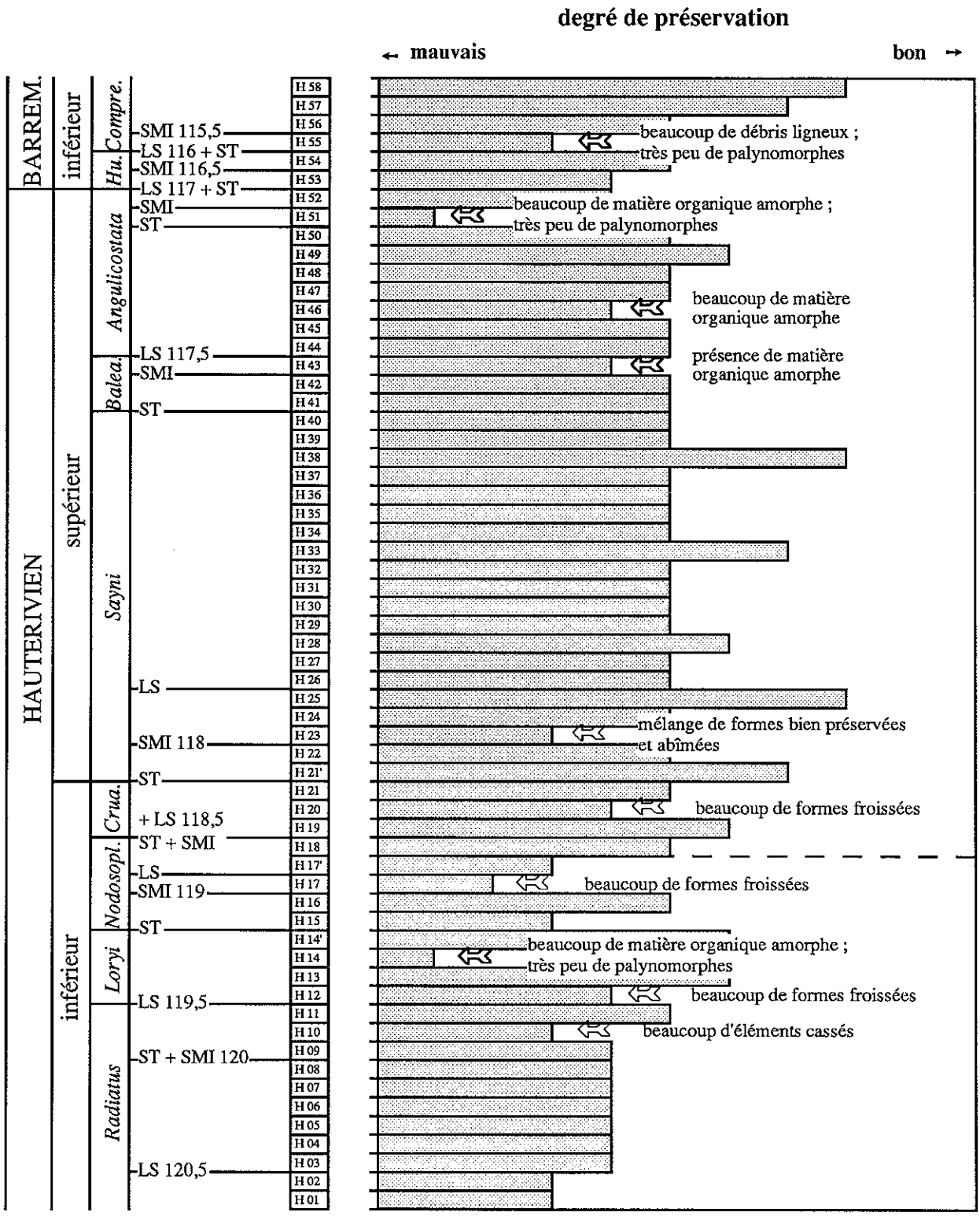


Fig. 46 : Coupe de Vergons ; variations du degrè de préservation et localisation des maxima de matière organique amorphe.

les niveaux H17' et H18, c'est-à-dire dans le prisme de bas niveau de la zone à *Nodosoplicatum.*

En ce qui concerne la coupe de Vergons, ceci rejoint ce que nous avons observé plus haut à partir de la déterminabilité (chapitre V, "Calcul des fréquences relatives", fig. 43). Ces brusques variations de la préservation s'observent à chaque fois dans des périodes de bas niveau marin, mais à des moments diachrones entre Vergons et les Buissières. Non visibles au niveau des cycles de 3ème ordre, il est possible que ces phénomènes soient plutôt à relier au cycle de 2ème ordre dont

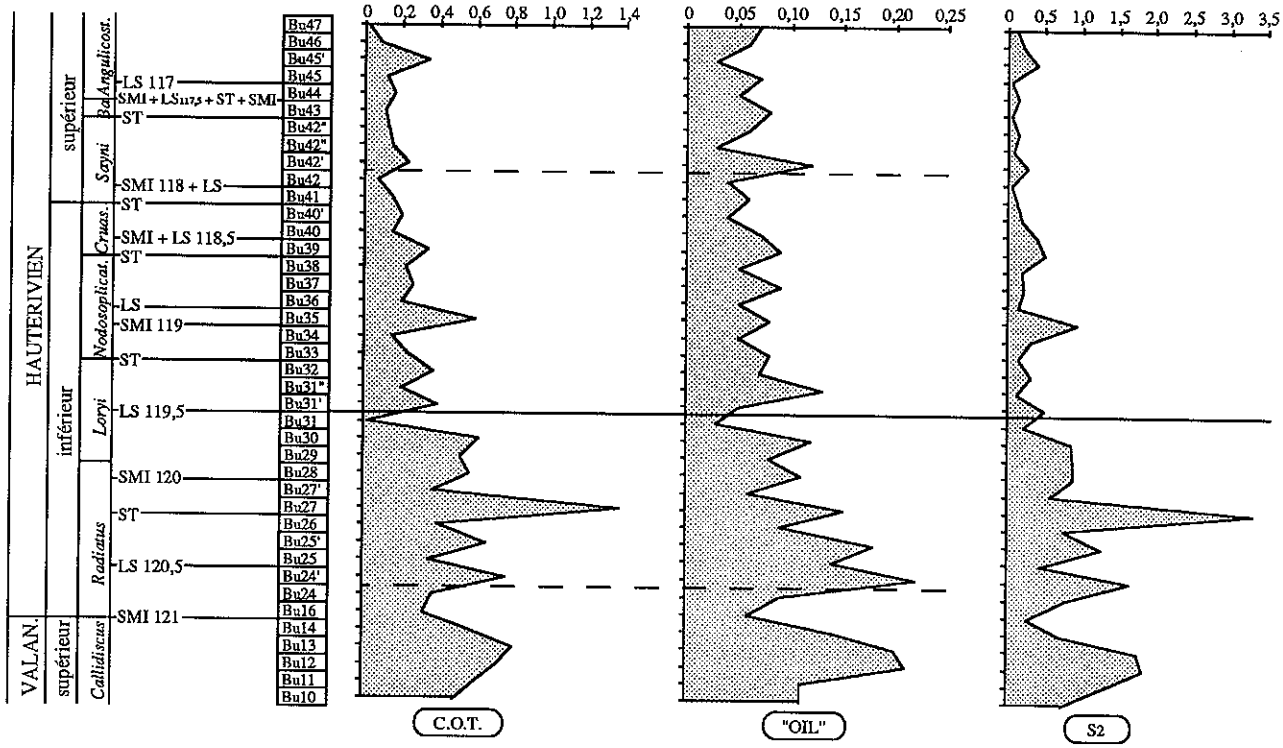


Fig. 47 : Evolution de la teneur en Carbone Organique Total, des huiles ("Oil") et du soufre (S_2) le long de la coupe des Buissières.

l'Hauterivien inférieur constitue la base de l'intervalle trangressif.

Remarque : Les paramètres contrôlant la préservation des palynomorphes sont extrêmement difficiles à identifier ; en effet, des échantillons peuvent avoir été prélevés très prés l'un de l'autre (et dans le même faciès) et présenter un état de préservation totalement différent (ex. H14 - H14' ; Bu42' - Bu 42"). De tels exemples montrent que les différences de qualité dans le matériel palynologique ne peuvent être imputées à la diagenèse seule. Par contre, ces différences peuvent s'expliquer par le fait qu'un même cortège sédimentaire est constitué de plusieurs microséquences, et que deux échantillons successifs peuvent très facilement correspondre à des événements distincts au sein de ces microséquences et présenter ainsi des différences sensibles de préservation.

III - LA MATIÈRE ORGANIQUE

Dans les paragraphes qui vont suivre, deux types de matière organique vont être abordés. Outre la matière organique amorphe (= matière organique non figurée), observable au microscope optique avec le reste du matériel palynologique, nous verrons ce que donne les résultats des pyrolyses (analyse Rock-Eval) sur les sédiments bruts.

A - LA MATIÈRE ORGANIQUE AMORPHE

L'observation de l'ensemble du matériel palynologique au microscope optique montre que (fig. 44 et 45) certains niveaux s'individualisent par leur forte teneur en matière organique amorphe ou en éléments charbonneux. On peut observer que ces irrégularités n'apparaissent pas de façon synchrone d'une coupe à l'autre. Elles ne semblent pas non plus correspondre à un type particulier d'événement séquentiel, bien qu'elles soient globalement restreintes aux dépôts de bas niveau marin

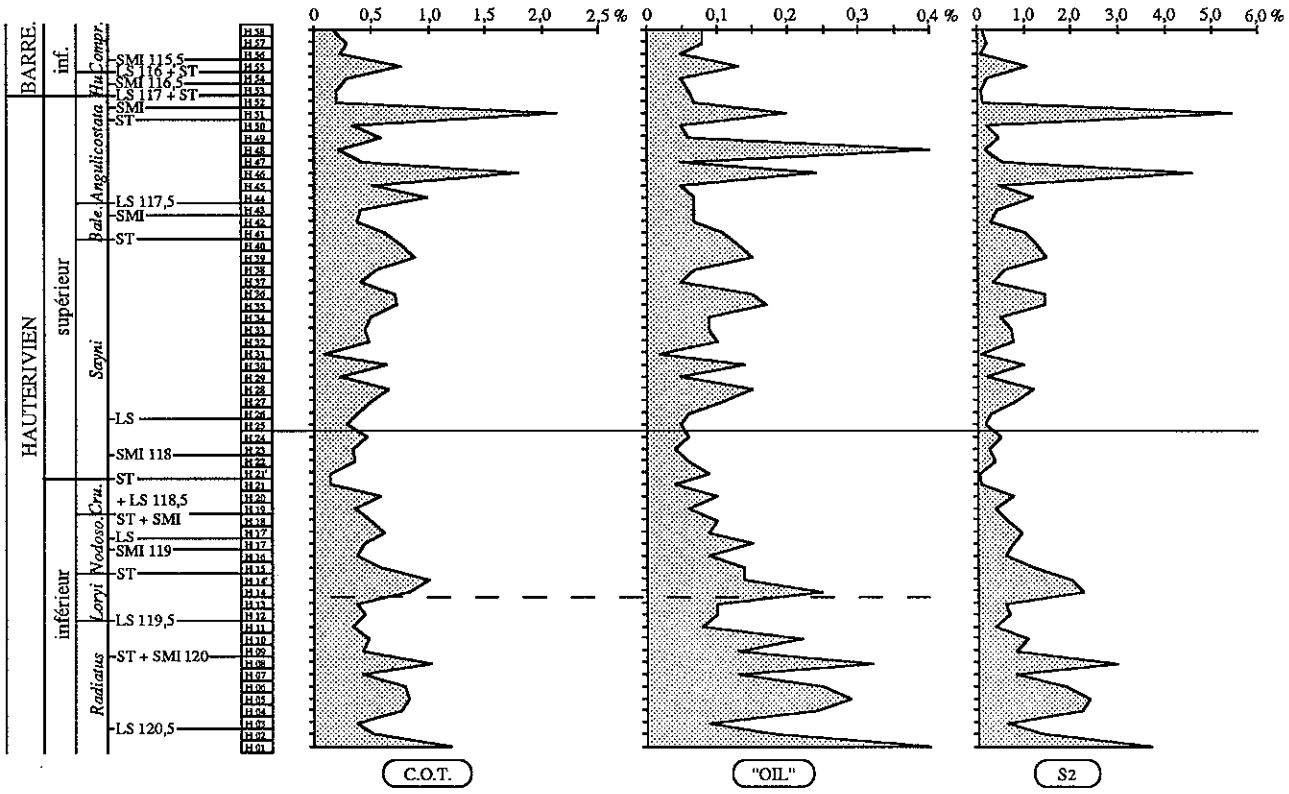


Fig. 48 : Evolution de la teneur en Carbone Organique Total, des huiles ("Oil") et du soufre (S_2) le long de la coupe de Vergons.

et aux intervalles transgressifs, à l'exception de l'échantillon H42 (zone à *Sayni*)qui "correspond" à un prisme de haut niveau.

B - ETUDE PAR PYROLYSE ROCK-EVAL

Grâce à l'obligeance de la compagnie ESSO-REP, la totalité des échantillons des coupes des Buissières et de Vergons a pu subir une pyrolyse de type Rock-Eval.

Rappelons que cette technique permet d'obtenir, entre autres, des paramètres tels que : carbone organique total (C.O.T.), quantité d'hydrocarbures libres, ainsi que quantité de composés hydrocarbonés (potentiel pétrolier) et oxygénés produits lors du craquage du kérogène, d'où l'on tire respectivement l'indice d'hydrogène (IH) et l'indice d'oxygène (IO). La température maximum de pyrolyse (T_{max}) est fonction de la maturation thermique subie par la matière organique *in situ* (BERTRAND, 1986, p. 28 ; BRÉHÉRET & HERBIN, 1987, p. 200).

BRÉHÉRET & HERBIN (1987) ayant montré le caractère significatif des mesures faites sur des échantillons issus d'affleurements, les valeurs de C.O.T. présentées ci-dessous (fig. 47 à 50) pourront donc être considérées comme fiables.

Le potentiel gazeux de tous les échantillons s'est révélé nul. Le potentiel en huiles est illustré par les courbes "Oil" des figures 47 et 48. Les températures maximales de pyrolyse s'échelonnent entre 423 et 445°C aux Buissières contre 428 à 441°C à Vergons. Les valeurs moyennes de T_{max} sont cependant supérieures à Vergons, ce qui laisse supposer une diagenèse légèrement plus forte dans cette coupe par rapport à celle des Buissières. Cette conclusion est paradoxale si l'on considère le fait que la préservation des palynomorphes est nettement meilleure à Vergons.

Sur les trois courbes illustrées par la figure 47 (Buissières), nous pouvons observer une

coupure assez nette au niveau de la limite de séquence LS119,5 (zone à *Loryi*), se marquant par une baisse des valeurs de C.O.T., d'huiles et de soufre. Une baisse similaire, mais moins nette, s'observe entre les niveaux H24 et H25 à Vergons, dans le prisme de haut niveau marin de la zone à *Sayni*. De même que pour la préservation, un phénomène comparable s'observe entre Vergons et les Buissières, mais toujours avec un diachronisme important, qui là encore montre une antériorité aux Buissières par rapport à Vergons. Il est fort probable que ces coupures soient à relier au cycle de 2ème ordre dont il est fait mention dans le paragraphe précédent.

Outre cette coupure, les valeurs de C.O.T. et d'huiles des Buissières montrent quatre phases distinctes (*cf.* fig. 47) dont les limites se situent entre les niveaux Bu24 et 24' (PHN, zone à *radiatus*), Bu31' et 31" (PBN, zone à *Loryi*), puis Bu42 et 42' (PBN, zone à *sayni*). Ces phases se marquent par une brusque augmentation de la teneur en huile, suivie d'une diminution progressive. Ces phases ont chacune une durée supérieure à la durée de dépôt d'un cortège sédimentaire de 3ème ordre et certaines se prolongent au delà d'un cycle sédimentaire de 3ème ordre [par exemple la troisième phase qui se maitient durant près de trois cycles sédimentaires de 3ème ordre (du dessus de la LS119,5 au dessus de la LSSay.)]. A Vergons, l'équivalent de ces phases est visible seulement dans l'Hauterivien inférieur : une première phase s'individualise entre la base de la coupe et le niveau H14 (PBN, zone à *Radiatus*), la seconde finissant sous le niveau H25 (BHN, zone à *Sayni*). Là encore, les événements visibles aux Buissières et à Vergons semblent s'enregistrer en premier aux Buissières.

Non corrélables avec des événements séquentiels de 3ème ordre, il est possible que ces coupures trouvent leur origine dans un cycle de 2ème ordre. Sachant que les concentrations de matière organique se font généralement dans les phases transgressives, du fait d'une plus grande proximité des zones de haute productivité (R. JAN DU CHENE, communication personnelle), nous pouvons supposer que les quatres phases observées représentent des séquences élémentaires du cortège transgressif du cycle de 2ème ordre "Valanginien-Aptien" (*cf.* p. 24, à la fin chapitre I).

La comparaison entre les valeurs de C.O.T. et les fréquences absolues des microfossiles organiques planctoniques ou continentaux (fig. 49-50) ne montre aucune corrélation probante.

IV- GRANDS GROUPES PALYNOLOGIQUES

A - INTRODUCTION

Cinq grands groupes palynologiques ont été différenciés et comptabilisés ; il s'agit des Spores/Pollens, des tests chitineux de Foraminifères, des kystes de Dinoflagellés, des Acritarches et des Incertae sedis. La distinction entre ces derniers groupes est discutée dans le chapitre "Systématique", en annexe. Au sein des Spores/Pollens, les Pollens disaccates ont été séparés du reste du contenu sporopollinique, d'origine continentale.

Après avoir été observés dans leur ensemble, chacun de ces groupes sera traité séparément, dans les paragraphes qui vont suivre. Du fait de leur dominance et de leur importance pour la biostratigraphie, les kystes de Dinoflagellés feront quant à eux l'objet d'un chapitre à part .

Avant de commencer, rappelons que les modalités de calcul des fréquences relatives, absolues et "semi-absolues" sont exposées dans le chapitre "Méthodologie".

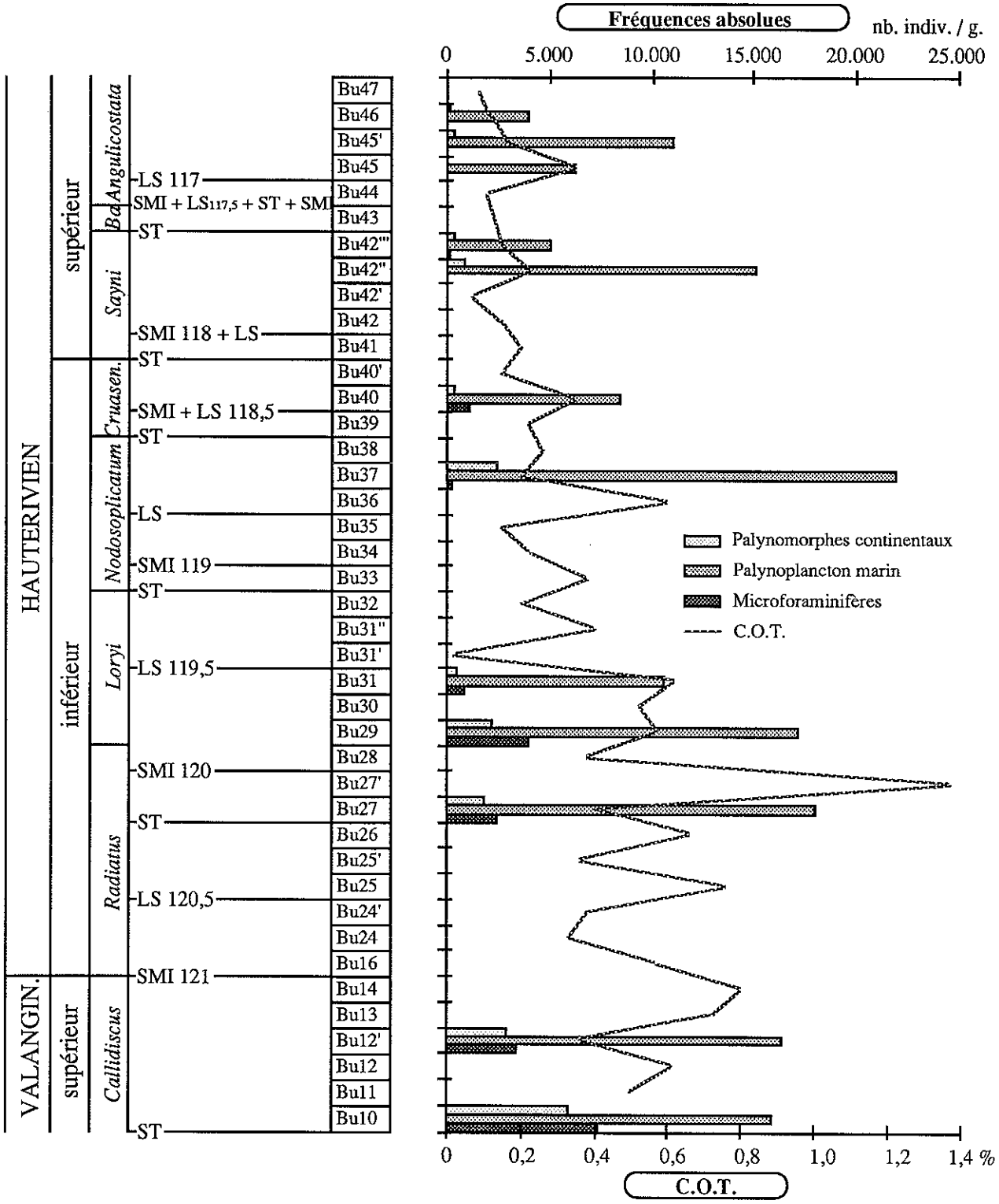


Fig. 49 : Coupe des Buissières ; comparaison entre les fréquences absolues des palynomorphes marins et continentaux, et les valeurs de Carbone Organique Total.

Dans le cas des grands groupes palynologiques présentés ici, les fréquences relatives correspondent au nombre d'individus d'un groupe par rapport au nombre total de tous les individus représentant ces grands groupes.

En ce qui concerne les fréquences "semi-absolues", seuls les grands groupes palynologiques ont été comptabilisés. Vu que ceux-ci représentent la très grande majorité de la matière organique figurée, les valeurs des fréquences "semi-absolues" obtenues à partir de ces éléments pourront donc

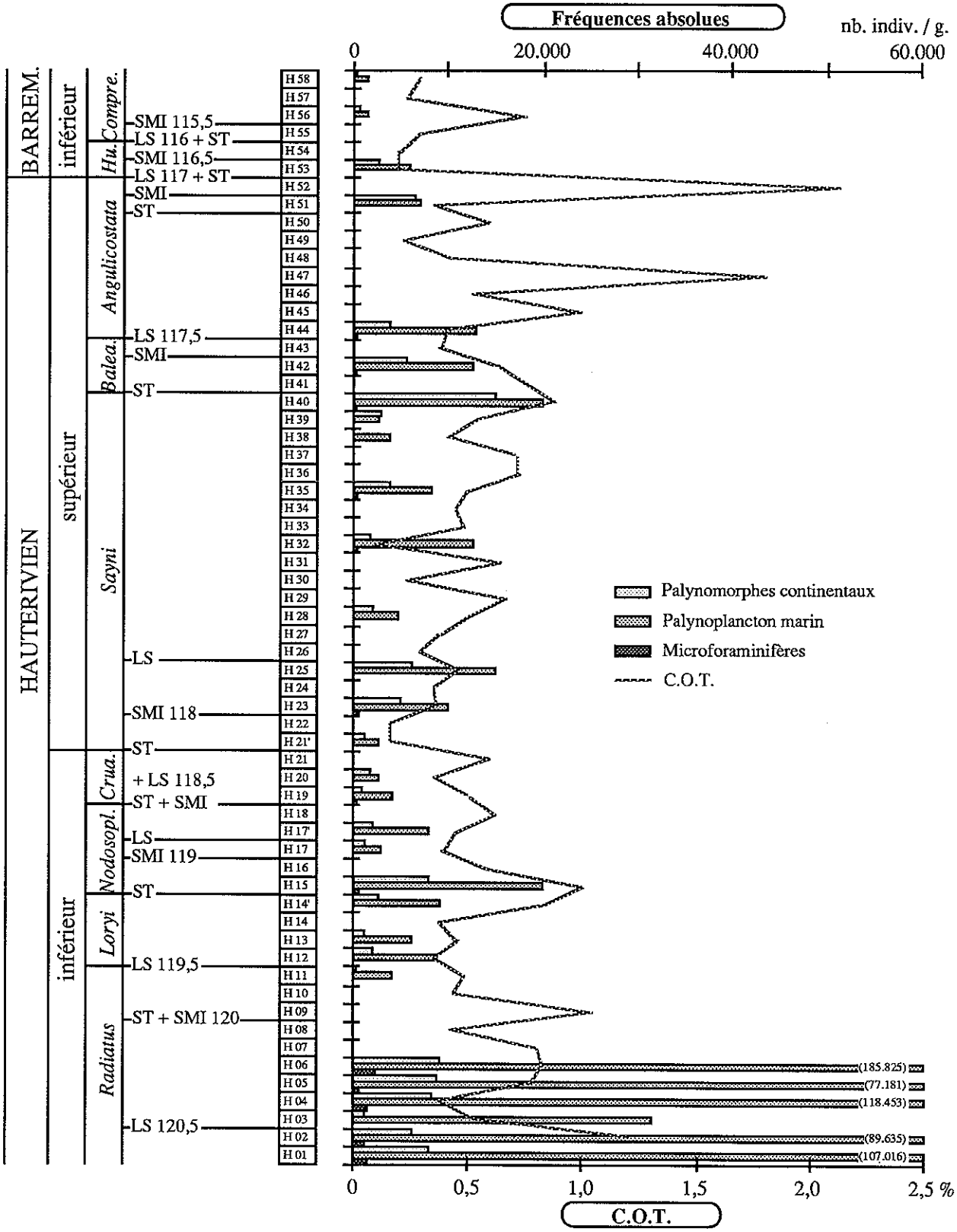


Fig. 50 : Coupe de Vergons ; comparaison entre les fréquences absolues des palynomorphes marins et continentaux, et les valeurs de Carbone Organique Total .

être considérées comme significatives.

B - COMPARAISONS DES GRANDS GROUPES PALYNOLOGIQUES

1 - PROPORTIONS RELATIVES

Les diagrammes des figures 51-52 montrent que, tout au long des deux séries étudiées, les kystes de Dinoflagellés sont toujours nettement dominants, excepté dans les calcaires massifs de l'Hauterivien terminal des Buissières (niveau Bu47) qui préfigurent le faciès Urgonien. C'est là le seul cas où le microplancton organique est supplanté par des fossiles d'origine continentale.

Abstraction faite des brèves indentations ponctuant les courbes des variations relatives des principaux groupes de microfossiles organiques (en ordonnées cumulées sur les figures 51-52 et en ordonnées non cumulées sur les figures 53 et 55), quelques phénomènes marquants se dégagent de ces courbes, tant aux Buissières qu'à Vergons :

- Dans les deux cas, l'**ordre de dominance globale des groupes** est le même, avec par ordre d'importance décroissante : les Dinoflagellés, les Microforaminifères, les Incertae sedis, les Spores/Pollens, les Disaccates puis les Acritarches. Les intervalles de valeurs des fréquences relatives sont, d'une coupe à l'autre, approximativement les mêmes pour chacun de ces groupes. Les Acritarches et les tests chitineux de Foraminifères sont toutefois relativement mieux représentés aux Buissières qu'à Vergons. Ceci pourrait amener à penser que ces deux groupes se développent préférentiellement en domaine hémipélagique ou de plate-forme externe plutôt qu'en domaine pélagique, mais les observations concernant les Disaccates infirment ce raisonnement. En effet, les pollens à ballonnets sont paradoxalement plus abondants à Vergons qu'aux Buissières, alors que leur origine continentale aurait laisser présager d'une proportion moins importante en domaine pélagique qu'en domaine intermédiaire.

- Pour les deux coupes, un **léger antagonisme** se remarque entre les courbes de représentation des **Dinoflagellés** et celles des **Microforaminifères**.

C'est aux Buissières que s'observent les fluctuations les mieux identifiables : la proportion relative des Dinoflagellés est globalement plus faible à la base de la coupe, entre les niveaux Bu10 et Bu25', c'est-à-dire entre les surfaces de transgression STCal. et STRad.. C'est durant cet intervalle que les tests chitineux de Foraminifères sont les plus abondants, ainsi qu'entre les niveaux Bu36 et Bu40'.

- Plus manifeste à Vergons qu'aux Buissières, une certaine **concordance des proportions** relatives des **Incertae sedis** et des **Spores/Pollens** semble se dégager. Si cette dernière remarque se vérifie dans d'autres coupes, ceci impliquerait une origine proximale des Incertae sedis qui devraient alors être considérés comme allochtones dans les faciès intermédiaires et surtout distaux. Il est regrettable que cette supposition ne puisse être vérifiée par les observations de POURTOY (1989) qui, bien qu'ayant comparé les grands groupes palynologiques entre eux dans le Crétacé inférieur du domaine ultrahelvétique, n'a pas recensé les Incertae sedis.

2 - FRÉQUENCES "ABSOLUES"

Nous remarquons que les moyennes des fréquences absolues se répartissent dans des fourchettes de valeurs qui sont équivalentes entre les Buissières et Vergons, à l'exception de celles des Spores/Pollens et surtout des Disaccates.

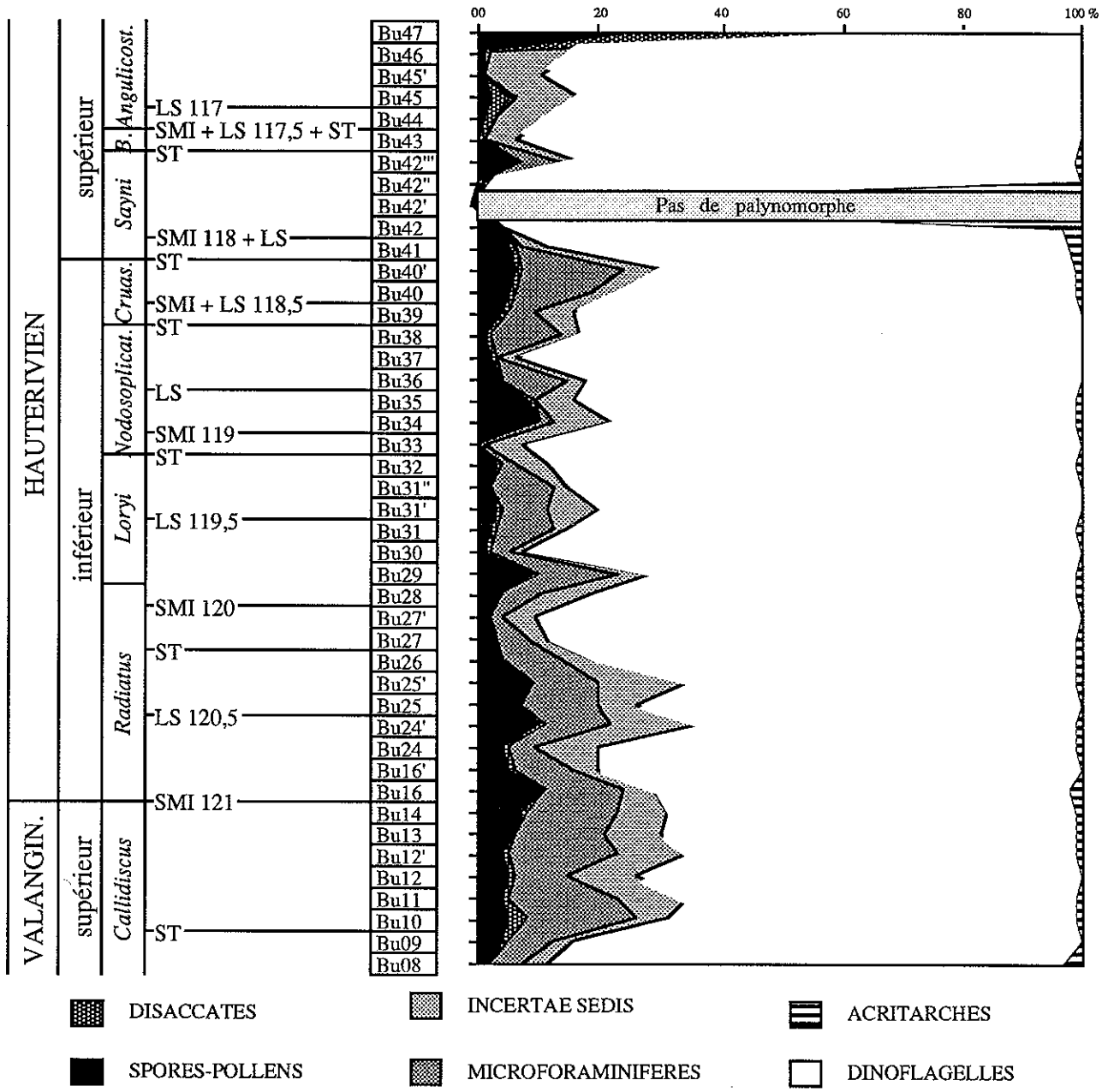


Fig. 51 : Coupe des Buissières ; proportions relatives cumulées des principaux groupes de microfossiles organiques.

Une très forte abondance des palynomorphes (tous groupes confondus) est remarquable au début de la zone à *Radiatus* à Vergons. Les niveaux des Buissières correspondant à cette tranche de temps n'ont malheureusement pas subi de traitement permettant un calcul des fréquences absolues. Il n'est donc actuellement pas possible de savoir si ce phénomène spectaculaire se produit également en milieu hémipélagique.

Cette surabondance touche tous les groupes palynologiques à l'exception des Acritarches. Bien que proportionnellement moins marqués par ce flux, les organismes d'origine continentale montrent eux aussi des fréquences absolues proportionnellement plus importantes au début de la zone à *Radiatus*. Du fait de cette remarque, une telle surabondance ne peut être uniquement reliée à une forte augmentation de la productivité primaire. L'abondance des fossiles d'origine terrigène dans les sédiments marins ne peut en aucun cas être conditionnée par une élévation de la

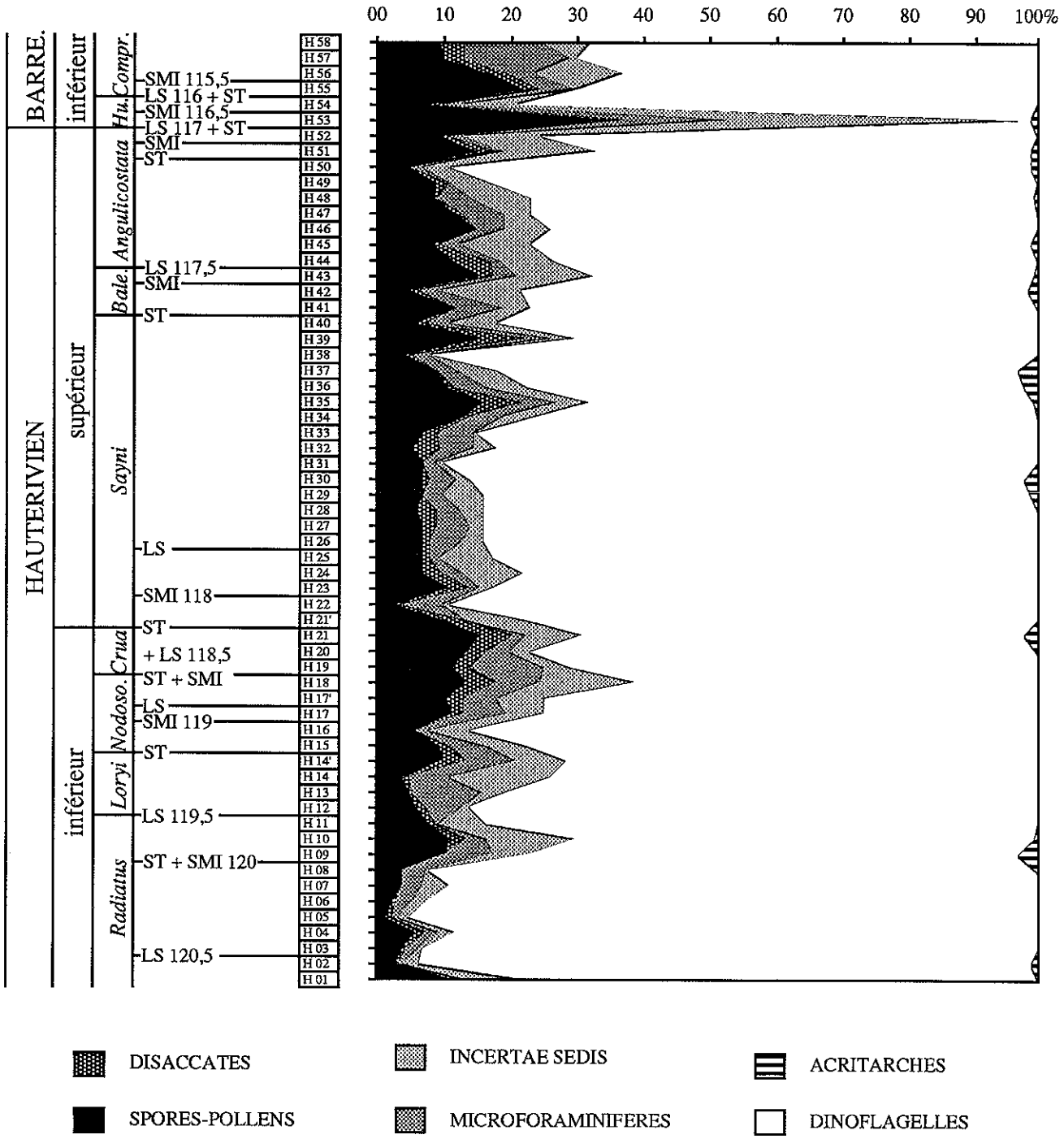


Fig. 52 : Coupe de Vergons ; proportions relatives cumulées des principaux groupes de microfossiles organiques.

productivité phytoplanctonique. Ce phénomène est probablement à relier à un événement séquentiel de 2ème ordre : les niveaux développant cette surabondance de palynomorphes se situent à la base de l'intervalle transgressif de 2ème ordre et correspondent sans doute à une période d'inondation importante induisant une diminution des apports sédimentaires et une concentrations des palynomorphes dans le bassin. Il faut noter que c'est à cette époque (base de la zone à *Radiatus*) que la plate-forme passe d'une période d'exondation à une période d'inondation, se marquant notamment par le développement de faciès marneux. Tenant compte des observations faites plus haut au sujet de la préservation des palynomorphes (*cf.* pp. 109-

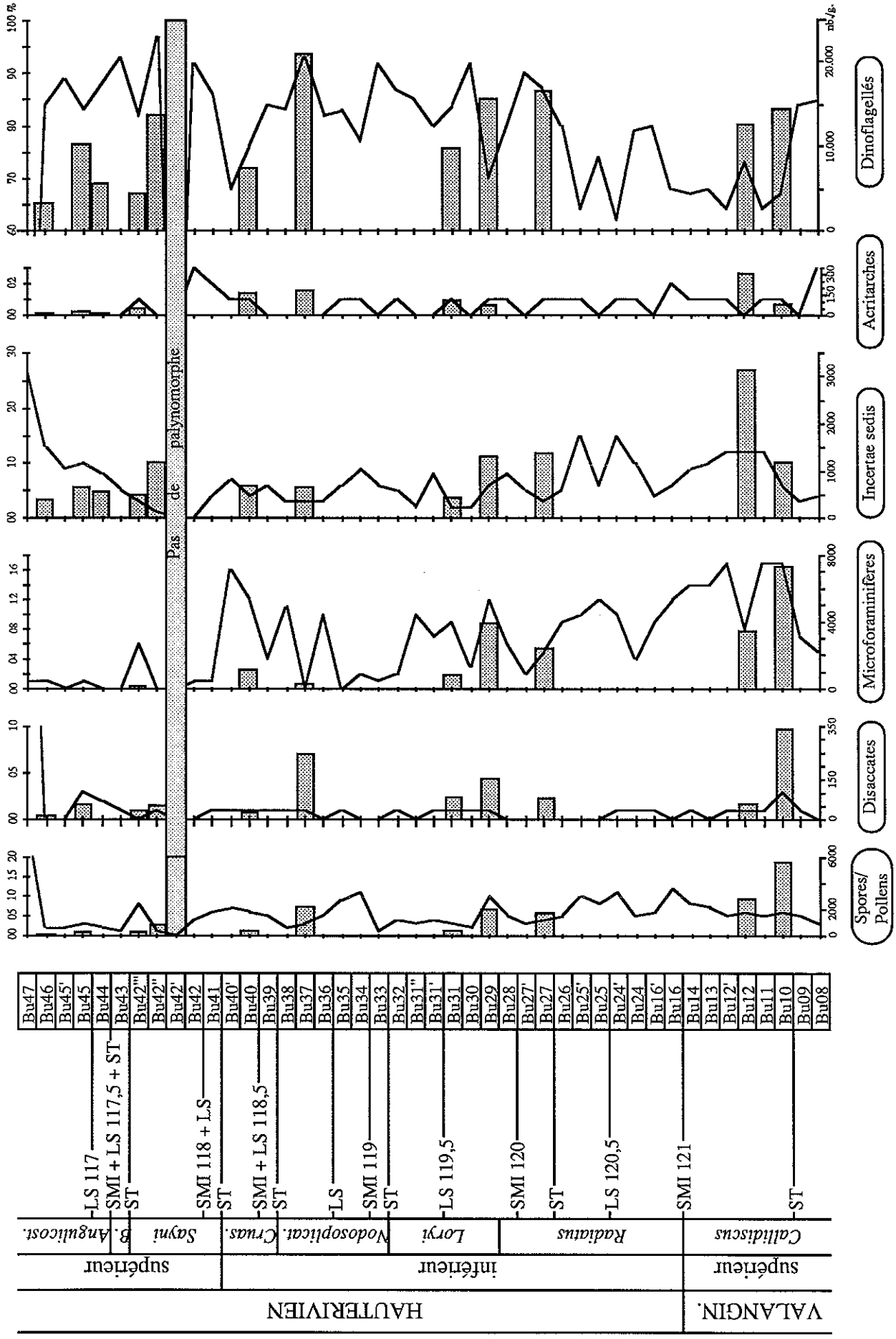


Fig. 53 : Coupe des Buissières ; variations verticales (fréquences relatives et absolues) des principaux groupes de microfossiles organiques au sein du contenu palynologique. ▭ : fréquences absolues (en nb. d'indiv./g de sédiment sec), ◺: fréquences relatives.

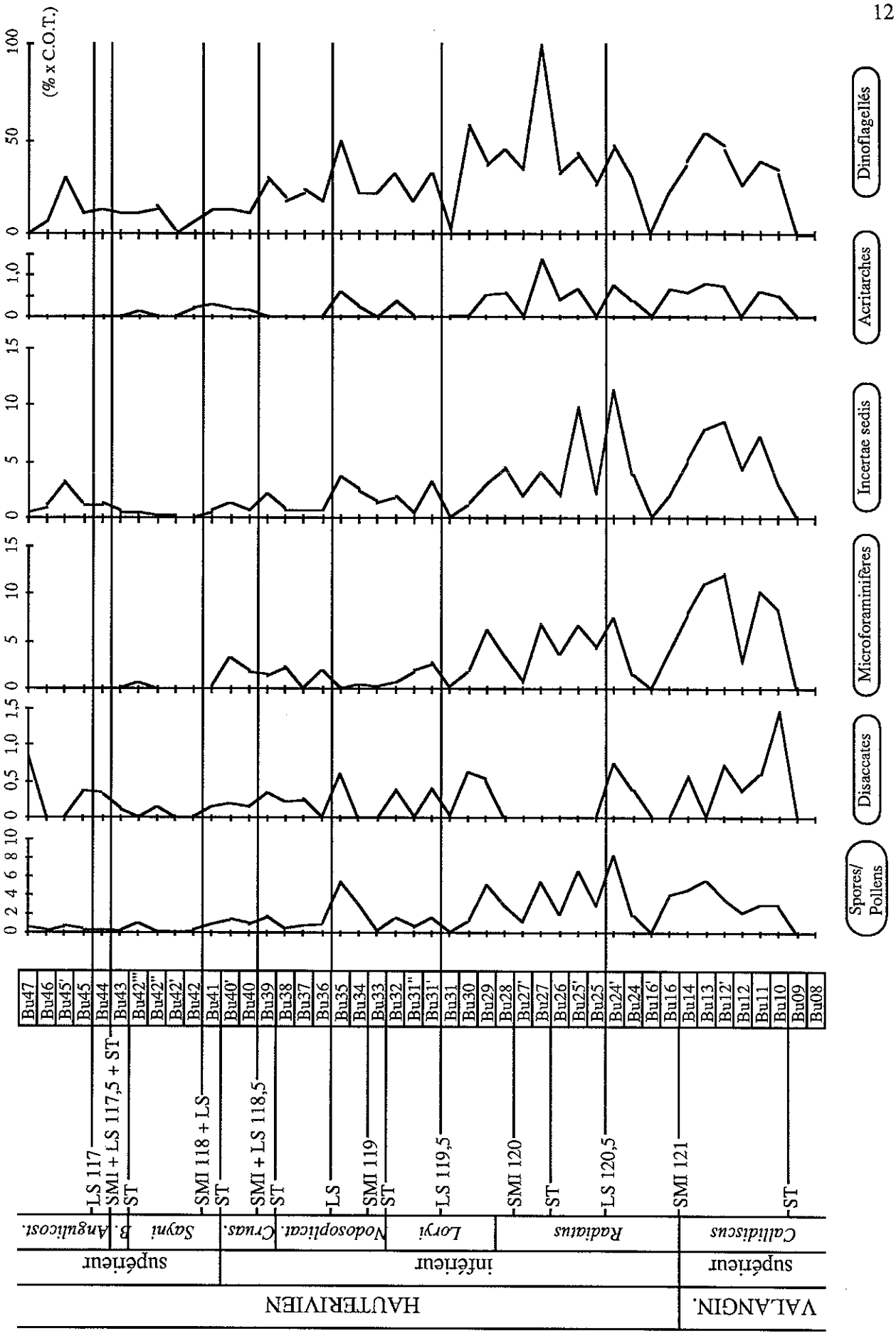


Fig. 54 : Coupe des Buissières ; variations des fréquences "semi-absolues" (calculées à partir du C.O.T.) des principaux groupes de microfossiles organiques.

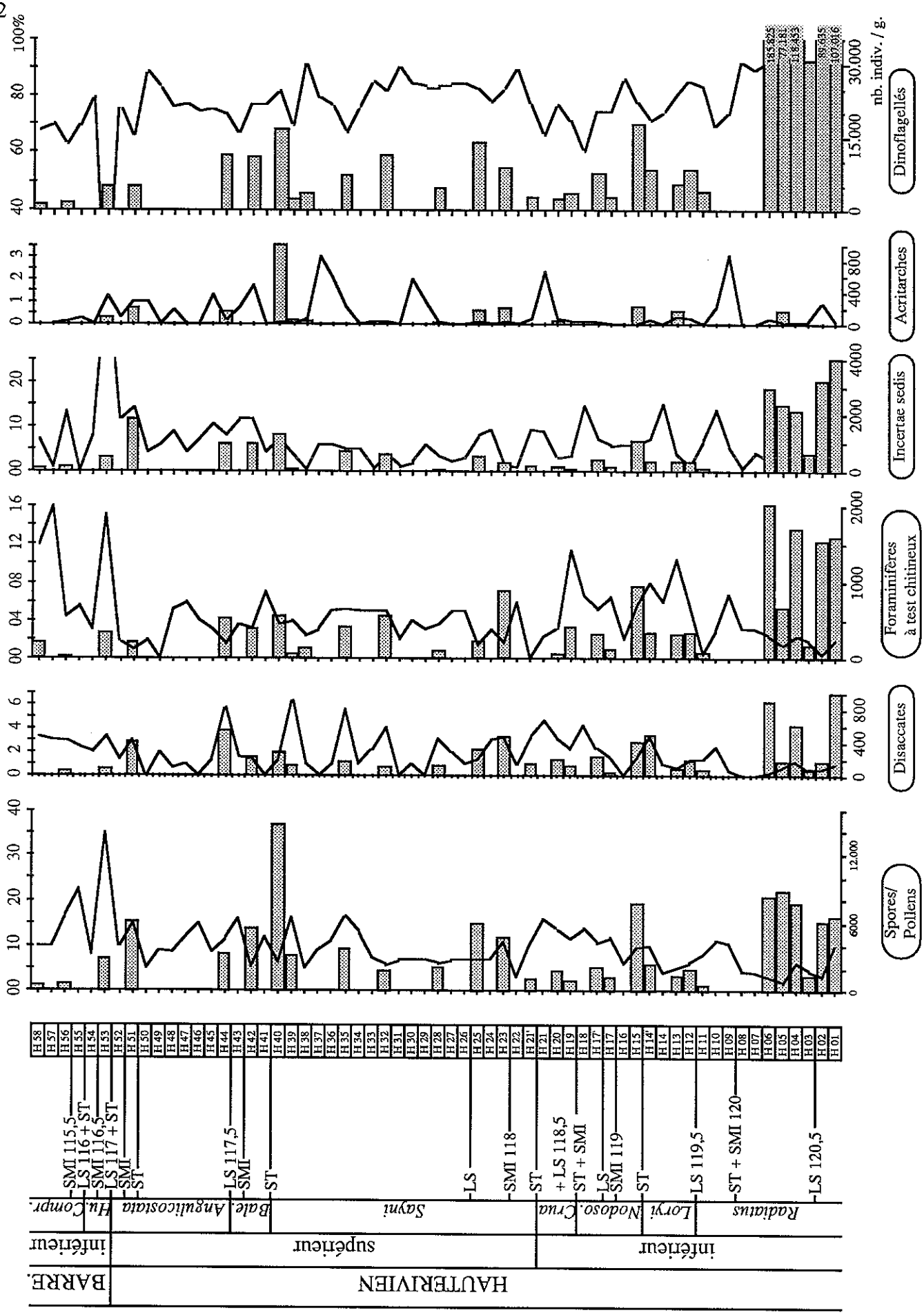


Fig. 55 : Coupe de Vergons ; variations verticales (fréquences relatives et absolues) des principaux groupes de microfossiles organiques au sein du contenu palynologique.
▭ : fréquences absolues (en nb. d'indiv./g de sédiment sec), ◺ : fréquences relatives.

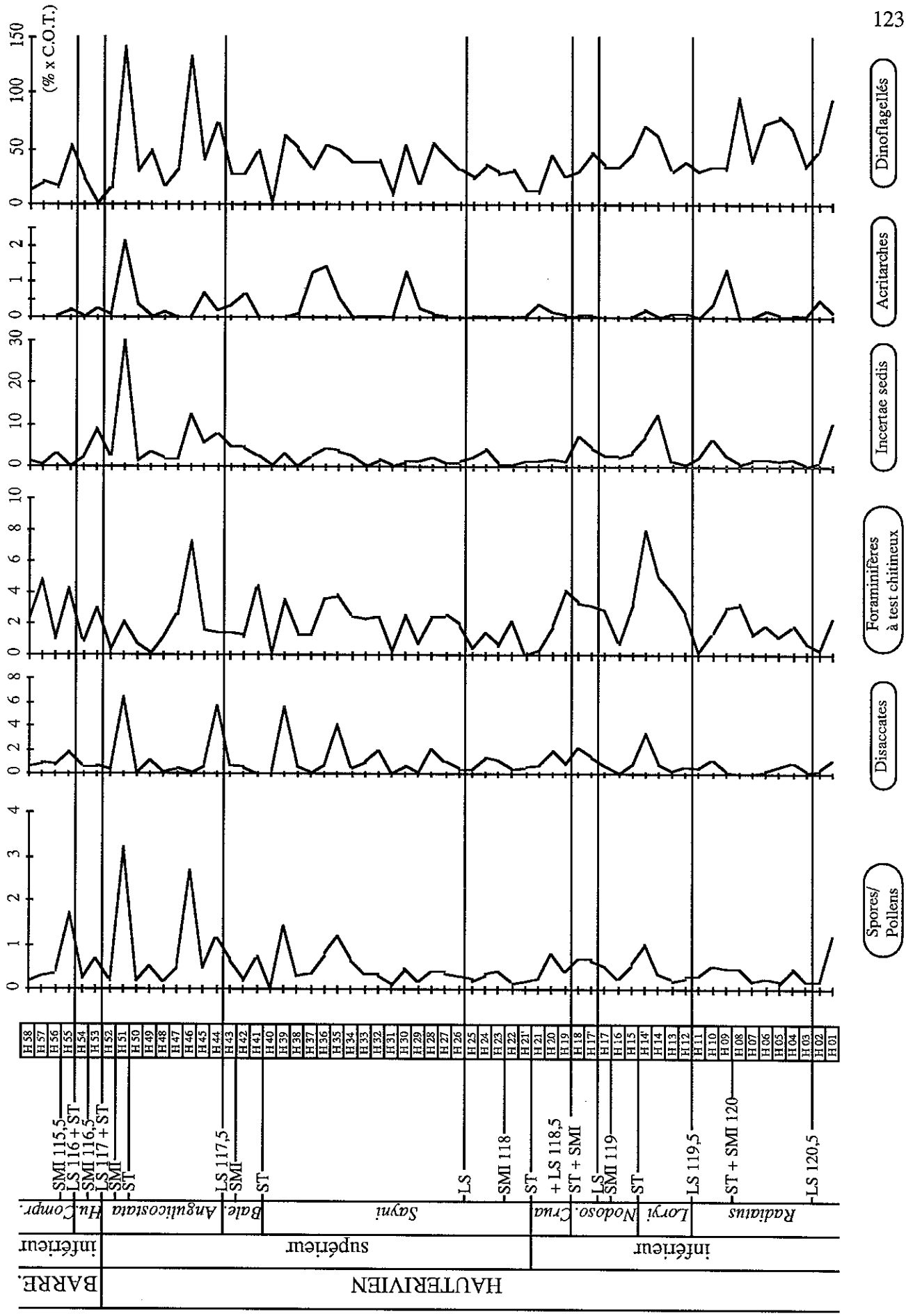


Fig. 56 : Coupe de Vergons ; variations des fréquences "semi-absolues" (calculées à partir du C.O.T.) des principaux groupes de microfossiles organiques .

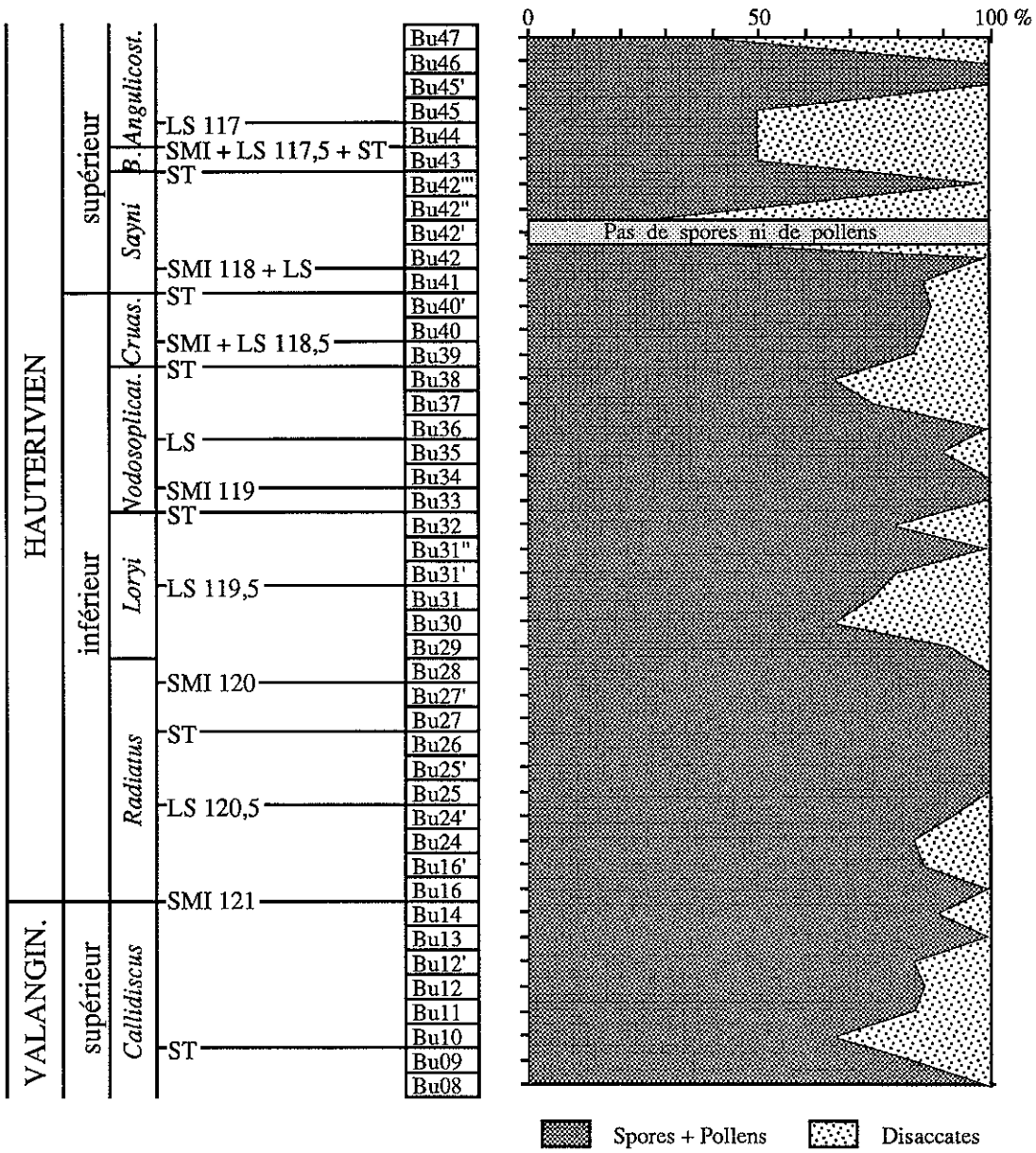


Fig. 57 : Coupe des Buissières ; variations du rapport entre les Spores+Pollens et les pollens disaccates.

111), nous voyons que les niveaux déposés durant cette période (zone à *Radiatus*) font partie de ceux qui sont les moins bien conservés.

Il est toutefois surprenant de constater que les valeurs des fréquences "semi-absolues" ne montrent, pour les mêmes groupes palynologiques, aucun phénomène analogue.

Aux Buissières, les fréquences "semi-absolues" (fig. 54) des grands groupes palynologiques montrent, de la base au sommet de la coupe, une diminution progressive de leurs valeurs. Cette tendance ne se remarque pas à Vergons (fig. 56).

Les résultats obtenus tendent à montrer qu'aucun lien n'est visible entre les fréquences absolues et "semi-absolues" des grands groupes palynologiques et les cycles de 3ème ordre de la stratigraphie séquentielle. A ce propos, les intervalles condensés (au niveau des cycles de 3ème ordre) ne semblent pas être marqués par des concentrations particulières en microfossiles

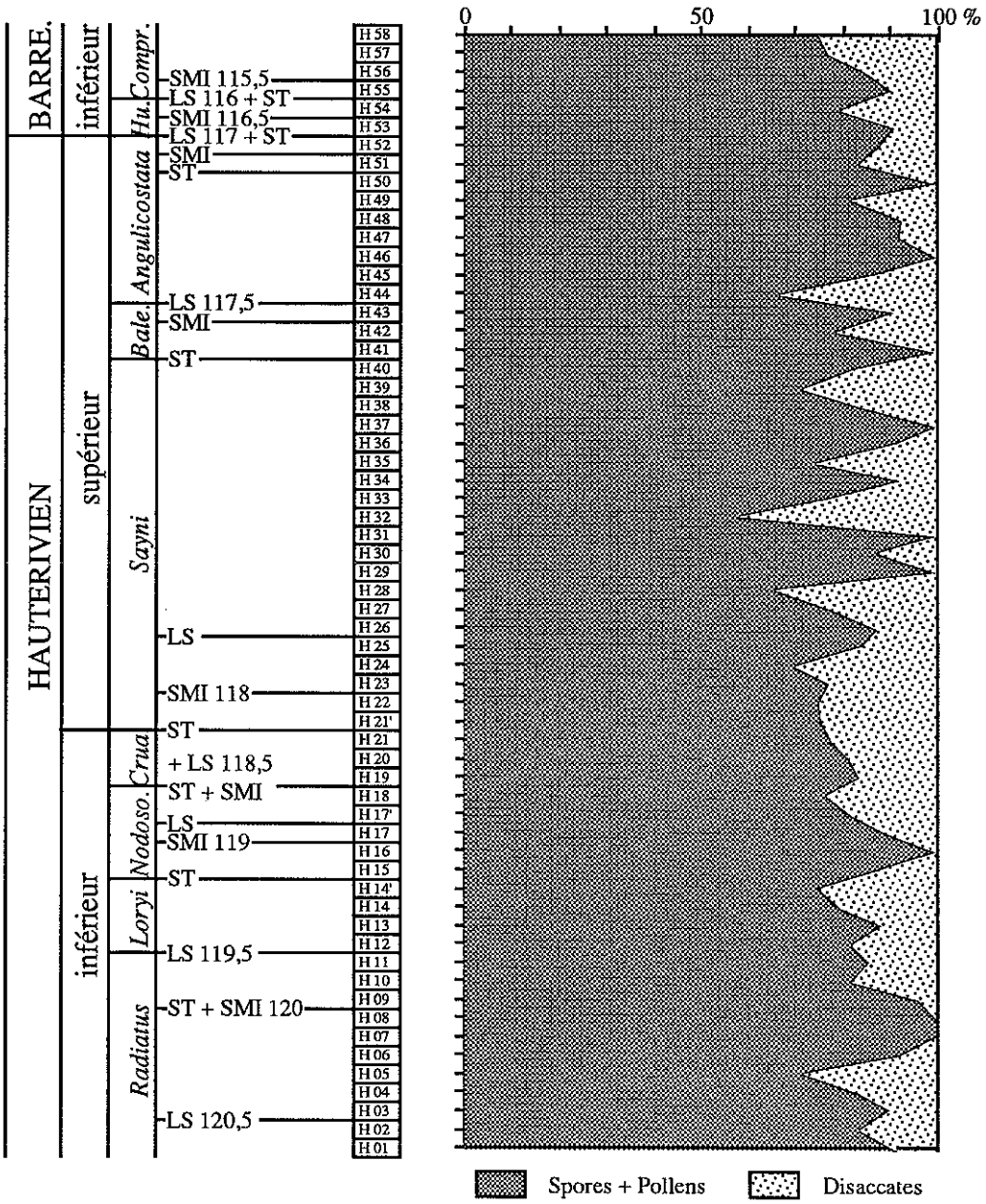


Fig. 58 : Coupe de Vergons ; variations du rapport entre les Spores+Pollens et les pollens disaccates.

organiques.

C - SPORES ET POLLENS

Aucune détermination spécifique n'a été effectuée pour ces restes fossiles. Seuls les Pollens disaccates ont été distingués du reste des palynomorphes d'origine continentale.

Grâce à leurs ballonnets latéraux, les Disaccates ont une portabilité accrue, qui optimise leur déplacement par voie éolienne. Il est donc envisageable que leur mode de transport, jusque dans les sédiments marins, soit dû à un vecteur différent du reste du contenu sporopollinique, tout en gardant présent à l'esprit les observations de TURON (1984) qui constate que, dans les sédiments quaternaires, le transport sporopollinique vers les plaines abyssales procède d'un schéma identique à celui des sédiments terrigènes (*op. cit.*, p. 94).

Compte tenu de la profondeur des dépôts et de leur éloignement à la côte, il est donc assez étonnant de voir qu'au sein des Spores+Pollens, ce sont les Disaccates les moins bien représentés (fig. 57-58). On peut donc considérer que le transport vers le bassin des particules sporopolliniques, d'origine continentale, s'est effectué préférentiellement par voie aquatique plutôt que par voie aérienne. La faible proportion de pollens à ballonnets peut également s'expliquer par des mouvements atmosphériques de faible intensité ou avec une direction dominante dans le sens océan→continent limitant ainsi leur transport par voie éolienne.

Dans le même ordre d'idées, on remarque que le nombre moyen des Disaccates contenus par gramme de sédiment sec est curieusement plus important à Vergons qu'aux Buissières ; ce qui paradoxalement exprime une plus forte teneur (absolue et non plus relative) en pollens de Conifères dans le domaine pélagique, c'est-à-dire le plus distal des milieux représentés par ces coupes.

Concernant les Buissières, la figure 57 montre une tendance globale à l'augmentation relative du nombre des Disaccates de la base au sommet de la série. Cette direction n'apparaît pas pour la coupe de Vergons (fig. 58). Cela peut laisser sous-entendre des conditions hydrodynamiques qui se seraient mises en place progressivement dans le domaine hémipélagique ou de plate-forme externe, et qui n'auraient pas affecté le domaine pélagique.

D - MICROFORAMINIFÈRES

Il m'a paru intéressant de suivre la répartition stratigraphique des tests chitineux de Foraminifères présents dans les coupes étudiées. Malheureusement, aucune référence bibliographique développant une taxonomie appliquée à ces restes fossiles ne semble exister. A défaut, j'ai créé une typologie basée uniquement sur la forme et le mode d'enroulement des loges de ces organismes (voir chapitre "Systématique", en annexe).

1 - RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE

La répartition stratigraphique des Microforaminifères (= tests chitineux de Foraminifères) recensés est illustrée par les figures 59 et 60. Le nombre des taxons identifiés est supérieur à Vergons (21 contre 15 aux Buissières). De plus, sur les 23 types retenus, 2 sont caractéristiques des Buissières (types PE 02, PE 03) et 9 sont propres à Vergons (types Bi 01, Bi 02, Bi 04, Bi 05, Bi 10, Un 02, St 01, St 02, St 03).

Aux Buissières, les tests chitineux de Foraminifères sont représentés par un nombre de taxons nettement supérieur à celui de leurs homologues à test calcaire, dénombrés par VIGNERIE (1986)(*cf.* fig. 23). C'est l'inverse pour la coupe de Vergons (*cf.* fig. 41).

Bien qu'aux Buissières la quasi-totalité des tests chitineux de Foraminifères disparaîsse à partir du niveau Bu43 (IT, zone à *Balearis*), la répartition des formes communes aux deux coupes reste proche, particulièrement pour les apparitions.

Tous les types présents dans la zone à *Callidiscus* des Buissières font leur apparition dès les premiers échantillons prélevés à Vergons. L'apparition saccadée de ces formes doit être attribuée à un artéfact d'observation dû à la position basale des échantillons qui les contiennent. Fort de cette remarque, on peut considérer que ces formes (types Bi 06, Bi 08, PE 01, PEl 01, PI 01, Tr 01, Tr 03, Un 01, Un 03) existent déjà au Valanginien terminal.

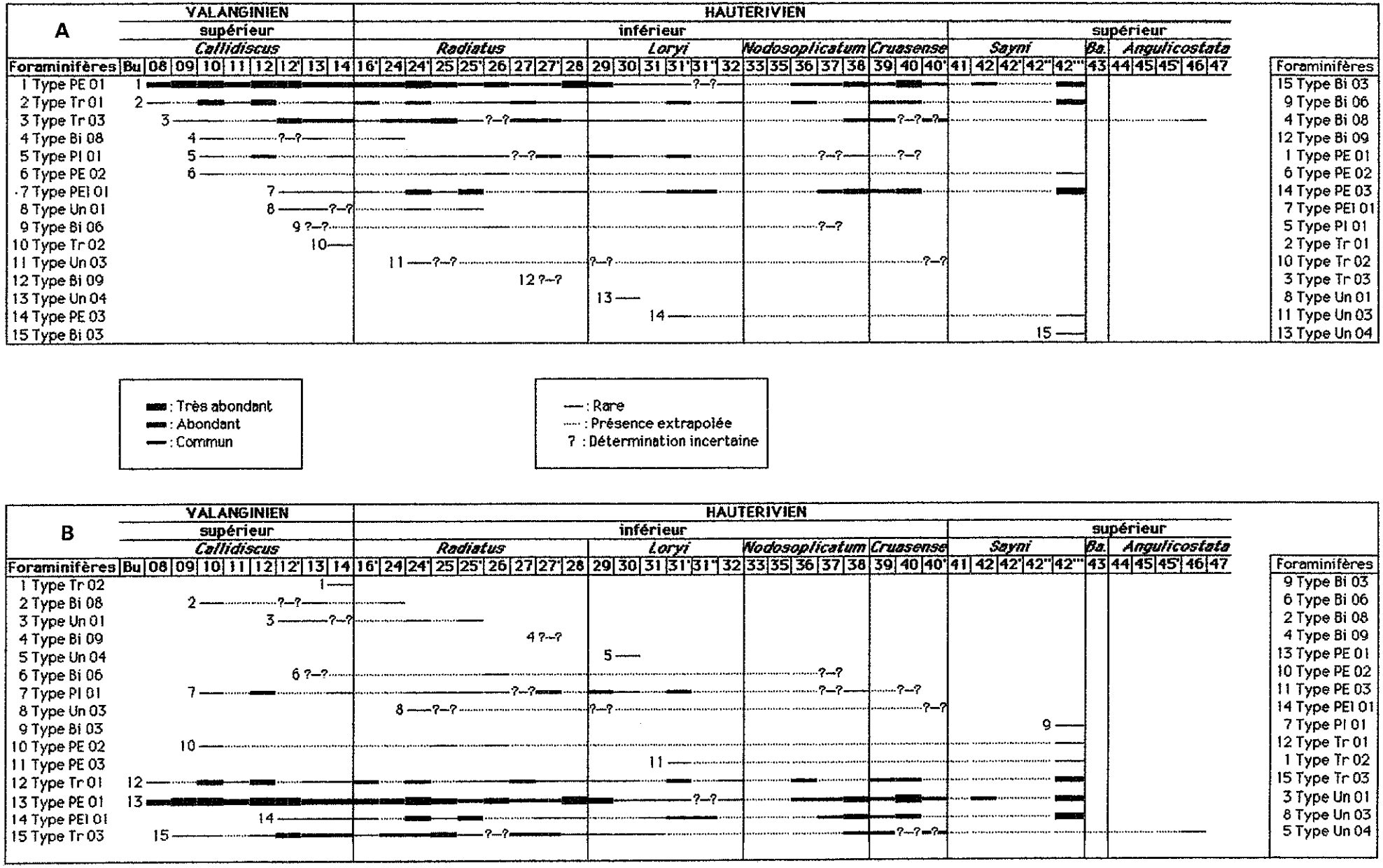


Fig. 59 : Répartition stratigraphique, par ordre d'apparition (**A**) et d'extinction (**B**), des Microforaminifères le long de la coupe des Buissières.

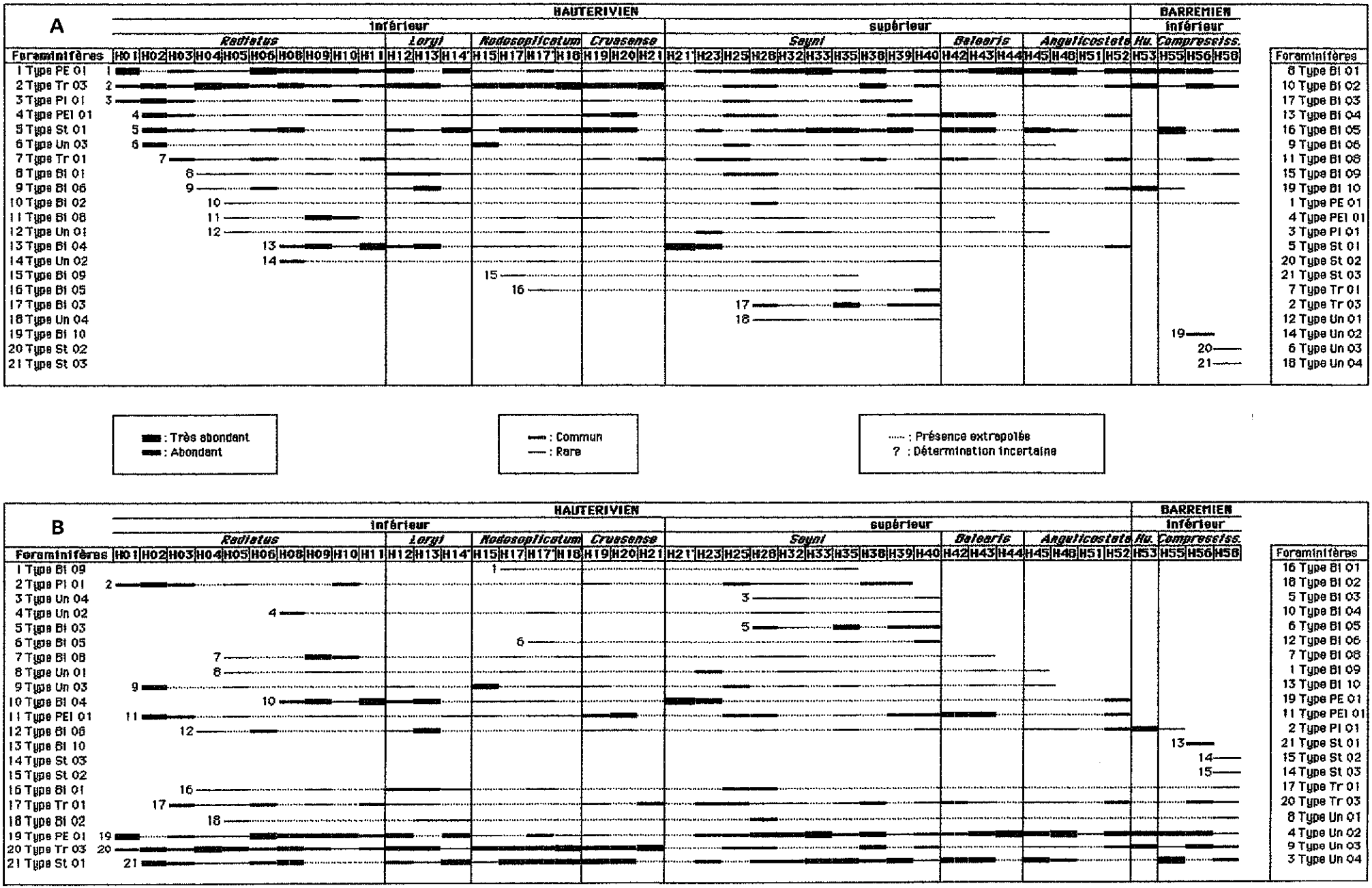


Fig. 60 : Répartition stratigraphique, par ordre d'apparition (**A**) et d'extinction (**B**), des Microforaminifères le long de la coupe de Vergons.

Le type Un 03 apparaît simultanément à Vergons et aux Buissières dans la zone à *Radiatus*, juste en dessous de la limite de séquence LS 120,5.

Bi 03 est restreint à la période de bas niveau marin de la zone à *Sayni* dans les deux coupes.

2 - FRÉQUENCES RELATIVES

L'un des phénomènes les plus marqués est la brusque chute du nombre des tests chitineux de Foraminifères à partir du niveau Bu41 (IT, zone à *Sayni*) qui, à l'exception du niveau Bu 42''' (zone à *Sayni*), se poursuit jusqu'au sommet de l'Hauterivien. Cette crise spectaculaire n'est pas imputable à une détérioration de la conservation puisque les autres groupes restent bien représentés. Curieusement, les observations de VIGNERIE (1986)(*cf.* fig. 24 de ce mémoire) ne révèlent pas de phénomène analogue pour les Foraminifères à test carbonaté. Aucune manifestation de ce type n'est visible à Vergons.

Contre toute attente, on remarque que les fluctuations du spectre des Foraminifères à test chitineux de Vergons se font en sens inverse de celles des Buissières (fig. 53, 55) : à Vergons, la base de la série (zone à *Radiatus*) correspond au minimum de présence de ce groupe, alors que les maxima s'étendent sur le reste de l'Hauterivien inférieur et le passage Hauterivien/Barrémien.

3 - INDICE DE DIVERSITÉ

Cet indice a été approché de deux façons différentes, qui finalement donnent des résultats tout à fait comparables (fig. 61 et 62) : la première est simplement basée sur le nombre de taxons recensés pour un niveau donné ; la seconde est définie par la fonction de SHANNON-WIENER (voir chapitre V, pp. 104-105).

Ainsi, trois périodes de crise importante s'individualisent aux Buissières (fig. 61) : des niveaux Bu35 à Bu37 (zone à *Nodosoplicatum*), Bu42' à Bu42'' (zone à *Sayni*), Bu43 et suivants (zones à *Balearis* et à *Angulicostata*). Trois indentations moins conséquentes sont également discernables, respectivement centrées sur : Bu08 (PBP, zone à *Callidiscus*), Bu11 (IT, zone à *Callidiscus*), Bu24 (PHN, zone à *Radiatus*).

A Vergons, également trois crises majeures sont visibles (fig. 62) : niveaux H21 et H21' (passage entre les zones à *Cruasense* et à *Sayni*), H44 (zone à *Angulicostata*) et H51 (zone à *Angulicostata*). Trois crises moins marquées apparaissent aux niveaux H01 (PHN, zone à *Radiatus*), H15-H17 (zone à *Nodosoplicatum*) et H33 (PBP, zone à *Sayni*).

Compte tenu du taux de sédimentation différent entre les deux coupes, ainsi que de la dilatation n'intervenant pas sur les mêmes intervalles de temps, on peut estimer qu'il y a un assez bon synchronisme entre ces coupes en ce qui concerne les crises affectant l'indice de diversité des Microforaminifères.

4 - FORMES BENTHIQUES ET PLANCTONIQUES

Les tests chitineux de Foraminifères sont considérés comme étant des reliquats de la paroi interne des loges de ces fossiles dont elles gardent l'agencement. Par analogie avec la forme globale et le type d'enroulement des test carbonatés de Foraminifères, nous avons cherché à

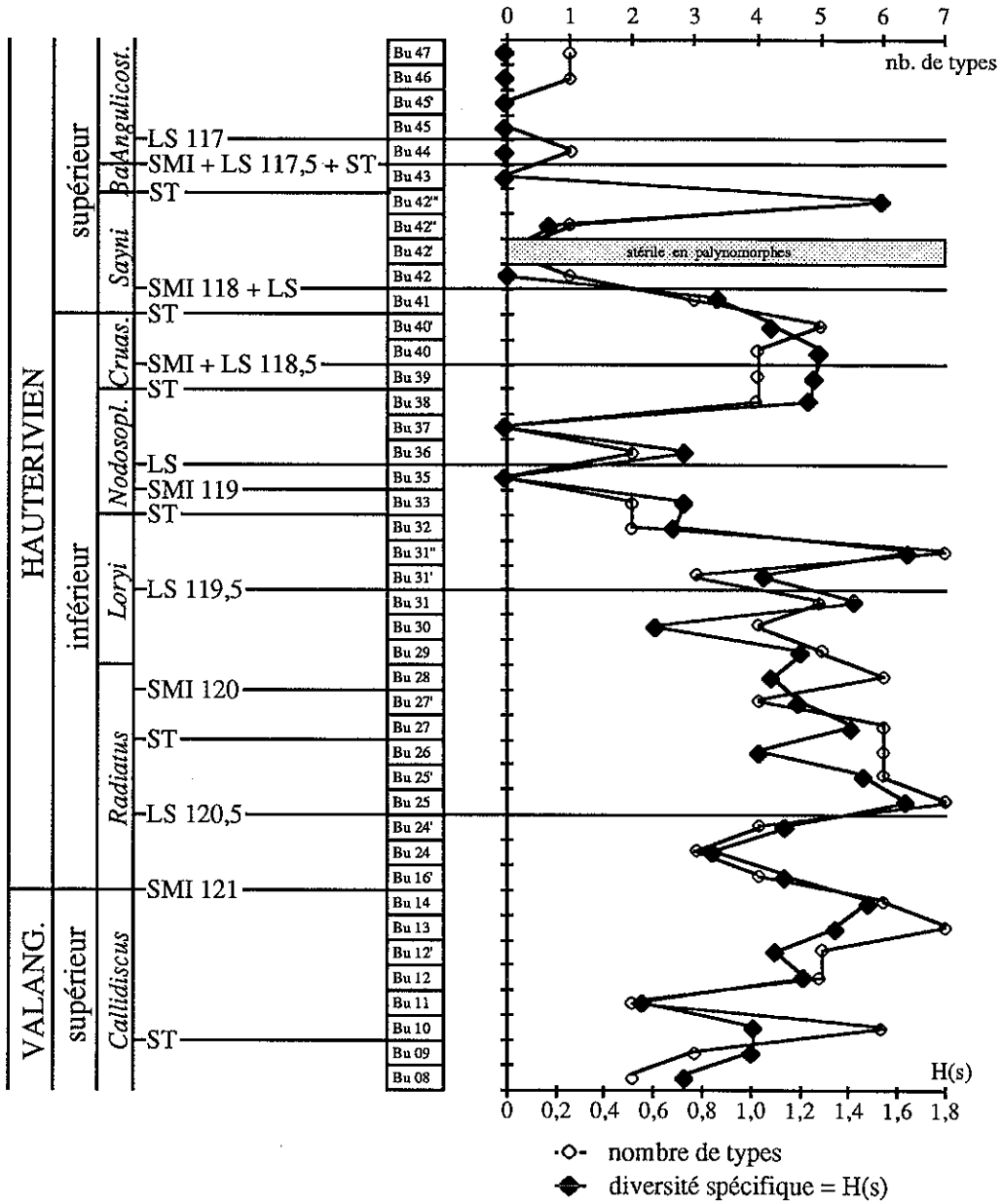


Fig. 61 : Coupe des Buissières ; diversité des types de Microforaminifères.

rapporter les test chitineux au mode de vie benthique ou planctonique.

Le rapport entre le nombre de types assimilés au mode de vie planctonique (types Str 01, Str 02, Str 03) et le nombre de types considérés comme benthiques est reporté sur la figure 63. Ce rapport est égal à :

$$\frac{\text{nombre de Microforaminifères planctoniques}}{\text{nombre total de Microforaminifères}}$$ et est exprimé en pourcentage.

Aucune analogie n'a pu être mise en évidence entre cette courbe et les variations du niveau marin énoncées par la stratigraphie séquentielle.

Pour les Foraminifères à test carbonaté comme pour les Microforaminifères, les échantillons des Buissières n'ont révélé la présence d'aucune forme planctonique.

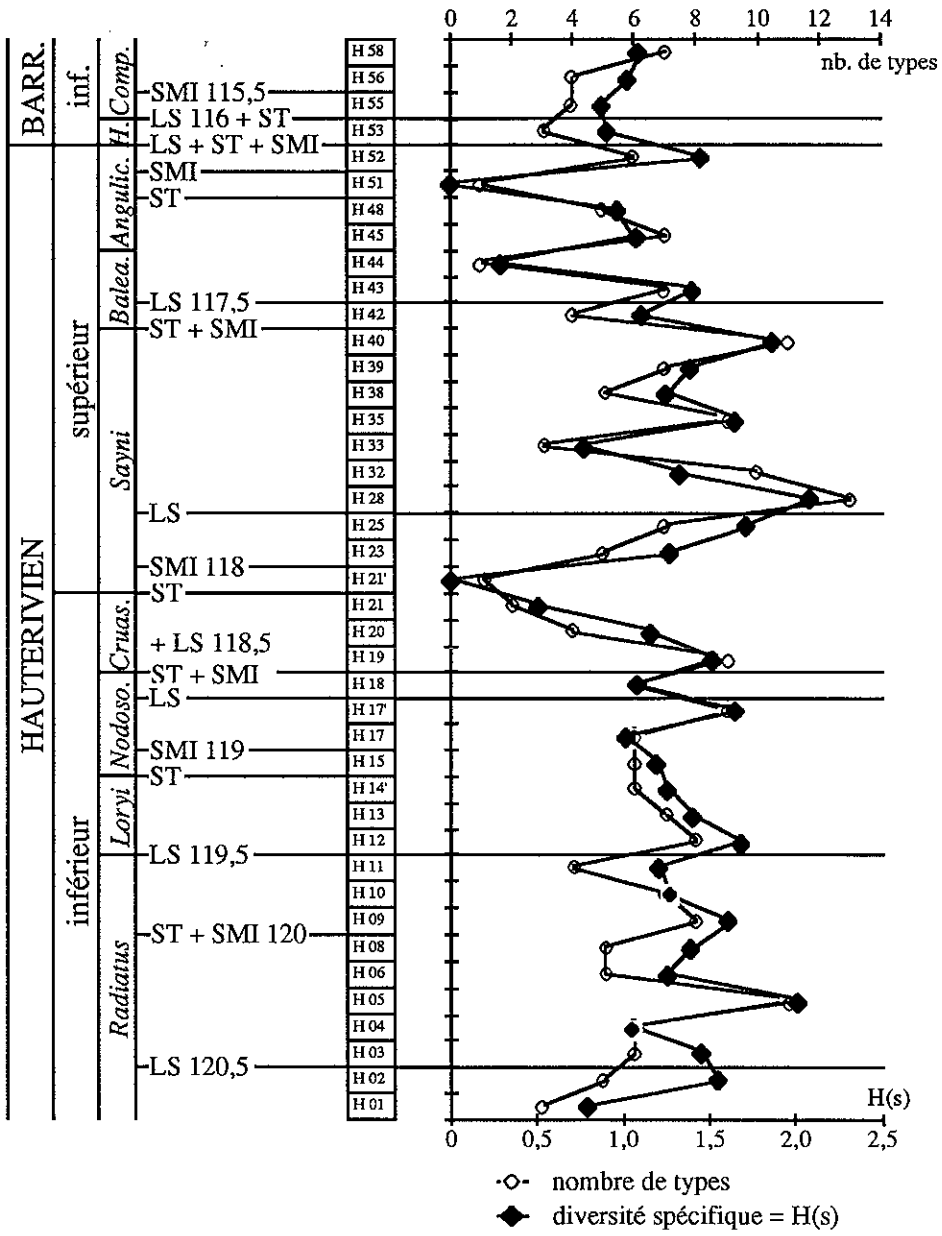


Fig. 62 : Coupe de Vergons ; diversité des types de Microforaminifères.

E - ACRITARCHES

Tant à Vergons qu'aux Buissières, ce groupe est très largement dominé par le genre *Micrhystridium*. A part *Cithariplana* à Vergons, les autres genres ont une répartition sporadique et généralement réduite (fig. 64-65). Se reporter au chapitre "Systématique", en annexe, pour la définition et le recensement des taxons constituant ce groupe.

Bien que pérenne, *Micrhystridium* n'est généralement présent qu'en très faible quantité. Cette sous-représentation par rapport aux autres groupes palynologiques s'observe aussi bien aux Buissières qu'à Vergons.

Aux Buissières, la plus forte représentation relative des Acritarches se produit au niveau Bu41, dans l'intervalle transgressif à la base de la zone à *Sayni*. A Vergons, c'est également dans cette zone d'Ammonites que s'observent les valeurs relatives et absolues maximales de ce groupe, mais là dans le prisme de bordure de plate-forme. Le décalage qui existe entre ces deux maxima ne

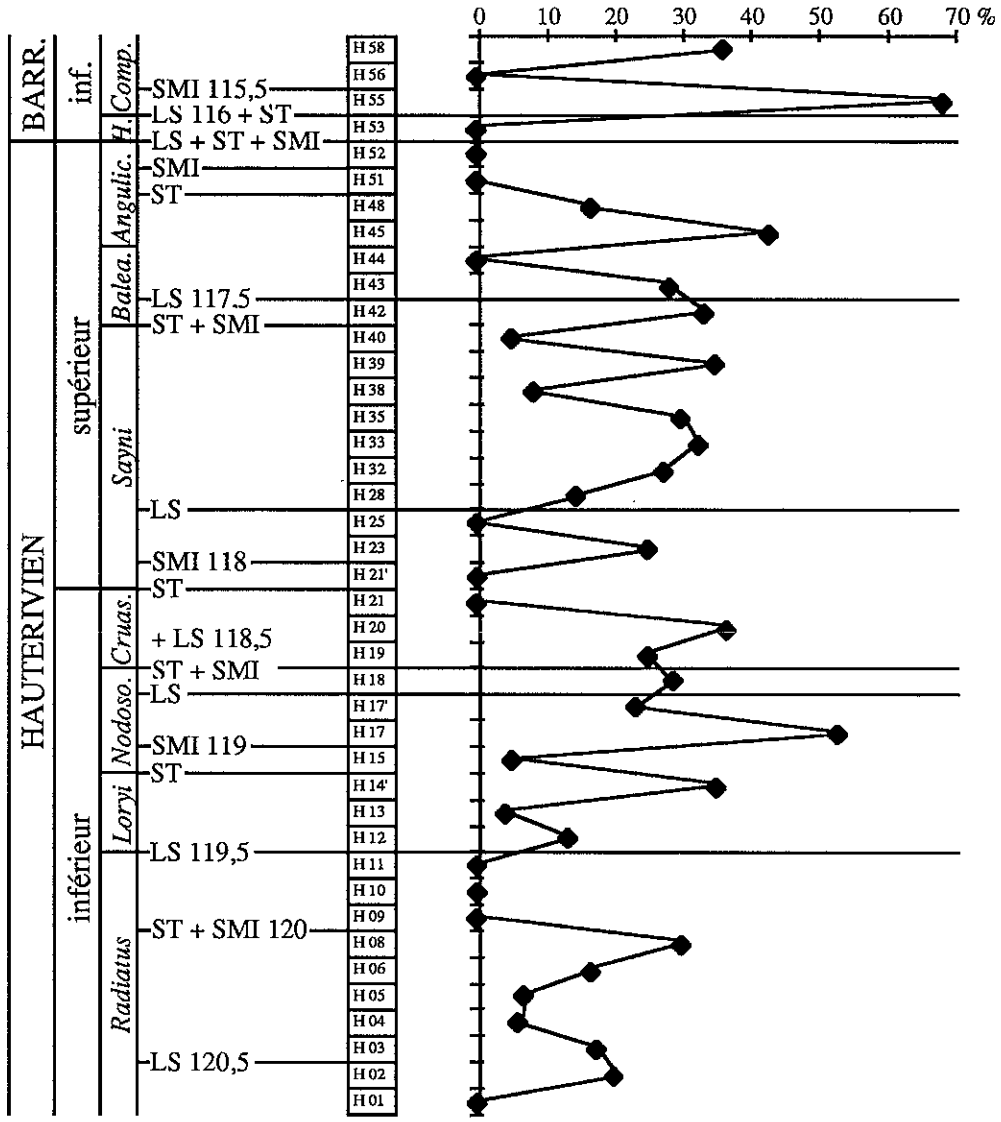


Fig. 63 : Coupe de Vergons ; proportions des formes assimilées au mode de vie planctonique au sein des Microforaminifères.

permet cependant pas de corréler avec certitude ces événements entre eux.

Le mode de représentation des figures 53 et 55, en proportions relatives cumulées, permet de mieux visualiser les grandes tendances au sein de chacune des coupes. Il en ressort que chaque coupe développe des "cycles" de variations qui lui sont propres et qui ne sont pas corrélables de façon systématique avec la stratigraphie séquentielle ou la biozonation des Ammonites.

Il s'avère donc qu'aucun des taxons reconnus ne présente un intérêt stratigraphique, tant par sa répartition verticale que par ses proportions relatives au sein des Acritarches.

F - INCERTAE SEDIS

La répartition stratigraphique des différentes formes recensées (voir le chapitre "Systématique", en annexe) est illustrée par les figures 64 et 65. Pour les deux coupes, le Type 01 est le mieux représenté. Aucun des types recensés ne semble présenter un intérêt stratigraphique.

En ce qui concerne les fréquences relatives (fig. 53 et 55), la recrudescence des Incertae sedis bien visible aux Buissières à partir du niveau Bu42" (PBN, milieu de la zone à *Sayni*) semble avoir son équivalent dans la coupe de Vergons, à partir du niveau H33 ou H38 (PBN, zone à *sayni*). Les pics d'abondance des niveaux Bu47 (PBN, fin de la zone à *Angulicostata*) et H53 (IT, début de la zone à *Hugii*) sont eux aussi à mettre en parallèle.

Malgré une certaine concordance signalée plus haut entre les fréquences relatives des Spores/Pollens et des Incertae sedis, il n'a pas été possible de préciser si ces derniers représentent un matériel déposé sur place ou hérité de la plate-forme (symmigie).

G - DINOFLAGELLÉS

Rappelons que l'analyse concernant les kystes de Dinoflagellés sera développée dans le chapitre suivant, et ne sera donc pas abordée ici.

H - CONCLUSIONS

La superposition des courbes de fréquence relative et des diagrammes de fréquence absolue des grands groupes palynologiques (fig. 53 et 55) montre que ces deux quantités évoluent de manière indépendante.

Si au sein des groupes palynologiques abordés ci-dessus quelques événements apparaissent pouvoir présenter un intérêt stratigraphique où paléoécologique, aucune corrélation entre ces groupes n'a pu être mise en évidence de façon certaine.

La comparaison de ces premiers résultats avec le diagramme des proportions

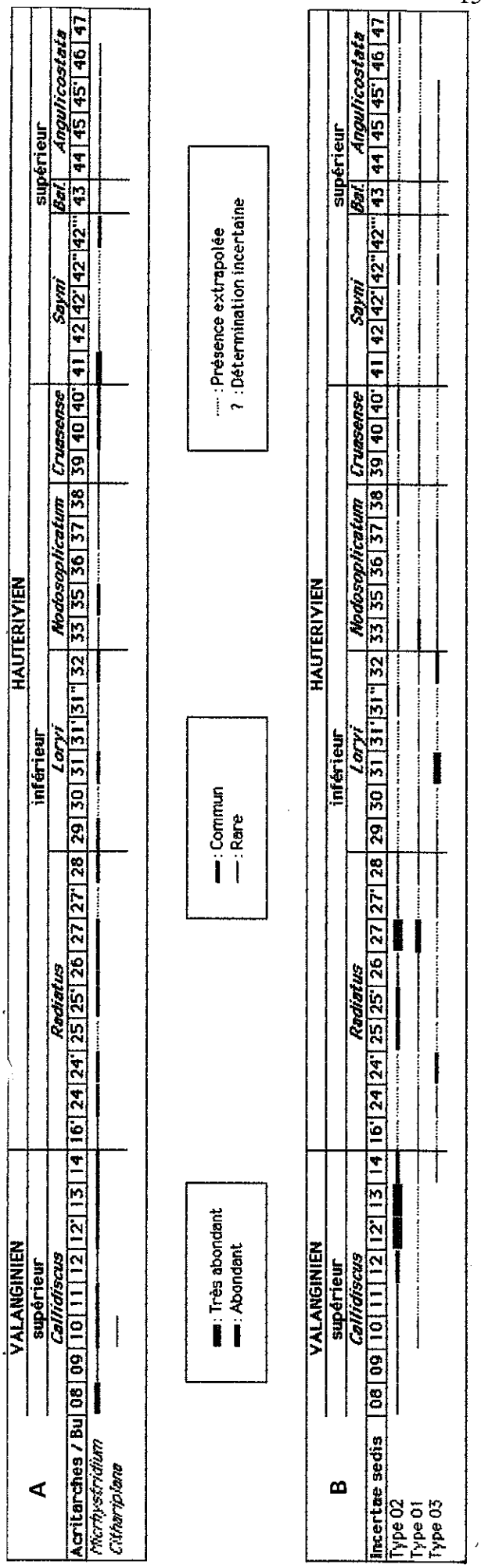


Fig. 64 : Répartition stratigraphique des Acritarches (**A**) et des Incertae sedis (**B**) le long de la coupe des Buissières.

relatives des palynomorphes du Valanginien terminal au Barrémien basal de la coupe de Châtel-Saint-Denis (Ultrahelvétique des Pléiades ; POURTOY, 1989, fig. 17) n'apporte aucune indication supplémentaire.

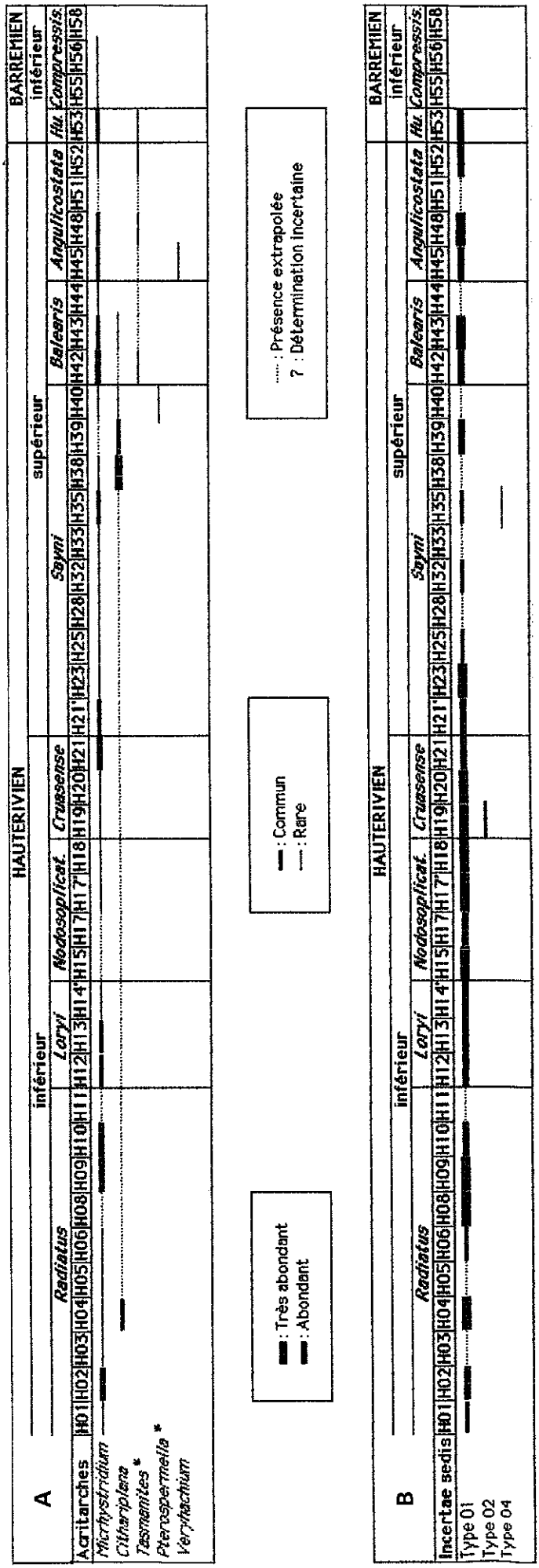


Fig. 65 : Répartition stratigraphique des Acritarches (**A**) et des Incertae sedis (**B**) le long de la coupe de Vergons.

* Voir p. 224 du tome II, la remarque taxonomique concernant les genres Pterospermella et Tasmanites.

CHAPITRE VII

ETUDE DES KYSTES DE DINOFLAGELLÉS

CHAPITRE VII

ETUDE DES KYSTES DE DINOFLAGELLÉS

I - INTRODUCTION ..... p. 137

II - DONNÉES QUALITATIVES ..... p. 137

A - EXTENSION STRATIGRAPHIQUE DES DINOFLAGELLÉS ..... p. 137

B - LES APPARITIONS / EXTINCTIONS ..... p. 138

1 - EVOLUTION DU NOMBRE D'APPARITIONS ET D'EXTINCTIONS ..... p. 138

2 - SUR LE PLAN SPÉCIFIQUE ..... p. 139

C - MISE EN ÉVIDENCE DE MARQUEURS STRATIGRAPHIQUES POUR L'HAUTERIVIEN DU DOMAINE TÉTHYSIEN NORD-OCCIDENTAL ..... p. 142

1 - LES APPARITIONS ..... p. 142

2 - LES EXTINCTIONS ..... p. 148

3 - CONCLUSIONS ..... p. 149

III - DONNÉES QUANTITATIVES ..... p. 151

A - FRÉQUENCES RELATIVES ..... p. 151

1 - ETUDE AU NIVEAU GÉNÉRIQUE ..... p. 151

1.1 - Spectres génériques ..... p. 151

1.2 - Rangs d'abondance générique ..... p. 151

1.3 - Description des assemblages génériques ..... p. 152

1.4 - Discussion ..... p. 162

2 - ETUDE AU NIVEAU SPÉCIFIQUE ..... p. 164

2.1 - Diversité spécifique ..... p. 164

2.2 - Indice de dominance ..... p. 165

2.3 - Spectres spécifiques ..... p. 167

2.4 - Analyse factorielle ..... p. 172

a) Rappel de la méthode ..... p. 173

b) Mise en application ..... p. 173

c) Description des résultats ..... p. 173

d) Comparaison selon les options de calcul ..... p. 187

2.5 - Discussion ..... p. 188

B - FRÉQUENCES "ABSOLUES" ..... p. 188

C - COMPARAISONS AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 189

1 - COMPARAISONS DES LIMITES ..... p. 189

2 - CONFRONTATION AVEC LES COREGES SÉDIMENTAIRES ..... p. 192

IV - CONCLUSIONS ..... p. 192

I - INTRODUCTION

Pour mener à bien cette étude, un recensement exhaustif des kystes de Dinoflagellés a été effectué. Un grand nombre de taxons a été retenu, se répartissant en 187 espèces (ou sous-espèces) et 68 genres. La description de ces taxons est reportée dans la partie "Systématique", en annexe.

L'analyse des dinokystes sera abordée sous plusieurs aspects :

- nous verrons en premier lieu l'aspect qualitatif, pour tenter de déterminer les taxons qui par leur présence ou leur absence peuvent servir de marqueurs stratigraphiques ;

- en second lieu, nous nous intéresserons à l'aspect quantitatif des différents taxons, de façon à définir des assemblages de dinokystes utilisables pour une biostratigraphie fine. Ce type d'investigation sera mené au niveau générique, puis au niveau spécifique, avec différentes méthodes qui seront développées au cours de ce chapitre.

II - DONNÉES QUALITATIVES

A - EXTENSION STRATIGRAPHIQUE DES DINOFLAGELLÉS

Les répartitions stratigraphiques des dinokystes dans les coupes des Buissières et de Vergons sont reportées sur les tableaux A et B dans l'ordre d'apparition des taxons et sur les tableaux A' et B' dans l'ordre d'extinction (voir en annexe). Ce dernier mode de classement est couramment utilisé dans la recherche pétrolière car il suit le sens de progression des forages, qui s'oppose au sens stratigraphique normal.

Remarque : A quelques exceptions près, l'occurrence des taxons rencontrés est en accord avec leur répartition stratigraphique actuellement connue, de telle sorte qu'il n'y a pas, pour les deux coupes étudiées, d'indice de remaniement. Les seuls cas de non concordance stratigraphique se rapportent à des espèces jusqu'alors connues uniquement dans des niveaux beaucoup plus récents (ex. *Dinogymnium*, *Hystrichostrogylon*). Ces considérations stratigraphiques sont discutées dans la Systématique (en annexe) au niveau de chaque genre ou espèce en question.

La grande majorité (plus de 85%) des taxons recensés est commune aux deux coupes.

Parmi les 15% restants, on observe que :

– Les taxons présents uniquement à Vergons sont : *Atopodinium haromense, Batioladinium* ? *gochtii, Chlamydophorella nyei, Chytroeisphaeridia cerastes, C. scabrata, Chytroeisphaeridia* sp. A, *Cleistosphaeridium chems, Cometodinium comatum, Dapsilidinium* ?*deflandrei, Dinogymnium* sp. A, *Dinogymnium* sp. B, *Dinogymnium* sp. C, *Hapsocysta peridictya, Heslertonia pellucida, Hystrichostrogylon coninckii, Kleithriasphaeridium fasciatum, Muderongia australis, Odontochitina operculata, Phoberocysta tabulata, Phoberocysta "crucis", Phoberocysta "pariata", Phoberocysta* "sp. A", *Pseudoceratium pelliferum* subsp. *solocispinum, Rhombodella vesca, Spiniferites multibrevis* subsp. *chebca, Subtilisphaera terrula,Wallodinium cylindricum.*

– Les formes seulement présentes aux Buissières sont : *Cribroperidinium* ? sp. B, *Cyclonephelium paucispinum, Ovoidinium diversum, Ovoidinium* sp. A, *Subtilisphaera* cf. *ventriosa,* Gen. ind. sp. A, Gen. ind. sp. B.

B - LES APPARITIONS / EXTINCTIONS

Il faut tenir compte du fait que, pour chaque coupe, les apparitions enregistrées dans les premiers niveaux, et les extinctions enregistrées dans les derniers niveaux sont en partie artificielles, car à chaques extémité d'une série, il est difficile de savoir si l'extension stratigraphique d'un taxon se poursuit ou non. Les limites d'extensions stratigraphiques se produisant à l'extémité d'une série ne pourront être considérées comme aussi significatives que celles observées dans les niveaux intermédiaires.

Cette remarque s'applique également au nombre des apparitions ou des extinctions qui sera artificiellement amplifié, respectivement dans les premiers et les derniers niveaux de chaque série.

1 - EVOLUTION DU NOMBRE D'APPARITIONS ET D'EXTINCTIONS

Les courbes des figures 66 et 67 illustrent le nombre d'apparitions et d'extinctions se produisant le long des séries étudiées. Le nombre des apparitions et/ou extinctions est nettement plus régulier aux Buissières qu'à Vergons. Les tableaux A-A' et B-B' (en annexe) montrent qu'à Vergons comme aux Buissières beaucoup d'espèces sont pérennes.

- Très peu de pics ponctuent la courbe d'apparitions + extinctions des Buissières (fig. 66). Parmi ceux qui semblent significatifs, citons ceux centrés sur les niveaux Bu10 (IT, zone à *Callidiscus*), Bu31 (PBP, zone à *Loryi*), Bu40 (PBP, zone à *Cruasense*), Bu42 (PBP, zone à *Sayni*), Bu42''' (PBP, zone à *Sayni*) et Bu45 (PBP, zone à *Angulicostata*).

- A Vergons (fig. 67), un premier pic se remarque au niveau H13 (PBP, zone à *Loryi*), suivi d'un autre en H17 (PHN, zone à *Nodosoplicatum*). Ceux centrés sur les niveaux H25 (PHN, zone à *Sayni*), H33 (PBP, zone à *Sayni*), H42 (IT, zone à *Balearis*), H51 (IT, zone à *Angulicostata*) et H55 (IT, zone à *Compressissima*) apparaissent mieux marqués.

Certains des pics présents dans les courbes d'apparitions + extinctions des Buissières et de Vergons peuvent être mises en parallèle : Bu31 et H14 (PBP, milieu de la zone à *Loryi*), Bu42 et H25 (zone à *Sayni*, au niveau de la limite de séquence LSSay.), Bu42''' et H33 (PBP, fin de la zone à *Sayni*).

Si certains pics d'apparition et/ou d'extinction sont synchrones avec des discontinuités séquentielles [ex. niveaux Bu16' (SMI121, zone à *Radiatus*), Bu40 (LS118,5, zone à *Cruasense*), Bu42 (LSSay., zone à *Sayni*) aux Buissières ; H12 (LS119,5, zone à *Loryi*), H17 (SMI119, zone à *Nodosoplicatum*) à Vergons], d'autres ne correspondent à aucun événement de ce type [ex. H20 (PBP, zone à *Cruasense*), H35 (PBP, zone à *Sayni*)]. Lorsqu'il y a synchronisme, les discontinuités s'avèrent être en majorité des surfaces de maximum d'innondation (SMI). Rappelons que les SMI sont soulignées par des intervalles condensés de plus en plus importants vers les milieux distaux. Représentant un laps de temps durant lequel le taux de sédimentation est très faible (dans le bassin), les intervalles condensés amplifient de façon virtuelle (par concentration des documents paléontologiques) le nombre des apparitions et des extinctions. Il n'est donc pas surprenant de retrouver associées aux SMI des augmentations du nombre des apparitions/extinctions. Toutefois, nous remarquons à travers les courbes d'apparitions + extinctions spécifiques des dinokystes que, pour l'Hauterivien vocontien, toutes les SMI (et les

prismes de haut niveau marin sur lesquelles ils reposent) ne sont pas systématiquement associées à de tels phénomènes ; certaines correspondent même à des périodes d'apparitions/extinctions décroissantes [ex. niveaux Bu35 (PHN, zone à *Nodosoplicatum*), H09 (PHN, zone à *Radiatus*), H23 (PHN, zone à *Sayni*), H43 (PHN, zone à *Balearis*)].

De même que pour les maxima d'apparitions/extinctions, les périodes d'apparitions/extinctions minimales ne sont pas toujours contemporaines d'un événement séquentiel, mais la majorité d'entre elles repose sur des limites de séquences.

Bien qu'aucun événement séquentiel ne soit souligné de façon systématique par une variation particulière du nombre d'apparitions ou d'extinctions spécifiques des dinokystes, deux points peuvent tout de même se dégager : lorsqu'une discontinuité séquentielle coïncide avec une variation sensible du nombre d'apparitions/extinctions ;

- les limites de séquences sont préférentiellement marquées par une diminution du nombre d'apparitions et/ou d'extinctions,

- les surfaces de maximum d'inondation sont plutôt marquées par des hausses de ce nombre.

Ces corrélations ne sont que statistiques et ne s'étendent pas à tous les cas de LS ou de SMI, mais seulement à la majorité d'entre eux.

2 - SUR LE PLAN SPÉCIFIQUE

L'intérêt de certaines espèces réside dans leurs extensions stratigraphiques restreintes, comparables et synchrones d'une coupe à l'autre.

Les fréquences relatives de ces taxons sont reportées sur les figures 68 et 69.

Il existe parfois un décalage mineur dans la présence d'un taxon dans les sédiments de l'une et l'autre des coupes. Cette légère hétérogénéité peut être imputée à la faible présence statistique de ces taxons et/ou à une insuffisance d'observation, bien que chaque niveau ait été examiné de façon poussée. Toutefois, on note que les apparitions se révèlent globalement plus précoces aux Buissières, et les extinctions plus tardives à Vergons. Faute de données complémentaires issues d'autres coupes étudiées dans le détail, il n'est actuellement pas possible de dire si cette remarque peut s'étendre aux milieux hémipélagiques et pélagiques en général. De même, il serait intéressant de savoir si un décalage similaire existe entre les milieux de plate-forme et le domaine hémipélagique.

En ce qui concerne les domaines pélagiques et hémipélagiques, nous pouvons uniquement formuler l'hypothèse suivante : le milieu hémipélagique étant moins stable que le milieu pélagique, il est probable que c'est dans ce premier environnement que s'effectueront préférentiellement les spéciations ; inversement, le mileu pélagique étant plus stable, il constituera un environnement "tampon" induisant un effet retard vis-à-vis des extinctions déjà amorcées dans les milieux moins distaux.

Parmi les espèces présentes uniquement à Vergons, *Hapsocysta peridictya*, *Muderongia australis*, *Odontochitina operculata* et *Wallodinium cylindricum* ont une extension verticale réduite, ce qui les rend potentiellement utilisables en tant que marqueurs stratigraphiques. Une

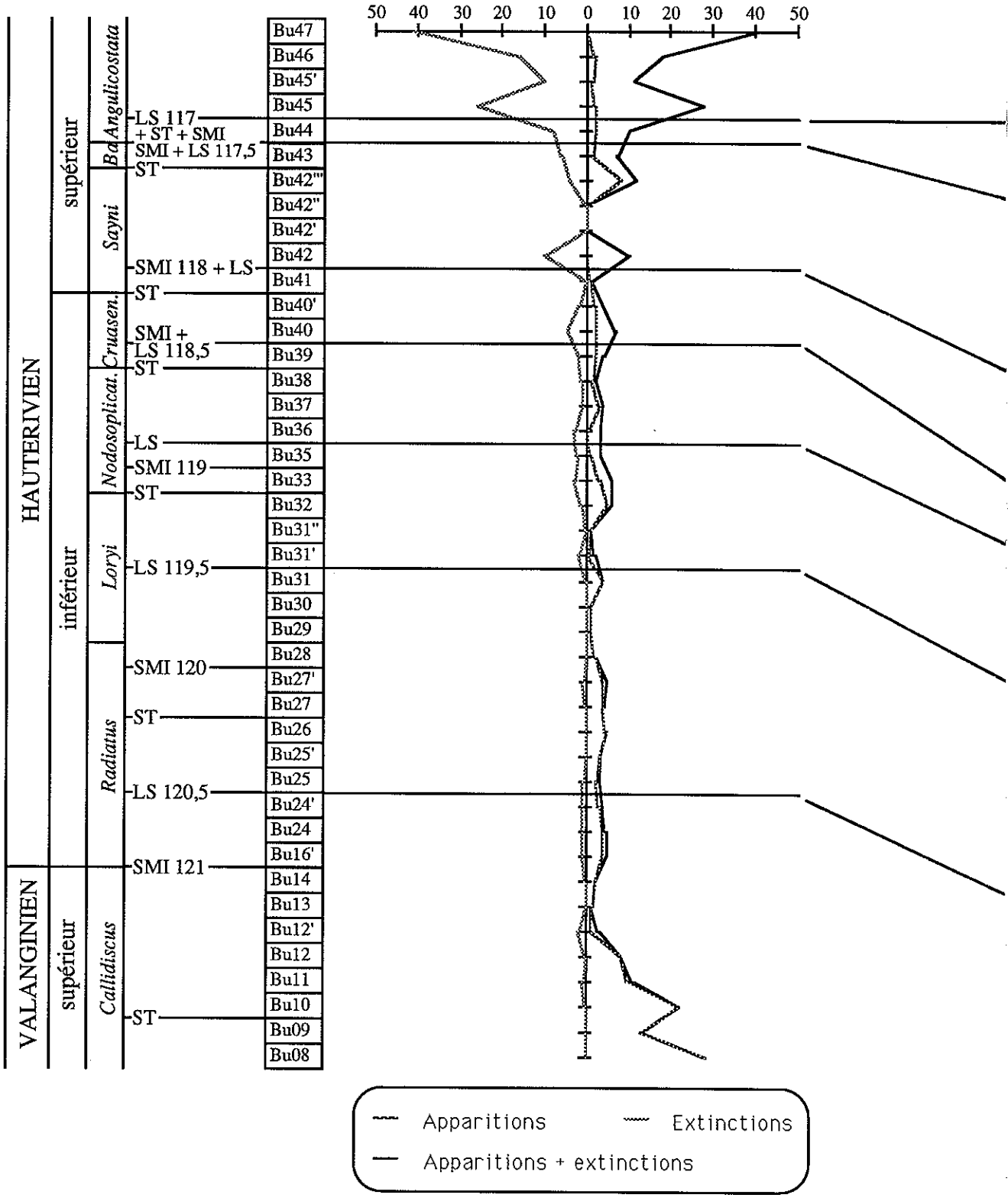


Fig. 66 : Coupe des Buissières ; nombre des apparitions et des extinctions spécifiques des kystes de Dinoflagellés.

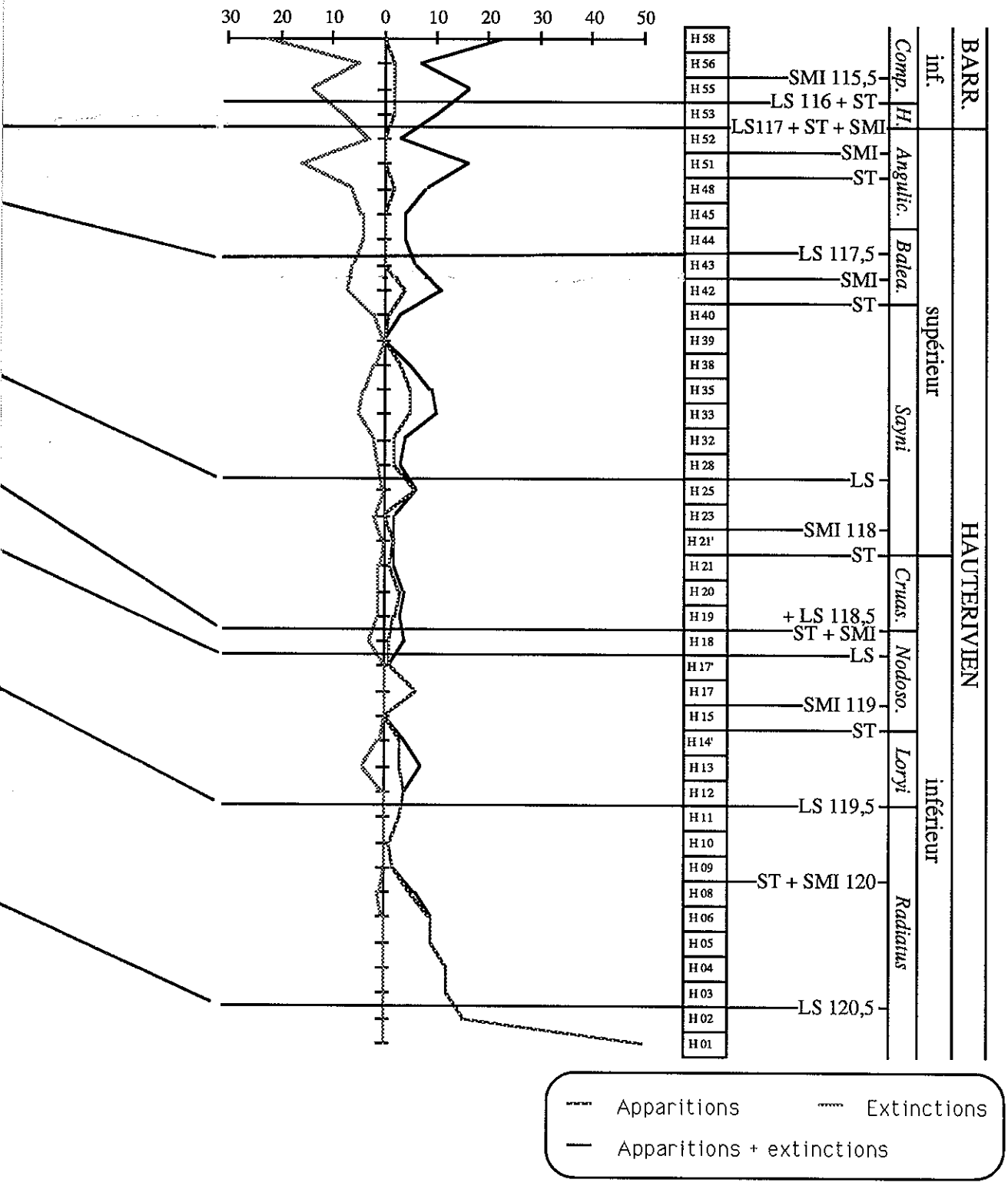


Fig. 67 : Coupe de Vergons ; nombre des apparitions et des extinctions spécifiques des kystes de Dinoflagellés.

comparaison avec les extensions verticales observées par de précédents auteurs permettra de connaître leur valeur biostratigraphique.

C - MISE EN ÉVIDENCE DE MARQUEURS STRATIGRAPHIQUES POUR L'HAUTERIVIEN DU DOMAINE TÉTHYSIEN NORD-OCCIDENTAL

Pour être vérifiée, la validité des marqueurs stratigraphiques dégagés du contexte "Buissières-Vergons" doit être comparée avec le plus grand nombre possible de résultats antérieurs obtenus sur une aire paléogéographique plus étendue.

A cette fin, nos résultats ont été comparés avec les observations de MILLIOUD (1967 : Valanginien et Hauterivien stratotypiques, Jura suisse - 1969 : Berriasien stratotypique d'Ardèche ; Valanginien et Hauterivien stratotypiques ; Barrémien stratotypique, Alpes-de-Haute-Provence), de FAUCONNIER (1982, 1989 : Hauterivien de la région stratotypique), de HABIB & DRUGG (1983 : stratotypes et parastratotypes du Néocomien du SE de la France et de Suisse occidentale), de JARDINÉ *et al.* (1984 : synthèse pour le Sud-Est de la France), de MONTEIL (1985 : Valanginien d'Ardèche) et de POURTOY (1989 : Berriasien-Barrémien de Suisse).

Telles qu'observées par ces auteurs, les occurrences des taxons cités ci-dessus sont regroupées sur la figure 70.

De cette comparaison, plusieurs remarques se dégagent.

1 - LES APPARITIONS

Les observations qui vont suivre sont relatives au comportement des espèces classées par ordre d'utilisation stratigraphique.

La figure 70 montre que l'ensemble des citations de ***Meiourogonyaulax pertusa*** échelonne les "apparitions" de ce taxon entre le Valanginien supérieur et la base de l'Hauterivien (zone à *Radiatus*). Cette espèce est présente au moins jusqu'au début du Barrémien (zone à *Hugii*).

Subtilisphaera perlucida et ***Subtilisphaera scabrata*** sont morphologiquement très proches (*cf.* leur comparaison dans la partie "Systématique" en annexe). Bien qu'elles aient été distinguée aux Buissières et à Vergons, il est possible et même probable que certains auteurs les aient regroupées sous le même nom. D'après ce que nous avons pu observer à Vergons et aux Buissières, la première occurrence de *S. perlucida* est postérieure à celle de *S. scabrata*. Du fait de leur confusion possible, ces deux taxons sont regroupés dans la synthèse stratigraphique illustrée par la figure 71. Seuls JARDINÉ *et al.* (1984, fig. 6.16) mentionnent *S. perlucida* avant la base de l'Hauterivien (coupe d'Angles - Alpes-de-Haute-Provence). Cependant, ayant également travaillé sur la coupe d'Angles, MILLIOUD (1969) ne mentionne aucun représentant du genre *Deflandrea* avant le début de l'Hauterivien supérieur (le genre *Subtilisphaera* a été créé en 1973 ; avant cette date, les espèces actuellement placée sous ce nom de genre étaient alors attribuées à *Deflandrea*) . De même, MONTEIL (1985 ; Ardèche) et POURTOY (1989 ; Suisse occidentale) ont fait des observations précises sur des séries néocomiennes, sans déceler cette espèce avant le début de l'Hauterivien. Nous pouvons donc considérer que si l'apparition de *S. perlucida/scabrata* se produit au cours du Valanginien supérieur (zone à *Verrucosum*) sa

première "occurrence pratique" se remarque au passage Valanginien/Hauterivien.

L'intervalle d'apparition de ***Muderongia pariata*** paraît moins étendu et semble se produire dans la zone à *Radiatus*. Il en est de même pour les espèces ***Batioladinium varigranosum*** et ***Hapsocysta peridictya***. Cette dernière forme a, dans le domaine téthysien, une extension stratigraphique apparemment réduite et limitée aux trois premières zones d'Ammonites de l'Hauterivien inférieur (*Radiatus* à *Nodosoplicatum*).

Bien que très peu représentée (quelques spécimens à Vergons uniquement) l'espèce ***Muderongia australis*** mérite d'être signalée car elle est utilisée dans le domaine austral comme marqueur d'une dinozone dont elle est l'espèce index (HELBY *et al.*, 1987). Dans le bassin vocontien, la première occurrence de *M. australis* se produit au milieu de la zone à *Radiatus*.

En ce qui concerne ***Muderongia staurota***, je considère ici que cette espèce n'apparaît pas avant la zone à *Radiatus*, et ce malgré les citations de FAUCONNIER (1982, 1989). En effet, toutes les observations des autres auteurs dans le domaine téthysien concordent en ne signalant jamais *M. staurota* avant la base de l'Hauterivien. De plus, le spécimen illustré par FAUCONNIER (*op. cit.*, pl. III, fig. 5) n'appartient pas à cette espèce, mais plus probablement à *Muderongia tomaszowensis*. Cette dernière espèce n'est pas signalée par FAUCONNIER (*op. cit.*) dans son étude sur la région stratotypique de l'Hauterivien, alors que dans le même secteur MILLIOUD (1967, fig. 2 ; 1969, tab. 3) en mentionne la présence. Il apparaît que la disharmonie entre les "périodes d'apparition" de *M. staurota* puisse être attribuée à une confusion dans la détermination des espèces *staurota* et *tomaszowensis* dans la région stratotypique de l'Hauterivien.

Déjà signalé dans l'Hauterivien supérieur de la coupe d'Angles par MILLIOUD (1969, tab. 2), ***Batioladinium jaegeri*** est également présent aux Buissières (zone à *Loryi*), à Vergons et à Châtel-St-Denis (POURTOY, 1989, tab. A-B) à partir de la zone à *Sayni*. L'absence de cette espèce dans le Valanginien d'Ardèche (MONTEIL, 1985) tendrait à démontrer que son apparition se fait dans le domaine nord-occidental téthysien au cours de l'Hauterivien inférieur (zone à *Loryi*) et que sa première "occurrence pratique" peut être considérée comme intervenant au début de l'Hauterivien supérieur (zone à *Sayni*).

La première occurrence des espèces ***Odontochitina operculata*** et ***Subtilisphaera terrula*** est difficile à situer car elle se produit nettement plus tôt dans le domaine jurassien (FAUCONNIER, 1982, 1989) que dans le domaine vocontien (MILLIOUD, 1969 ; HABIB & DRUGG, 1983 ; JARDINÉ *et al.*, 1984), bien qu'elle ne soit pas citée dans les séries intermédiaires, depuis la zone à *Radiatus* jusqu'à la zone à *Sayni*. D'après FAUCONNIER (*op. cit.*) la première occurrence d'*O. operculata* se situerait au sommet du Valanginien inférieur (zone à *Campylotoxum*) et celle de *S. terrula* dans la zone à *Nodosoplicatum*.

Coronifera albertii et ***Aprobolocysta eilema*** apparaissent simultanément, avant la fin de la zone à *Cruasense*.

Très bien localisée, l'apparition de l'espèce ***Coronifera oceanica*** a lieu dans la zone à *Sayni*.

L'éclosion de l'espèce ***Hystrichostrogylon stolidotum*** peut être considérée comme étant synchrone du début de la zone à *Angulicostata*.

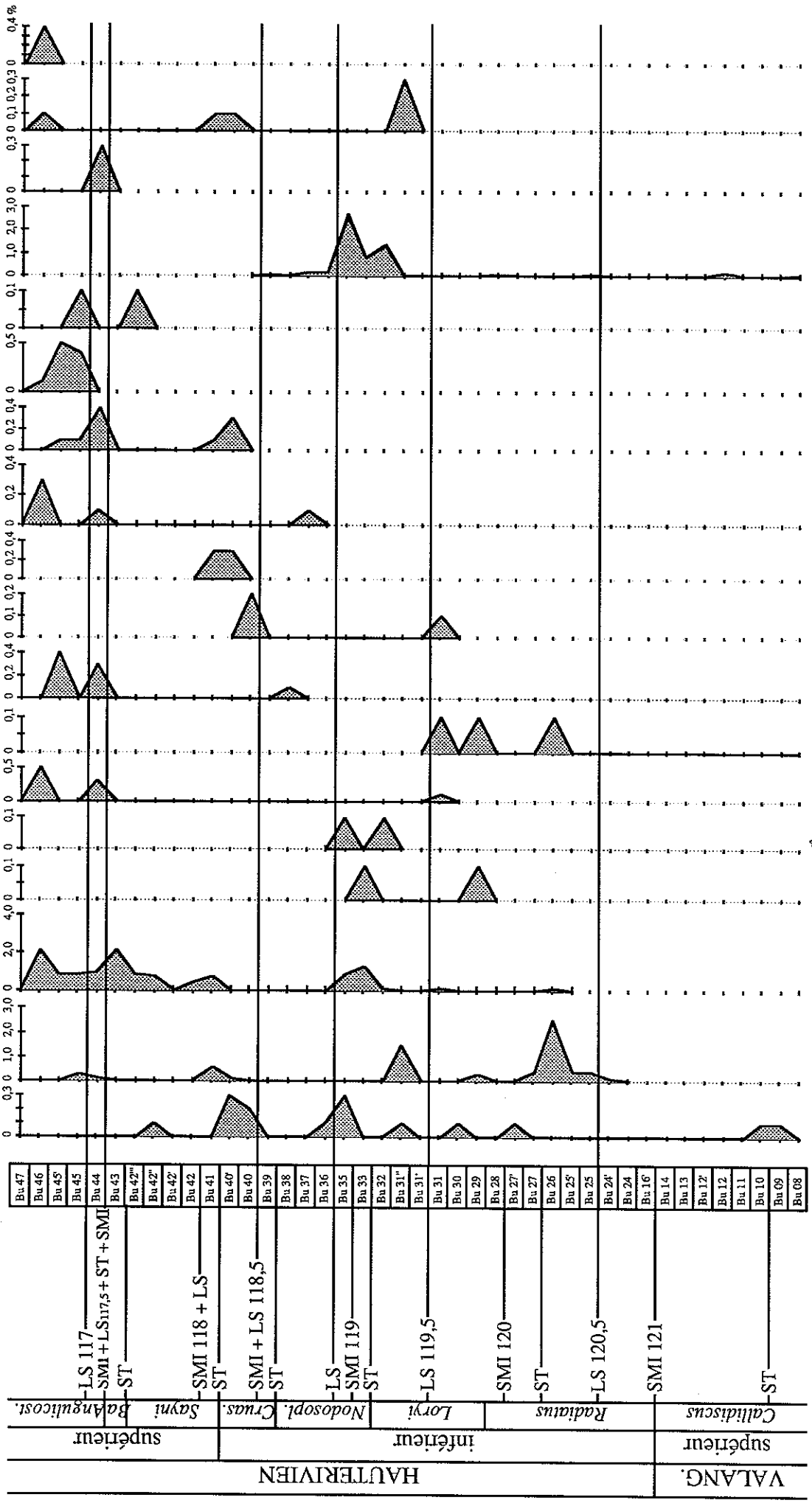


Fig. 68 : Coupe des Buissières ; fréquences relatives des taxons utilisables comme marqueurs stratigraphiques aux Buissières et à Vergons.

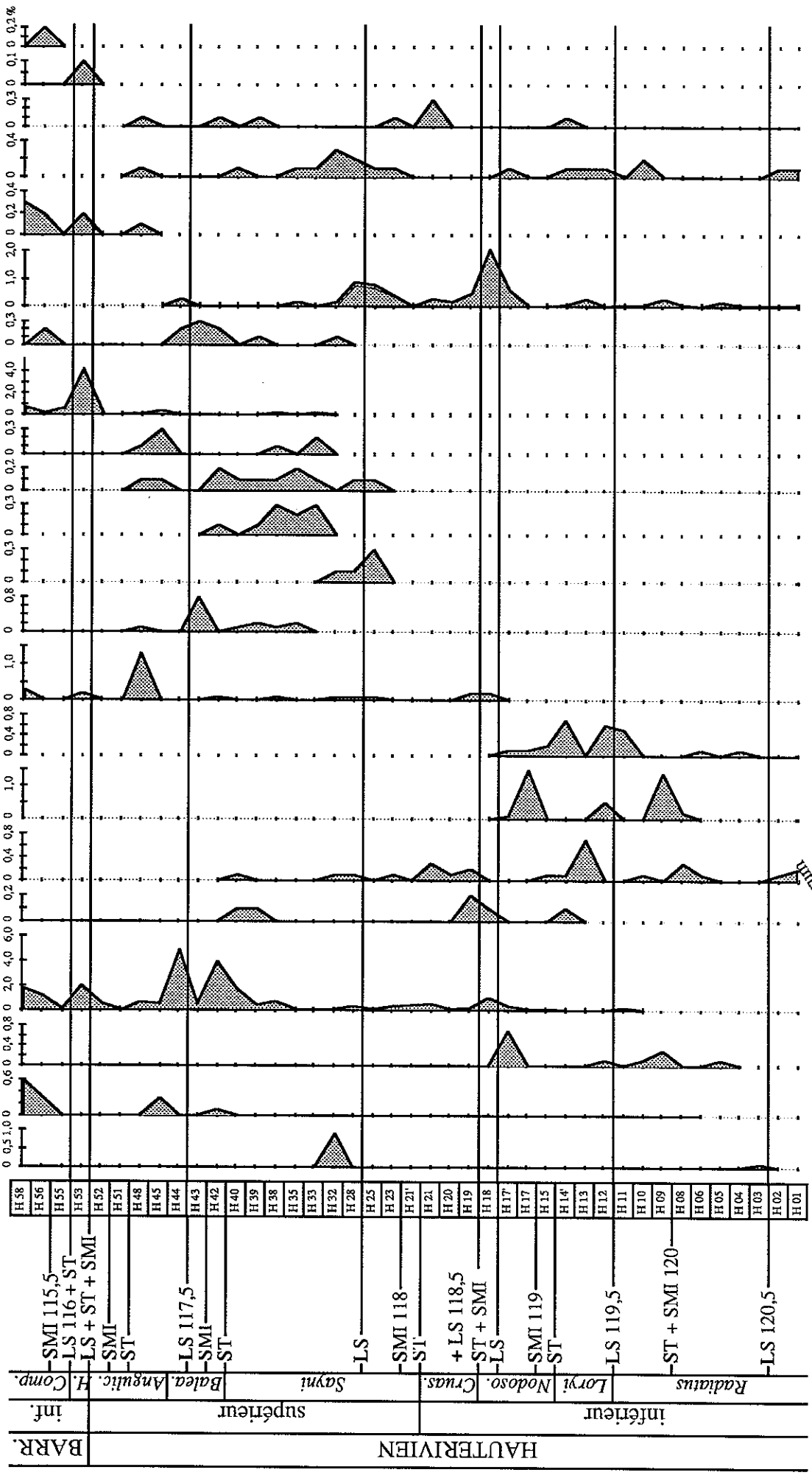


Fig. 69 : Coupe de Vergons; fréquences relatives des taxons utilisables comme marqueurs stratigraphiques aux Buissières et à Vergons.

	VALANGINIEN		HAUTERIVIEN							BARREMIEN		
	supérieur		inférieur				supérieur			inférieur		
Taxons	*Trinodos.*	*Callidisc.*	*Radiatus*	*Loryi*	*Nodosopl.*	*Cruas.*	*Sayni*	*Balea.*	*Angulic.*	*Hugii*	*Compres.*	Coupes
M. pertusa												VUA
M. pertusa												BUI
M. pertusa												COL
M. pertusa												VRG
M. pertusa												CSD
M. pertusa												NEU
M. pertusa												SAL
M. pariata												BUI
M. pariata												VRG
M. pariata												CSD
W. ? luna												ARD
W. ? luna												SAL
W. ? luna												BUI
W. ? luna												VRG
W. ? luna												CSD
W. ? luna												ANG-R
W. ? luna												SIS
W. ? luna												RAT
M. staurota												SSE
M. staurota												BUI
M. staurota												VRG
M. staurota												SPN
M. staurota												ANG-M
M. staurota												CSD
M. staurota												ANG-R
N. kostromiensis												NEU
N. kostromiensis												CSD
N. kostromiensis												COL
N. kostromiensis												BUI
N. kostromiensis												VRG
N. kostromiensis												SPN
M. extensiva												SSE
M. extensiva												BUI
M. extensiva												CSD
M. extensiva												SPN
M. extensiva												VRG
H. peridictya												CSD
H. peridictya												VRG
H. peridictya												NEU
B. varigranosum												SPN
B. varigranosum												VRG
B. varigranosum												CSD
B. varigranosum												BUI
D. deflandrei												SPN
D. deflandrei												CSD
D. deflandrei												VRG
D. deflandrei												BUI
D. deflandrei												ANG-R
D. deflandrei												ANG-M
*O. operculata**												COL
*O. operculata**												NEU
O. operculata												SPN
O. operculata												ANG-M
O. operculata												ANG-R
O. operculata												VRG

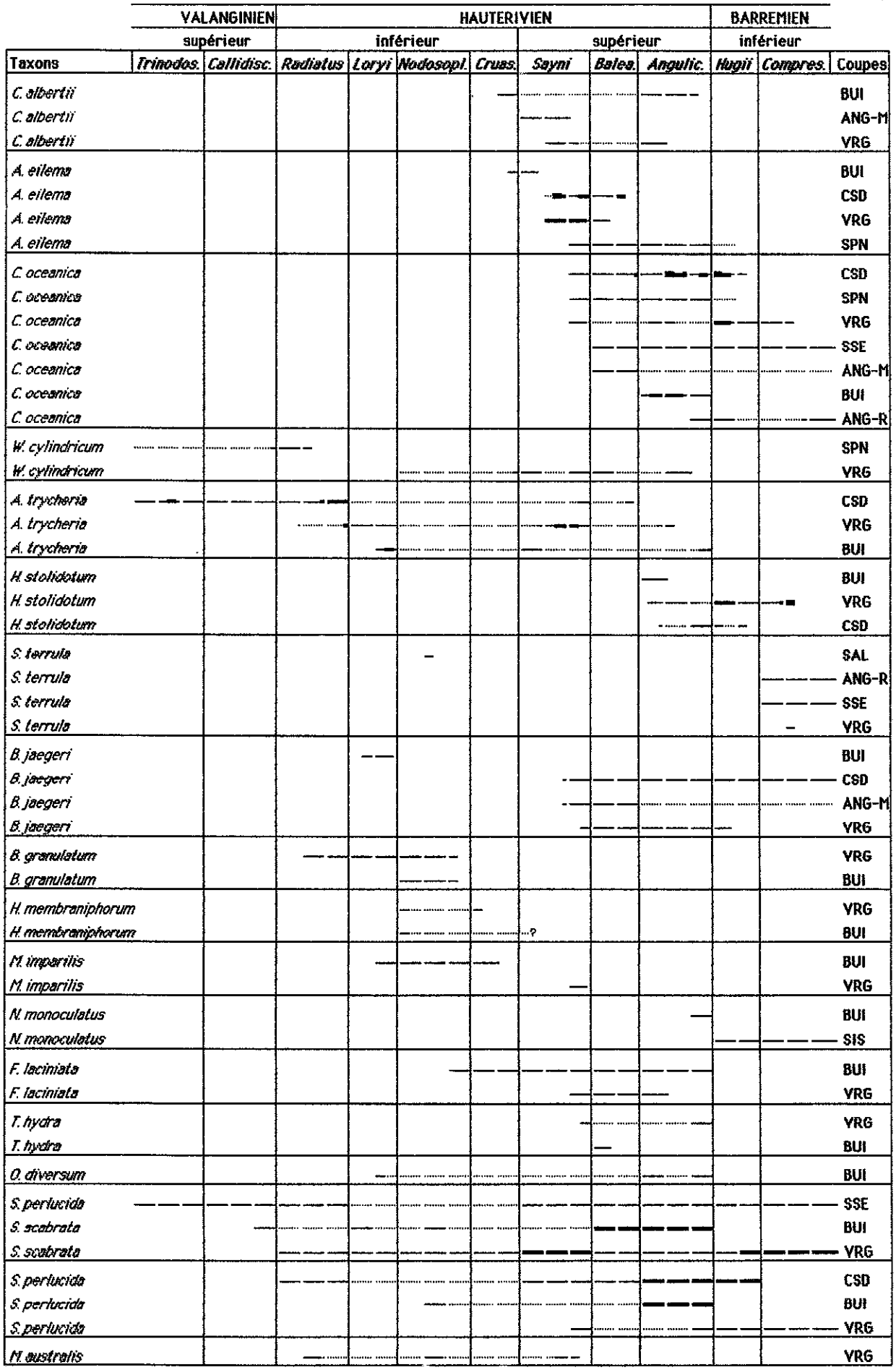


Fig. 70 : Répartition verticale de taxons présentant un intérêt stratigraphique pour l'Hauterivien du domaine téthysien nord-occidental.

Complément à la légende de la fig. 70 (page précédente) :
ANG-M : Coupe d'Angles (d'après MILLIOUD, 1969) - **HAU** : Coupe d'Hauterive (d'après MILLIOUD, 1969) - **ANG-R** : Coupe d'Angles (d'après DE RENÉVILLE & RAYNAUD, 1981) - **COL** : Coupe du Ravin du Colas (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989) - **SAL** : Coupe du Salève (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989) - **NEU** : Sondage de Neuchâtel (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989) - **SPN** : Stratotypes et parastratotypes du Néocomien du SE de la France et de la Suisse occidentale (d'après HABIB & DRUGG, 1983) - **SSE** : Synthèse du SE de la France (d'après JARDINÉ *et al.*, 1984) - **ANG-S** : Coupe d'Angles (d'après SRIVASTAVA, 1984) - **SIS** : Coupe des environs de Sisteron (d'après SRIVASTAVA, 1984) - **RAT** : Coupe de la ferme Raton (d'après SRIVASTAVA, 1984) - **ARD** : Ardèche (d'après MONTEIL, 1985) - **CSD** : Coupe de Châtel-Saint-Denis (d'après POURTOY, 1989) - **BUI** : Coupe des Buissières - **VRG** : Coupe de Vergons.

Parmi les espèces non signalées antérieurement dans l'Hauterivien du domaine vocontien *s.l.*, ***Muderongia imparilis***, ***Florentinia laciniata laciniata*** et ***Nummus monoculatus*** ont une extension similaire entre les Buissières et Vergons. En l'absence d'autres informations, les apparitions de ces taxons sont ici considérées comme intervenant respectivement au cours de la zone à *Loryi*, à la fin de la zone à *Nodosoplicatum* et à la fin de celle à *Angulicostata.*

Bourkidinium granulatum a une extension réduite intéressante. L'apparition de cette espèce intervient durant la zone à *Radiatus*. J'ai rencontré les derniers spécimens de cette espèce dans le courant de la zone à *Nodosoplicatum* à Vergons comme aux Buissières. Cependant, SRIVASTAVA (1984) signale cette espèce dans le Barrémien inférieur des coupes d'Angles et de Sisteron (Alpes-de-Haute-Provence), mais les spécimens illustrés dans ce travail (*op. cit.*, pl. 2, fig. 1-2) semblent devoir être attribués à *Tanyosphaeridium magneticum* plutôt qu'à *B. granulatum*. De plus, aucune description n'accompagne la citation de ce dernier taxon par SRIVASTAVA. Le fait que *B. granulatum* ait été originellement décrite dans des sédiments de l'Aptien-Albien d'Australie (MORGAN, 1975, p. 160) incite à penser que l'extinction de cette espèce ne s'opère pas au cours de l'Hauterivien.

Hystrichostrogylon membraniphorum montre sa première occurrence avant la fin de la zone à *Loryi*, aussi bien à Vergons qu'aux Buissières.

2 - LES EXTINCTIONS

En ce qui concerne les extinctions, quelques espèces apportent une bonne contribution au découpage stratigraphique régional par les dinoflagellés.

La disparition de ***Nelchinopsis kostromiensis*** est presque toujours localisée dans l'Hauterivien inférieur. Sa dernière occurrence valide a été observée par HABIB & DRUGG (1983), avant la fin de la zone à *Cruasense*. SRIVASTAVA (1984) signale la présence ponctuelle de cette espèce dans les sédiments de la fin du Barrémien inférieur de la ferme Raton (Alpes-de-Haute-Provence), mais l'individu qu'il illustre (*op. cit.*, pl. 18, fig. 3) n'appartient pas à ce genre mais très probablement au genre *Gardodinium*. Les observations de cet auteur sont contradictoires avec toutes celles publiées jusqu'à présent et ne sont donc pas prises en considération ici.

Il en est de même pour ***Muderongia extensiva*** dont l'existence limite s'achève à Vergons avec la fin de la zone à *Balearis*. Cependant, il est important de noter que c'est le variant *M. extensiva* forma A qui rallonge l'intervalle d'occurrence de cette espèce. Sinon, en accord avec la majorité des citations antérieures, *M. extensiva extensiva* s'éteint au cours de la zone à

Sayni. La même remarque est à faire concernant les observations de SRIVASTAVA (1984) qui signale sporadiquement *M. extensiva* dans le Barrémien supérieur stratotypique (coupe d'Angles) et des environs de Sisteron (Alpes-de-Haute-Provence). Le spécimen illustré par cet auteur (*op. cit.*, pl. 21, fig. 5) est à rattacher au variant *M. extensiva* forma A. Bien que DE RENÉVILLE & RAYNAUD (1981) n'aient pas rencontré cette forme dans le Barrémien de la coupe d'Angles, les observations de SRIVASTAVA confirment le fait que l'intérêt stratigraphique de cette espèce s'applique à *M. extensiva s.s.* et probablement pas à ses variants.

Présent sur un faible intervalle de temps à Vergons (zones à *Loryi - Angulicostata*), ***Wallodinium cylindricum*** existe en fait au moins depuis le Berriasien terminal (zone à *Boissieri* ; POURTOY, 1989, tab. A, B) et seule son extinction peut éventuellement être considérée comme hauterivienne (zone à *Angulicostata* à Vergons).

Récemment décrite, ***Aprobolocysta trycheria*** POURTOY, 1988 est une espèce qui n'a pas encore été suffisamment recensée pour que son étendue stratigraphique puisse être valablement établie. Dans la mesure de nos connaissances actuelles sur cette espèce, son extinction semble toutefois assez bien localisée (fig. 70) et intervenir avec la fin de l'Hauterivien (zone à *Angulicostata*).

Le travail de DAVEY & VERDIER (1974) sur les dinokystes du Bédoulien et du Gargasien stratotypiques (Aptien du SE de la France) permet de constater que la répartition de *Coronifera oceanica, Meiourogonyaulax bulloidea, Odontochitina operculata, Wallodinium ? luna, Subtilisphaera terrula* et *Florentinia laciniata* se poursuit au moins jusque dans ces sous-étages.

La Compte tenu de leur extension verticale réduite aux Buissières comme à Vergons,***Wallodinium ? luna*** et ***Druggidium deflandrei*** ont été proposés comme marqueurs biostratigraphiques (fig. 68-69) : la comparaison avec des résultats antérieurs montre que leur répartition totale connue couvre largement toute la série étudiée ici, ce qui finalement rend ces espèces inutilisables en biostratigraphie "oppélienne", pour l'intervalle de temps considéré.

3 - CONCLUSIONS

Cette analyse montre qu'avec le nombre croissant des informations "palynostratigraphiques", des espèces pressenties antérieurement comme pouvant être des marqueurs stratigraphiques s'avèrent avoir une extension verticale plus étendue. C'est le cas par exemple de *Meiourogonyaulax bulloidea* [considéré ici comme synonyme sénior de *M. stoveri* (voir la partie "Systématique", en annexe)] dont l'apparition se produit, selon JARDINÉ *et al.* (1984 ; SE de la France), au début de l'Hauterivien, alors que cette forme est signalée dès le Valanginien supérieur (zone à *Trinodosum*) par POURTOY (1989) et dans le présent travail (zone à *Callidiscus* des Buissières).

Les données récentes permettent d'observer que la première occurrence d'*Oligosphaeridium asterigerum, Rhynchodiniopsis aptiana, Subtilisphaera terrula* et *Ovoidinium diversum* est plus précoce que celle rapportée dans la synthèse de JARDINÉ *et al.* (1984). Les fortes abondances de *Systematophora scoriacea*, tant à Vergons qu'aux Buissières, conduisent à faire remonter l'extinction de cette espèce au milieu de l'Hauterivien supérieur (zone à *Balearis*).

Cette dernière forme n'avait jamais été signalée auparavant en dehors de l'intervalle Berriasien moyen-Valanginien inférieur.

Parmi les taxons dont la date d'apparition a été fortement reculée, *Dinogymnium* spp. (voir la discussion dans la partie "Systématique"), *Hystrichostrogylon coninckii* et *H. membraniphorum* sont des cas extrêmes. Ces deux dernières espèces n'étaient jusqu'alors respectivement connues qu'à partir du Maastrichtien-Danien et de l'Eocène supérieur (voir la partie "Systématique", en annexe).

Tenant compte des résultats antérieurs et du complément d'informations qu'apportent les deux coupes étudiées ici, une synthèse "palynostratigraphique d'occurrences" est proposée pour l'Hauterivien du domaine téthysien nord-occidental (Sud-Est de la France, Suisse occidentale)(fig. 71).

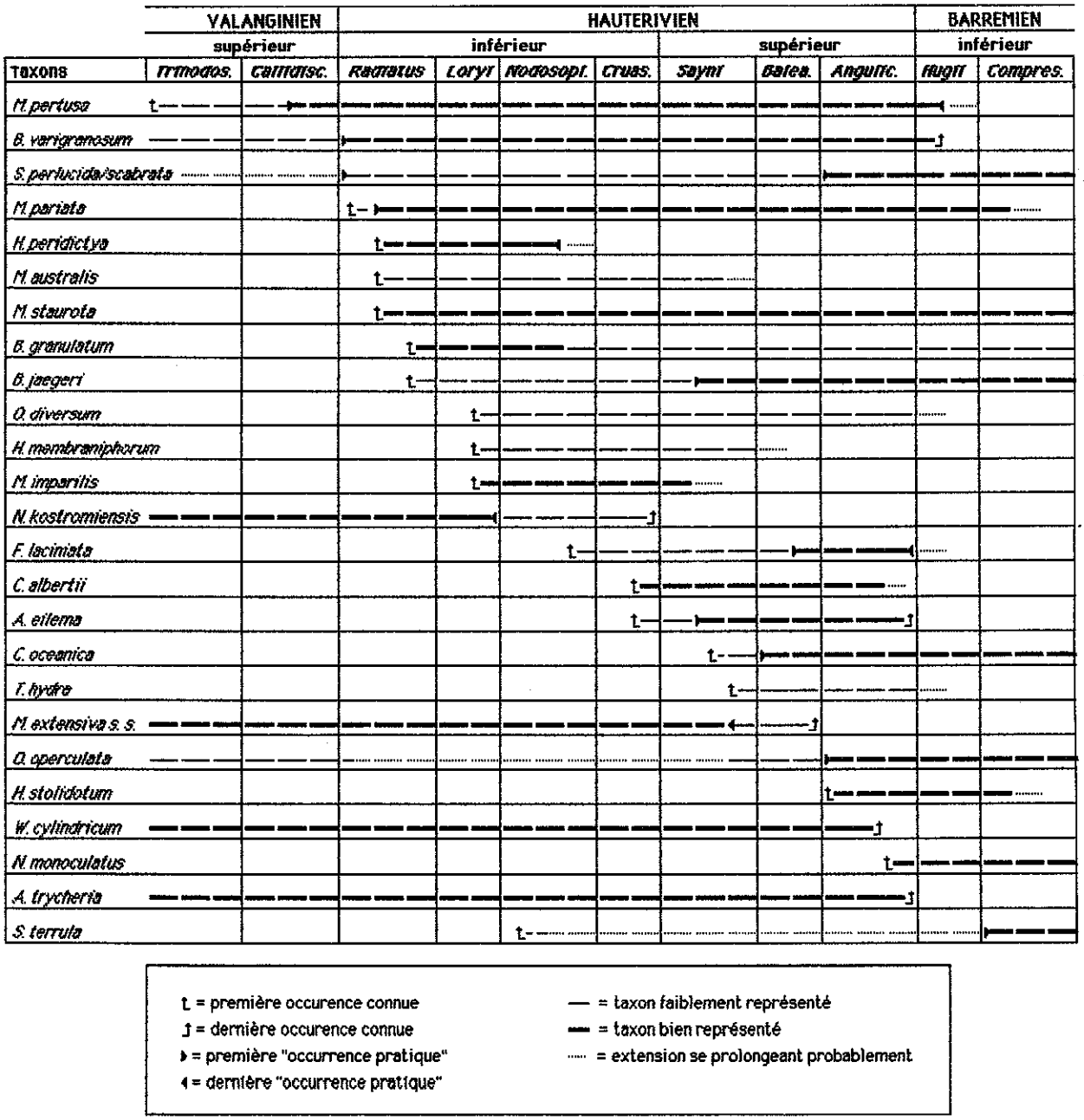


Fig. 71 : Synthèse des apparitions/extinctions observées chez les kystes de Dinoflagellés durant l'intervalle Valanginien terminal-Barrémien inférieur dans le domaine téthysien nord-occidental.

III - DONNÉES QUANTITATIVES

A - FRÉQUENCES RELATIVES

Le mode de représentation des tableaux A-A' et B-B' est semi-quantitatif, mais des comptages rigoureux ont été effectués (particulièrement pour la coupe de Vergons) et l'exploitation de ces données sera développée dans les paragraphes qui vont suivre. Je ne reviendrais pas sur le mode de calcul des fréquences relatives, qui a été décrit dans le chapitre V "Méthodologie".

Contrairement à une simple analyse des occurrences restreintes, l'analyse des fréquences relatives permet de dégager un intérêt biostratigraphique chez des formes ayant une répartition continue (mais non monotone). L'étude du spectre des dinokystes peut être effectuée aussi bien au niveau générique que spécifique, le premier cas permettant de déceler des évolutions d'un ordre supérieur.

1 - ETUDE AU NIVEAU GÉNÉRIQUE

Pour cette étude, deux méthodes de traitement à partir des données brutes de comptages ont été utilisées. En toute logique, tous les genres ne se sont pas révélés aussi intéressants les uns que les autres pour un découpage biostratigraphique : la majorité des taxons recensés montre des fréquences relatives peu ou trop irrégulièrement variables. Les résultats des deux méthodes, ainsi que les genres qui ont été utilisés vont être présentés ci-dessous.

1.1 - Spectres génériques

Les courbes des figures 72 et 73 illustrent les fréquences relatives des genres les plus marquants, soit par leur abondance, soit par les évolutions irrégulières (mais non désordonnées) de leur répartition.

1.2 - Rangs d'abondance générique

Développé par GOODMAN (1979, pp. 178-179), ce mode de traitement tient compte (à partir des fréquences relatives) de la position hiérarchique de chaque taxon au sein d'un échantillon. Au taxon le plus abondant est affecté le rang 1, au second, le rang 2, *etc.* Cette méthode présente l'avantage de lisser les écarts qui existent entre les fréquences relatives de plusieurs niveaux successifs pour un même taxon ; ceci en privilégiant non plus la valeur d'une proportion, mais l'ordre hiérarchique de celle-ci.

Pour l'application de cette méthode, plusieurs genres ont été regroupés du fait de leur faible proportion et/ou de leurs grandes similitudes morphologiques. Il s'agit de *Apteodinium* + *Cribroperidinium*, *Cyclonephelium* + *Aptea*, *Gardodinium* + *Chlamydophorella*, *Tanyosphaeridium* + *Bourkidinium*, *Batioladinium* + *Aprobolocysta*, *Kiokansium* + *Taleisphaera*, *Muderongia* + *Phoberocysta* et *Spiniferites* + *Achomosphaera*.

Aux Buissières, mais surtout à Vergons, 5 genres se sont révélés particulièrement abondants, masquant par leur dominance quasi continuelle le rang des taxons moins bien représentés. Il s'agit de *Batiacasphaera*, *Canningia*, *Sentusidinium* et *Cyclonephelium* +

Aptea. Le rang de dominance de ces genres à été calculé d'après l'ensemble de la population des dinokystes, alors que pour tous les autres genres, le rang d'abondance a été recalculé par rapport à l'ensemble de la population des dinokystes moins les 5 genres cités ci-dessus.

Sur l'ensemble de la série étudiée, 35 genres se placent au moins une fois parmi les 8 premiers à Vergons et 41 aux Buissières. Par contre, seulement 16 genres occupent au moins une fois une des 3 premières places, tant aux Buissières qu'à Vergons. Ces 16 genres ne sont cependant pas les mêmes pour les deux coupes :

- les genres communs aux deux coupes sont représentés quant à eux par : *Batiacasphaera, Canningia, Cyclonephelium, Dissiliodinium, Hystrichodinium, Kiokansium* + *Taleisphaera, Oligosphaeridium, Sentusidinium* et *Systematophora.*

- les genres leaders à Vergons mais non aux Buissières sont : *Chytroeisphaeridia, Cleistosphaeridium, Dingodinium, Gardodinium* + *Chlamydophorella, Mendicodinium, Spiniferites* + *Achomosphaera* ;

- les genres leaders aux Buissières mais non à Vergons sont : *Adnatosphaeridium, Cassiculosphaeridia, Cymososphaeridium, Muderongia* + *Phoberocysta, Pseudoceratium, Rhynchodiniopsis* ;

Les informations dont nous disposons actuellement sont encore insuffisantes pour en déduire si la dissimilitude dans la présence de genres leaders propres à chacune des deux coupes est liée ou non à des præferendums écologiques différents. Bien que plausible, cette assertion ne pourra être confirmée (ou infirmée) que dans la mesure ou d'autres études de ce type seront développées.

L'évolution du rang de dominance des principaux genres est illustrée par les histogrammes des figures 72 et 73.

1.3 - Description des assemblages génériques

Les assemblages génériques ont été définis en tenant compte à la fois des fréquences relatives des taxons et des variations de leurs rangs d'abondance. Un grand nombre de coupures rythment les spectres génériques, mais ces discontinuités n'apparaissent pas toujours simultanément entre les différents taxons. Chaque fois qu'une variation significative s'est avérée affecter de façon synchrone la répartition de plusieurs taxons à la fois, une limite a été placée et considérée comme marquant un événement palynologique. Dans un premier temps, cette démarche a été effectuée de façon indépendante sur chacune des coupes (fig. 72 et 73), puis dans une seconde étape, une comparaison entre les deux séries a été réalisée.

Dans les descriptions qui vont suivre, deux entités sont développées : les assemblages et les limites. Pour les premiers, sont énoncés les taxons les mieux représentés au sein de chaque assemblage. Les limites sont décrites en fonction des taxons dont les variations de fréquences relatives et/ou du rangs d'abondance entre deux assemblages successifs sont les plus manifestes.

Pour la série des Buissières :

Les assemblages palynologiques et les limites qui les encadrent sont marqués par,

1er assemblage : *Batiacasphaera, Cyclonephelium + Aptea, Cymososphaeridium* dominants ; *Oligosphaeridium, Cribroperidinium + Apteodinium* abondants (en dominance) ; *Cassiculosphaeridia, Muderongia + Phoberocysta, Gardodinium + Chlamydophorella* bien représentés.

1ère limite (Bu09-10) : augmentation de *Dissiliodinium* (très nette), *Spiniferites + Achomosphaera* (nette), *Sentusidinium, Adnatosphaeridium, Pervosphaeridium, Batioladinium + Aprobolocysta, Cribroperidinium + Apteodinium* (en fréquences relatives) ; diminution de *Cassiculosphaeridia, Oligosphaeridium, Cyclonephelium + Aptea* (surtout en fréquences relatives).

2ème assemblage : *Dissiliodinium, Batiacasphaera, Cymososphaeridium* dominants ; *Cribroperidinium + Apteodinium, Cyclonephelium + Aptea* abondants (en dominance) ; *Spiniferites + Achomosphaera, Sentusidinium, Pseudoceratium, Adnatosphaeridium, Pervosphaeridium, Batioladinium + Aprobolocysta* bien représentés.

2ème limite (Bu12-12') : augmentation d'*Oligosphaeridium* (nette surtout en dominance) ; diminution de *Cribroperidinium + Apteodinium* (nette), *Spiniferites + Achomosphaera, Sentusidinium, Pseudoceratium, Batioladinium + Aprobolocysta, Pervosphaeridium.*

3ème assemblage : *Cyclonephelium, Cymososphaeridium, Dissiliodinium* dominants ; *Batiacasphaera, Oligosphaeridium* abondants ; *Muderongia + Phoberocysta, Gardodinium + Chlamydophorella* bien représentés.

3ème limite (Bu14-16') : augmentation de *Cribroperidinium + Apteodinium, Spiniferites + Achomosphaera, Oligosphaeridium* (surtout en pourcentages), *Pseudoceratium, Cassiculosphaeridia* (en dominance) ; diminution de *Dissiliodinium* (très nette), *Cymososphaeridium, Batiacasphaera, Pervosphaeridium.*

4ème assemblage : *Cyclonephelium, Cymososphaeridium, Oligosphaeridium* dominants ; *Cribroperidinium + Apteodinium, Spiniferites + Achomosphaera, Batiacasphaera, Pseudoceratium* abondants ; *Cassiculosphaeridia* bien représenté.

4ème limite (Bu24'-25) : augmentation de *Cribroperidinium* (en pourcentages uniquement), *Pseudoceratium* (en fréquences relatives), *Canningia, Systematophora, Cassiculosphaeridia* ; diminution d'*Oligosphaeridium, Batiacasphaera* (assez nette) *Gardodinium + Chlamydophorella.*

5ème assemblage : *Cyclonephelium + Aptea, Cymososphaeridium* dominants ; *Systematophora, Pseudoceratium, Spiniferites + Achomosphaera, Cribroperidinium, Cassiculosphaeridia, Canningia* (irrégulièrement) abondants ; *Muderongia + Phoberocysta, Adnatosphaeridium* bien représentés.

5ème limite (Bu25'-26) : augmentation de *Dissiliodinium, Cribroperidinium + Apteodinium* (surtout en fréquences relatives), *Adnatosphaeridium, Batiacasphaera* (faible) ; diminution de *Cassiculosphaeridia.*

6ème assemblage : *Cyclonephelium + Aptea, Cribroperidinium + Apteodinium* dominants ; *Systematophora, Cymososphaeridium, Dissiliodinium, Spiniferites + Achomosphaera* abondants ; *Pseudoceratium* (irrégulièrement), *Muderongia + Phoberocysta, Adnatosphaeridium, Cassiculosphaeridia* bien représentés.

6ème limite (Bu27-27') : augmentation de *Batiacasphaera* (très nette), *Dissiliodinium, Cassiculosphaeridia, Oligosphaeridium, Batioladinium + Aprobolocysta* ; diminution de *Systematophora, Cribroperidinium + Apteodinium, Pseudoceratium, Cymososphaeridium* (surtout en

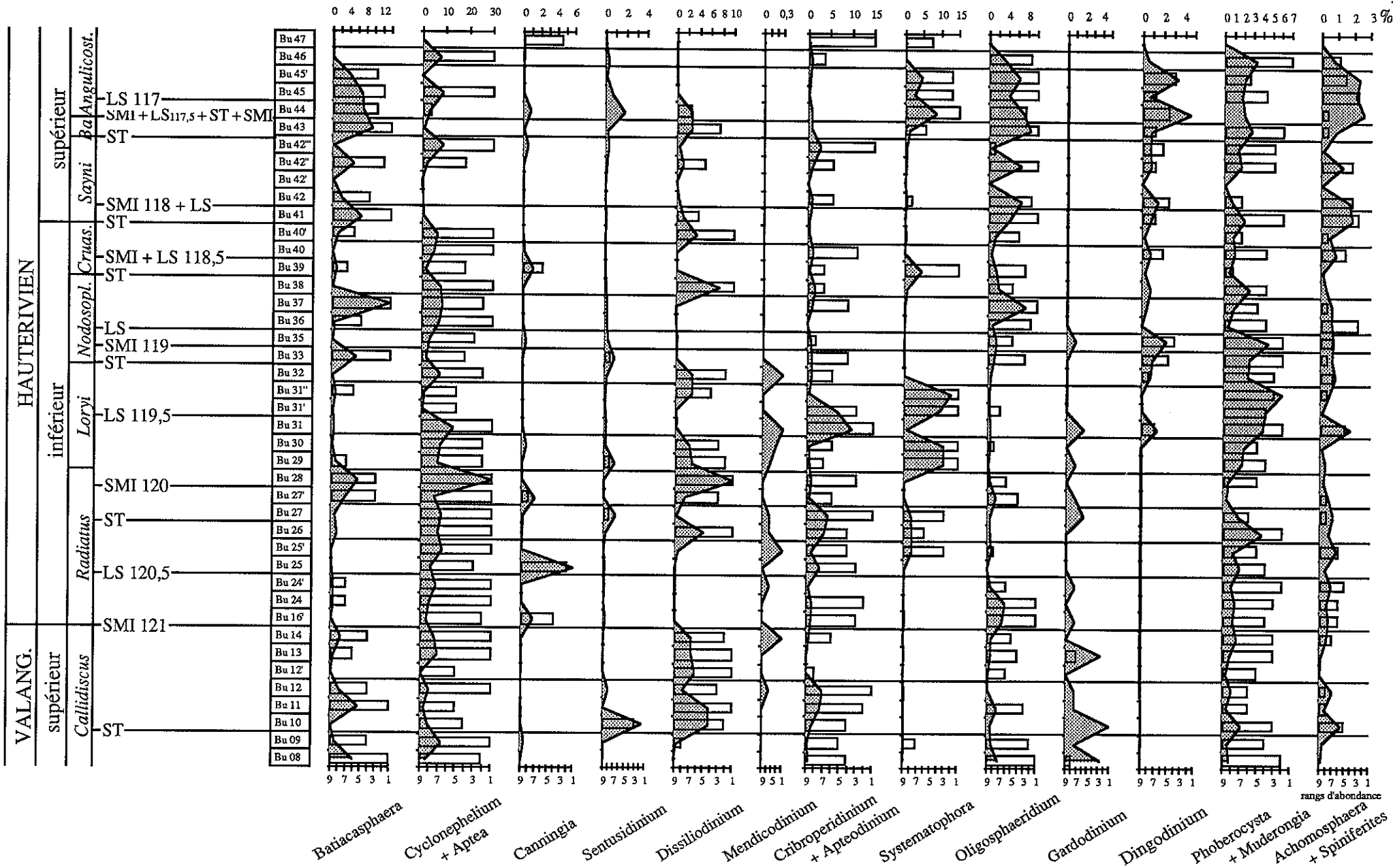


Fig. 72 : Coupe des Buissières ; variations des fréquences relatives (aires) et des rangs d'abondance (histogrammes) des principaux genres de dinokystes.

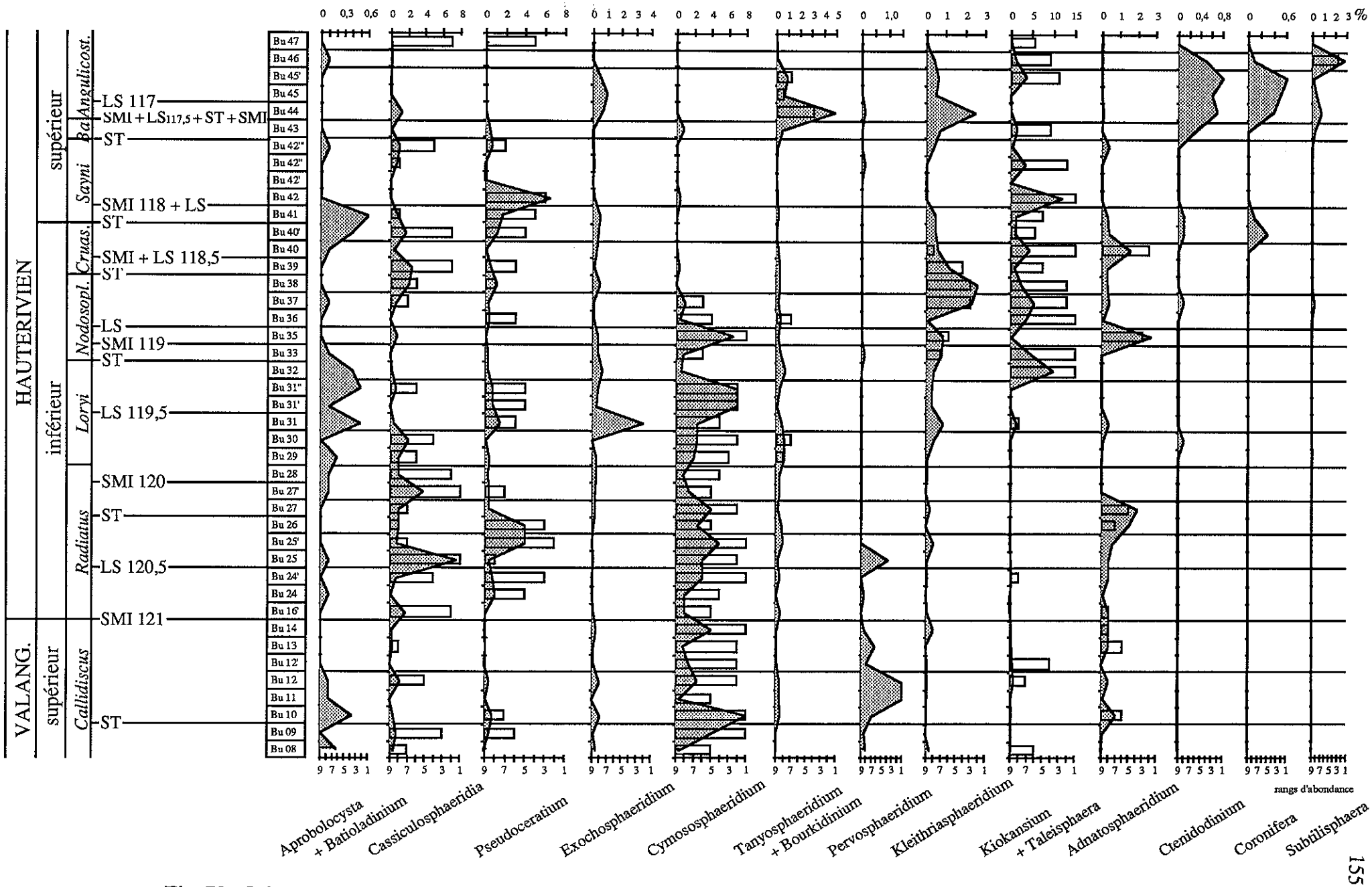

HAUTERIVIEN
VALANG.
supérieur
inférieur
supérieur
Callidiscus
Radiatus
Lorvi
Nodosopl.
Cruas.
Sayni
Angulicost.
LS 117
SMI + LS117,5 + ST + SMI
ST
SMI 118 + LS
ST
SMI + LS 118,5
ST
LS
SMI 119
ST
LS 119,5
SMI 120
ST
LS 120,5
SMI 121
ST
Bu 47
Bu 46
Bu 45'
Bu 45
Bu 44
Bu 43
Bu 42"
Bu 42"
Bu 42'
Bu 42
Bu 41
Bu 40'
Bu 40
Bu 39
Bu 38
Bu 37
Bu 36
Bu 35
Bu 33
Bu 32
Bu 31"
Bu 31'
Bu 31
Bu 30
Bu 29
Bu 28
Bu 27'
Bu 27
Bu 26
Bu 25'
Bu 25
Bu 24'
Bu 24
Bu 16'
Bu 14
Bu 13
Bu 12'
Bu 12
Bu 11
Bu 10
Bu 09
Bu 08
0 0,3 0,6
0 2 4 6 8
0 2 4 6 8
0 1 2 3 4
0 2 4 6 8
0 1 2 3 4 5
0 1,0
0 1 2 3
0 5 10 15
0 1 2 3
0 0,4 0,8
0 0,6
0 1 2 3 %
9 7 5 3 1
rangs d'abondance
Aprobolocysta + Batioladinium
Cassiculosphaeridia
Pseudoceratium
Exochosphaeridium
Cymososphaeridium
Tanyosphaeridium + Bourkidinium
Pervosphaeridium
Kleithriasphaeridium
Kiokansium + Taleisphaera
Adnatosphaeridium
Ctenidodinium
Coronifera
Subtilisphaera

Fig. 72 : Suite.

pourcentages), *Adnatosphaeridium, Muderongia + Phoberocysta, Mendicodinium.*

7ème assemblage : *Batiacasphaera, Cyclonephelium + Aptea, Dissiliodinium* dominants ; *Cymososphaeridium, Cassiculosphaeridia, Spiniferites + Achomosphaera* abondants ; *Batioladinium + Aprobolocysta* bien représentés.

7ème limite (Bu28-29) : augmentation de *Systematophora* (très nette), *Muderongia + Phoberocysta, Cymososphaeridium* (peu marquée) ; diminution de *Batiacasphaera, Oligosphaeridium, Cyclonephelium + Aptea* (surtout en fréquences relatives), *Dissiliodinium* (surtout en pourcentages), *Cassiculosphaeridia, Mendicodinium.*

8ème assemblage : *Systematophora,Cyclonephelium* dominants ; *Cymososphaeridium, Dissiliodinium* abondants ; *Cassiculosphaeridia, Muderongia + Phoberocysta* bien représentés.

8ème limite (Bu30-31) : augmentation de *Cribroperidinium + Apteodinium, Cymososphaeridium* (surtout en pourcentages), *Pseudoceratium, Spiniferites + Achomosphaera, Exochosphaeridium, Kleithriasphaeridium, Muderongia + Phoberocysta* (surtout les fréquences relatives), *Batioladinium + Aprobolocysta, Dingodinium* (irrégulièrement) ; diminution de *Dissiliodinium, Cassiculosphaeridia.*

9ème assemblage : *Systematophora, Cymososphaeridium* dominants ; *Cyclonephelium + Aptea, Cribroperidinium + Apteodinium, Muderongia + Phoberocysta, Spiniferites + Achomosphaera, Pseudoceratium* abondants ; *Exochosphaeridium, Batioladinium + Aprobolocysta, Kleithriasphaeridium* bien représentés.

9ème limite (Bu31"-32) : augmentation de *Kiokansium + Taleisphaera* (très nette), *Oligosphaeridium, Cyclonephelium + Aptea, Dingodinium, Batiacasphaera* (de façon irrégulière), *Sentusidinium* ; diminution de *Systematophora* (très nette), *Pseudoceratium* (nette).

10ème assemblage : *Cyclonephelium + Aptea, Kiokansium + Taleisphaera, Muderongia + Phoberocysta, Batiacasphaera* (irrégulièrement) dominants ; *Cribroperidinium + Apteodinium* (surtout en dominances), *Spiniferites + Achomosphaera* abondants ; *Dingodinium, Kleithriasphaeridium, Sentusidinium* bien représentés.

10ème limite (Bu33-35) : augmentation de *Cymososphaeridium, Adnatosphaeridium, Gardodinium, Cassiculosphaeridia* ; diminution de *Batiacasphaera, Cribroperidinium + Apteodinium, Kiokansium + Taleisphaera, Aprobolocysta + Batioladinium.*

11ème assemblage : *Cymososphaeridium, Adnatosphaeridium* dominants ; *Cyclonephelium + Aptea, Dingodinium, Oligosphaeridium, Kleithriasphaeridium* abondants ; *Spiniferites + Achomosphaera, Cribroperidinium + Apteodinium, Gardodinium* bien représentés.

11ème limite (Bu35-36) : augmentation de *Batiacasphaera, Kiokansium + Taleisphaera, Oligosphaeridium* ; diminution de *Dingodinium, Adnatosphaeridium, Muderongia + Phoberocysta* (en fréquences relatives), Cymososphaeridium (surtout en fréquences relatives).

12ème assemblage : *Cyclonephelium + Aptea, Kiokansium + Taleisphaera, Oligosphaeridium, Batiacasphaera* dominants ; *Muderongia + Phoberocysta, Kleithriasphaeridium, Spiniferites + Achomosphaera* abondants ; *Cymososphaeridium, Pseudoceratium* bien représentés.

12ème limite (Bu37-38) : augmentation de *Systematophora, Cassiculosphaeridia, Cribroperidinium + Apteodinium* ; diminution de *Batiacasphaera, Cymososphaeridium, Spiniferites + Achomosphaera.*

13ème assemblage : *Cyclonephelium + Aptea, Kiokansium + Taleisphaera* dominants ; *Cassiculosphaeridia, Cribroperidinium + Apteodinium, , Oligosphaeridium* abondants ; *Dingodinium, Spiniferites + Achomosphaera, Pseudoceratium, Kleithriasphaeridium, Muderongia + Phoberocysta* bien représentés.

13ème limite (Bu40-40') : augmentation de *Batiacasphaera, Dissiliodinium, Pseudoceratium* (nette), *Spiniferites + Achomosphaera, Batioladinium + Aprobolocysta, Coronifera* ; diminution de *Cribroperidinium + Apteodinium, Kleithriasphaeridium, Adnatosphaeridium.*

14ème assemblage : *Oligosphaeridium, Dissiliodinium, Batiacasphaera* dominants ; *Pseudoceratium, Spiniferites + Achomosphaera, Cassiculosphaeridia, Cyclonephelium + Aptea, Kiokansium + Taleisphaera, Muderongia + Phoberocysta* abondants ; *Kleithriasphaeridium, Adnatosphaeridium, Ctenidodinium, Batioladinium + Aprobolocysta* bien représentés

14ème limite (Bu41-42) : augmentation de *Kiokansium + Taleisphaera, Dingodinium, Spiniferites + Achomosphaera, Cribroperidinium + Apteodinium* (modérée en fréquences relatives) ; diminution de *Dissiliodinium, Batioladinium + Aprobolocysta, Kleithriasphaeridium, Cassiculosphaeridia, Coronifera, Ctenidodinium, Exochosphaeridium.*

15ème assemblage : *Batiacasphaera* (irrégulièrement), *Spiniferites + Achomosphaera, Oligosphaeridium* (irrégulièrement), *Kiokansium + Taleisphaera* (irrégulièrement) dominants ; *Muderongia + Phoberocysta, Cyclonephelium + Aptea* (irrégulièrement), *Cribroperidinium + Apteodinium* abondants ; *Dingodinium* bien représentés

15ème limite (Bu42'"-43) : augmentation de *Batiacasphaera, Systematophora, Dissiliodinium, Ctenidodinium, Subtilisphaera* ; diminution de *Cribroperidinium + Apteodinium, Cyclonephelium + Aptea, Pseudoceratium.*

16ème assemblage : *Batiacasphaera, Oligosphaeridium* dominants ; *Systematophora, Dissiliodinium, Muderongia + Phoberocysta, Kiokansium + Taleisphaera* (en dominance) abondants ; *Dingodinium, Spiniferites + Achomosphaera, Ctenidodinium, Kleithriasphaeridium, Pseudoceratium, Subtilisphaera* bien représentés

16ème limite (Bu43-44) : augmentation de *Systematophora* (nette), *Cyclonephelium + Aptea, Dingodinium, Spiniferites + Achomosphaera, Tanyosphaeridium + Bourkidinium, Ctenidodinium, Coronifera* (nette), *Kleithriasphaeridium, Sentusidinium, Exochosphaeridium* ; diminution de *Muderongia + Phoberocysta, Dissiliodinium* (irrégulière), *Kiokansium + Taleisphaera* (irrégulière), *Pseudoceratium.*

17ème assemblage : *Batiacasphaera, Oligosphaeridium, Systematophora, Spiniferites + Achomosphaera* dominants ; *Cyclonephelium + Aptea, Dingodinium, Tanyosphaeridium + Bourkidinium, Muderongia + Phoberocysta* abondants ; *Sentusidinium, Ctenidodinium, Subtilisphaera, Exochosphaeridium, Coronifera* bien représentés

17ème limite (Bu45'-46) : augmentation de *Subtilisphaera, Muderongia + Phoberocysta* ; diminution de *Batiacasphaera* (très nette), *Systematophora* (nette), *Dingodinium* (nette), *Spiniferites + Achomosphaera, Tanyosphaeridium + Bourkidinium, Coronifera, Exochosphaeridium.*

18ème assemblage : *Cyclonephelium + Aptea, Muderongia + Phoberocysta, Oligosphaeridium* dominants ; *Subtilisphaera, Spiniferites + Achomosphaera, Cribroperidinium + Apteodinium, Kiokansium + Taleisphaera* abondants ; *Kleithriasphaeridium, Ctenidodinium* bien représentés.

18ème limite (Bu46-47) : lithologiquement très bien marquée (base des calcaires biodétritiques), cette limite est également bien repérable sur le plan quantitatif pour les Dinoflagellés. Sa définition à partir des dinokystes est rendue très délicate par la chute spectaculaire du volume du palynoplancton. Les événements interprétés ici comme marqueurs de cette limite ont été choisis parmi des phénomènes s'étant amorcés quelques niveaux auparavant et concernant des genres abondamment représentés. Augmentation de *Cribroperidinium + Apteodinium* ; diminution d'*Oligosphaeridium, Spiniferites + Achomosphaera.*

19ème assemblage : pour ce dernier intervalle, il est très difficile de définir un assemblage représentatif compte tenu de l'extrême rareté des dinokystes dans le niveau Bu47. *Cribroperidinium*, *Kiokansium*, *Systematophora*, *Pseudoceratium* sont les seuls genres a avoir été rencontrés.

Pour la série de Vergons :

Les assemblages palynologiques et les limites qui les encadrent sont marqués par,

1er assemblage : *Batiacasphaera*, *Cribroperidinium* + *Apteodinium*, *Cribroperidinium* + *Apteodinium* dominants ; *Gardodinium* + *Chlamydophorella*, *Cymososphaeridium* abondants ; *Spiniferites* + *Achomosphaera*, *Tanyosphaeridium* + *Bourkidinium* bien représentés.

1ère limite (H02-03) : augmentation de *Dissiliodinium* (très nette), *Mendicodinium* (très nette), *Canningia*, *Cribroperidinium* + *Apteodinium* (surtout en fréquences relatives), *Cassiculosphaeridia* ; diminution de *Batiacasphaera*, *Cyclonephelium* + *Aptea*, *Cymososphaeridium* (nette).

2ème assemblage : *Canningia*, *Dissiliodinium*, *Mendicodinium*, *Cribroperidinium* + *Apteodinium*, *Gardodinium* + *Chlamydophorella* dominants ; *Batiacasphaera*, *Cyclonephelium* + *Aptea*, *Spiniferites* + *Achomosphaera* abondants ; *Pseudoceratium*, *Cassiculosphaeridia*, *Exochosphaeridium*, *Pervosphaeridium* bien représentés.

2ème limite (H06-08) : augmentation de *Batiacasphaera*, *Cyclonephelium* + *Aptea*, ; diminution de *Mendicodinium* (très nette), *Gardodinium* + *Chlamydophorella*, *Dissiliodinium* (en fréquence relative), *Exochosphaeridium*, *Pseudoceratium*.

3ème assemblage : *Canningia*, *Cyclonephelium* + *Aptea*, *Batiacasphaera*, *Dissiliodinium*, *Cribroperidinium* + *Apteodinium* dominants ; *Cassiculosphaeridia*, *Pseudoceratium* abondants ; *Batioladinium* + *Aprobolocysta* bien représentés.

3ème limite (H08-09) : augmentation de *Batiacasphaera*, *Cyclonephelium* + *Aptea*, *Gardodinium* + *Chlamydophorella*, *Dissiliodinium* (surtout en fréquences relatives), *Spiniferites* + *Achomosphaera* (surtout en dominances), *Cymososphaeridium* ; diminution de *Canningia*, *Pseudoceratium*.

4ème assemblage : *Batiacasphaera*, *Cyclonephelium* + *Aptea*, *Dissiliodinium*, *Gardodinium* + *Chlamydophorella*, *Cribroperidinium* + *Apteodinium* (irrégulièrement) dominants ; *Cassiculosphaeridia*, *Spiniferites* + *Achomosphaera* abondants ; *Cymososphaeridium*, *Muderongia* + *Phoberocysta* bien représentés.

4ème limite (H11-12) : augmentation de *Systematophora* (très nette), *Mendicodinium* (très nette), *Pseudoceratium*, *Cyclonephelium* + *Aptea* (peu marquée) ; diminution de *Batiacasphaera* (surtout marquée en fréquences relatives).

5ème assemblage : *Batiacasphaera*, *Cyclonephelium* + *Aptea*, *Canningia* (irrégulièrement), *Systematophora*, *Mendicodinium* dominants ; *Cribroperidinium* + *Apteodinium*, *Gardodinium* + *Chlamydophorella* abondants ; *Spiniferites* + *Achomosphaera*, *Cassiculosphaeridia*, *Cymososphaeridium*, *Pseudoceratium* bien représentés.

5ème limite (H13-14') : augmentation de *Systematophora* (nette), *Kiokansium* + *Taleisphaera*, *Spiniferites* + *Achomosphaera* (nette), *Batiacasphaera*, *Kleithriasphaeridium*, *Dingodinium* (faible mais notable) ; diminution de *Canningia*, *Cribroperidinium*, *Cassiculosphaeridia*, *Pervosphaeridium*.

6ème assemblage : *Batiacasphaera*, *Cyclonephelium* + *Aptea*, *Sentusidinium*, *Systematophora*, *Spiniferites* + *Achomosphaera*, *Mendicodinium* (irrégulièrement) dominants ; *Sentusidinium*, *Gardodinium* + *Chlamydophorella*, *Cymososphaeridium* abondants ; *Cribroperidinium* + *Apteodinium*, *Dingodinium*, *Pseudoceratium*,

Kleithriasphaeridium, Exochosphaeridium bien représentés.

6ème limite (15-17) : augmentation de *Sentusidinium, Dingodinium, Muderongia + Phoberocysta, Tanyosphaeridium + Bourkidinium* ; diminution de *Systematophora* (très nette), *Cribroperidinium + Apteodinium* (surtout en dominance), *Cyclonephelium + Aptea* (peu marquée), *Batiacasphaera* (peu marquée), *Batioladinium + Aprobolocysta, Pseudoceratium, Kleithriasphaeridium.*

7ème assemblage : *Batiacasphaera, Sentusidinium, Mendicodinium* dominants ; *Gardodinium + Chlamydophorella, Cyclonephelium + Aptea, Spiniferites + Achomosphaera, Kiokansium + Taleisphaera* abondants ; *Dingodinium, Tanyosphaeridium + Bourkidinium, Muderongia + Phoberocysta* bien représentés.

7ème limite (H17'-18) : augmentation de *Dingodinium* (nette), *Spiniferites + Achomosphaera* (en dominances), *Batioladinium + Aprobolocysta, Exochosphaeridium* (nette), *Muderongia + Phoberocysta, Adnatosphaeridium, Subtilisphaera, Cyclonephelium + Aptea* (peu marquée), *Batiacasphaera* (peu marquée) ; diminution de *Mendicodinium* (nette), *Gardodinium + Chlamydophorella, Kiokansium + Taleisphaera.*

8ème assemblage : *Batiacasphaera, Sentusidinium, Cyclonephelium, Dingodinium, Spiniferites + Achomosphaera* dominants ; *Systematophora, Kiokansium + Taleisphaera, Muderongia + Phoberocysta* abondants ; *Gardodinium + Chlamydophorella, Cymososphaeridium, Exochosphaeridium, Cassiculosphaeridia, Tanyosphaeridium + Bourkidinium, Batioladinium + Aprobolocysta, Adnatosphaeridium* bien représentés.

8ème limite (H21-21') : augmentation de *Canningia, Cribroperidinium + Apteodinium* (peu marquée) ; diminution de *Sentusidinium, Cymososphaeridium, Gardodinium + Chlamydophorella, Batiacasphaera* (peu marquée), *Batioladinium + Aprobolocysta, Adnatosphaeridium*

9ème assemblage : *Batiacasphaera, Canningia* (irrégulièrement), *Dingodinium, Spiniferites + Achomosphaera* dominants ; *Cyclonephelium + Aptea, Sentusidinium, Cribroperidinium + Apteodinium, Kiokansium + Taleisphaera* abondants ; *Muderongia + Phoberocysta, Tanyosphaeridium + Bourkidinium, Oligosphaeridium* bien représentés.

9ème limite (H23-25) : augmentation de *Dissiliodinium* (très nette), *Pseudoceratium, Sentusidinium* (peu marqué), *Batioladinium + Aprobolocysta, Cassiculosphaeridia* (irrégulière) ; diminution d'*Exochosphaeridium, Cribroperidinium + Apteodinium* (peu marquée).

10ème assemblage : *Batiacasphaera, Cyclonephelium + Aptea, Dingodinium, Dissiliodinium, Canningia* (irrégulièrement) dominants ; *Sentusidinium, Spiniferites + Achomosphaera, Muderongia + Phoberocysta, Cassiculosphaeridia* (irrégulièrement), abondants ; *Cribroperidinium + Apteodinium, Kiokansium + Taleisphaera, Oligosphaeridium, Pseudoceratium, Kleithriasphaeridium* bien représentés.

10ème limite (H39-40) : augmentation de *Spiniferites + Achomosphaera, Muderongia + Phoberocysta* ; diminution de *Dissiliodinium* (très nette), *Sentusidinium, Cassiculosphaeridia* (en dominances).

11ème assemblage : *Batiacasphaera, Canningia* (irrégulièrement), *Cyclonephelium + Aptea* (irrégulièrement), *Dingodinium, Spiniferites + Achomosphaera, Muderongia + Phoberocysta* (irrégulièrement) dominants ; *Oligosphaeridium, Pseudoceratium, Kiokansium + Taleisphaera, Cassiculosphaeridia* abondants ; *Tanyosphaeridium + Bourkidinium, Batioladinium + Aprobolocysta* bien représentés.

11ème limite (H44-45) : augmentation de *Tanyosphaeridium + Bourkidinium* (nette), *Ctenidodinium, Dissiliodinium, Spiniferites + Achomosphaera* (peu marquée), *Cymososphaeridium* ; diminution de *Pseudoceratium* (nette), *Cribroperidinium + Apteodinium, Muderongia + Phoberocysta* (surtout en dominances), *Kiokansium + Taleisphaera.*

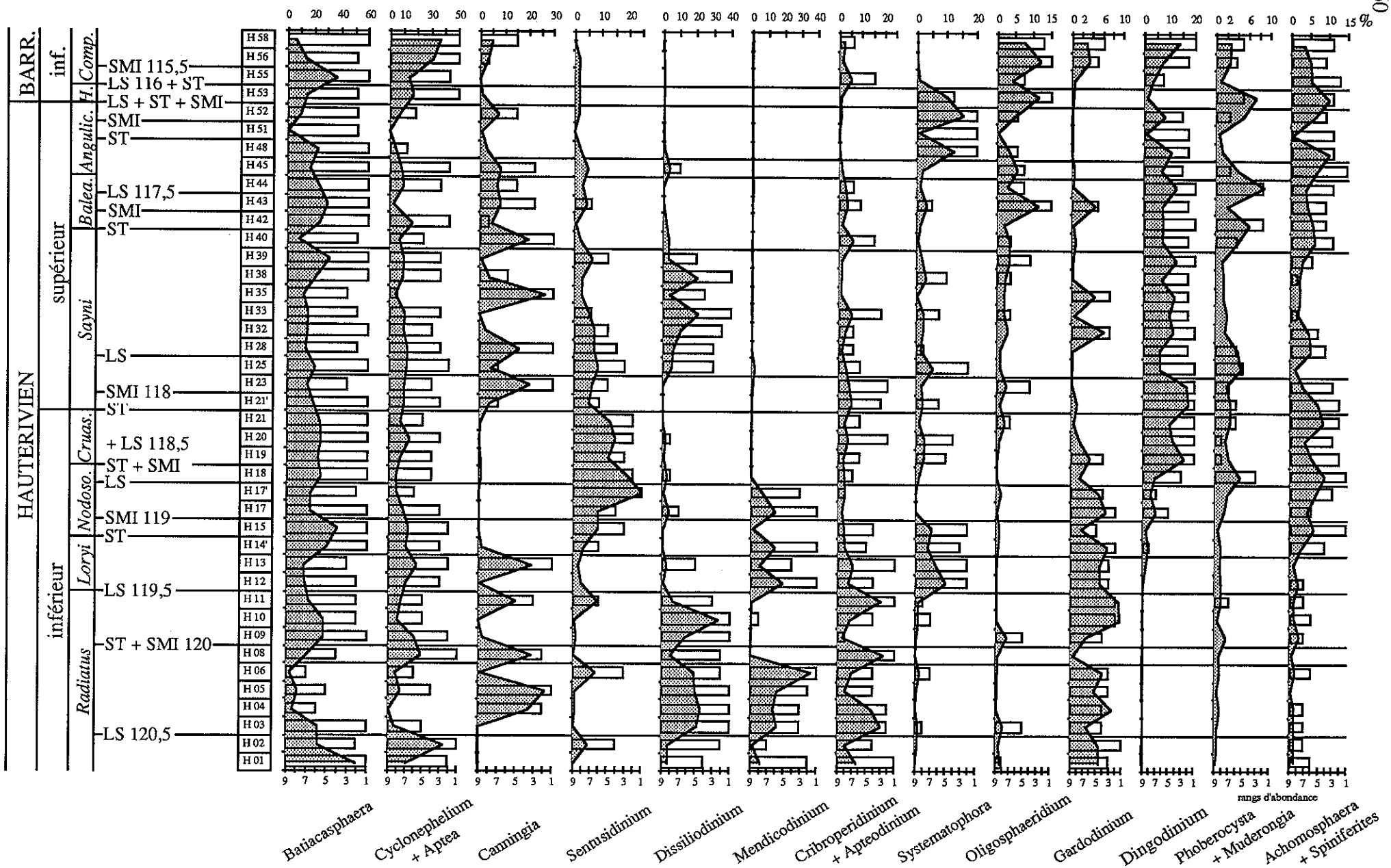


Fig. 73 : Coupe de Vergons ; variations des fréquences relatives (aires) et des rangs d'abondance (histogrammes) des principaux genres de dinokystes.

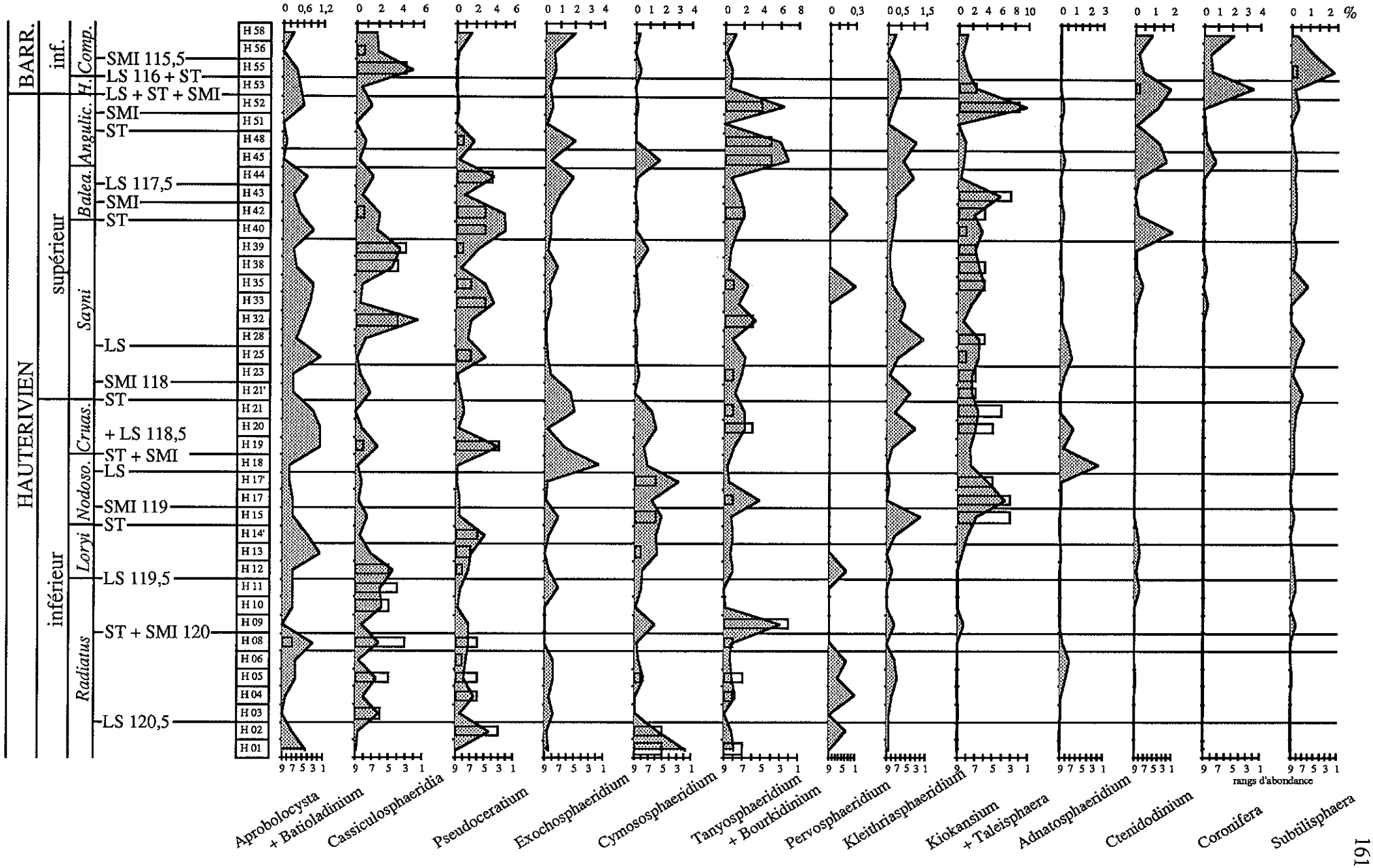

HAUTERIVIEN
BARR.
inférieur
supérieur
inf.
Radiatus
Loryi
Nodoso.
Cruas.
Sayni
Balea.
Angulic.
H.
Comp.
SMI 115,5
LS 116 + ST
LS + ST + SMI
SMI
ST
LS 117,5
SMI
ST
LS
SMI 118
ST
+ LS 118,5
ST + SMI
LS
SMI 119
ST
LS 119,5
ST + SMI 120
LS 120,5
H 58
H 56
H 55
H 53
H 52
H 51
H 48
H 45
H 44
H 43
H 42
H 40
H 39
H 38
H 35
H 33
H 32
H 28
H 25
H 23
H 21'
H 21
H 20
H 19
H 18
H 17'
H 17
H 15
H 14'
H 13
H 12
H 11
H 10
H 09
H 08
H 06
H 05
H 04
H 03
H 02
H 01
%
rangs d'abondance
Aprobolocysta + Batioladinium
Cassiculosphaeridia
Pseudoceratium
Exochosphaeridium
Cymososphaeridium
Tanyosphaeridium + Bourkidinium
Pervosphaeridium
Kleithriasphaeridium
Kiokansium + Taleisphaera
Adnatosphaeridium
Ctenidodinium
Coronifera
Subtilisphaera

Fig. 73 : Suite.

12ème assemblage : *Batiacasphaera, Cyclonephelium + Aptea, Canningia, Dingodinium, Spiniferites + Achomosphaera* dominants ; *Oligosphaeridium, Bourkidinium + Taleisphaera* abondants ; *Dissiliodinium, Ctenidodinium, Cymososphaeridium, Coronifera* bien représentés.

12ème limite (H45-48) : augmentation de *Systematophora* (nette) ; diminution de *Canningia, Cyclonephelium + Aptea, Dissiliodinium, Sentusidinium, Cymososphaeridium.*

13ème assemblage : *Batiacasphaera, Systematophora, Dingodinium, Spiniferites + Achomosphaera* dominants ; *Tanyosphaeridium + Bourkidinium, Oligosphaeridium* (irrégulièrement) abondants ; *Ctenidodinium* (irrégulièrement), *Muderongia + Phoberocysta* (irrégulièrement) bien représentés.

13ème limite (H52-53) : augmentation de *Cyclonephelium + Aptea, Coronifera* (nette), *Oligosphaeridium, Coronifera* ; diminution de *Tanyosphaeridium + Bourkidinium* (nette), *Dingodinium, Systematophora.*

14ème assemblage : *Batiacasphaera, Cyclonephelium + Aptea, Oligosphaeridium, Spiniferites + Achomosphaera* dominants ; *Sentusidinium, Muderongia + Phoberocysta* abondants ; *Ctenidodinium, Coronifera* bien représentés.

14ème limite (H53-55) : augmentation de *Subtilisphaera, Cassiculosphaeridia, Cribroperidinium + Apteodinium, Cyclonephelium + Aptea* (en fréquences relatives), *Dingodinium, Gardodinium + Chlamydophorella* ; diminution de *Systematophora, Muderongia + Phoberocysta, Ctenidodinium, Kiokansium + Taleisphaera.*

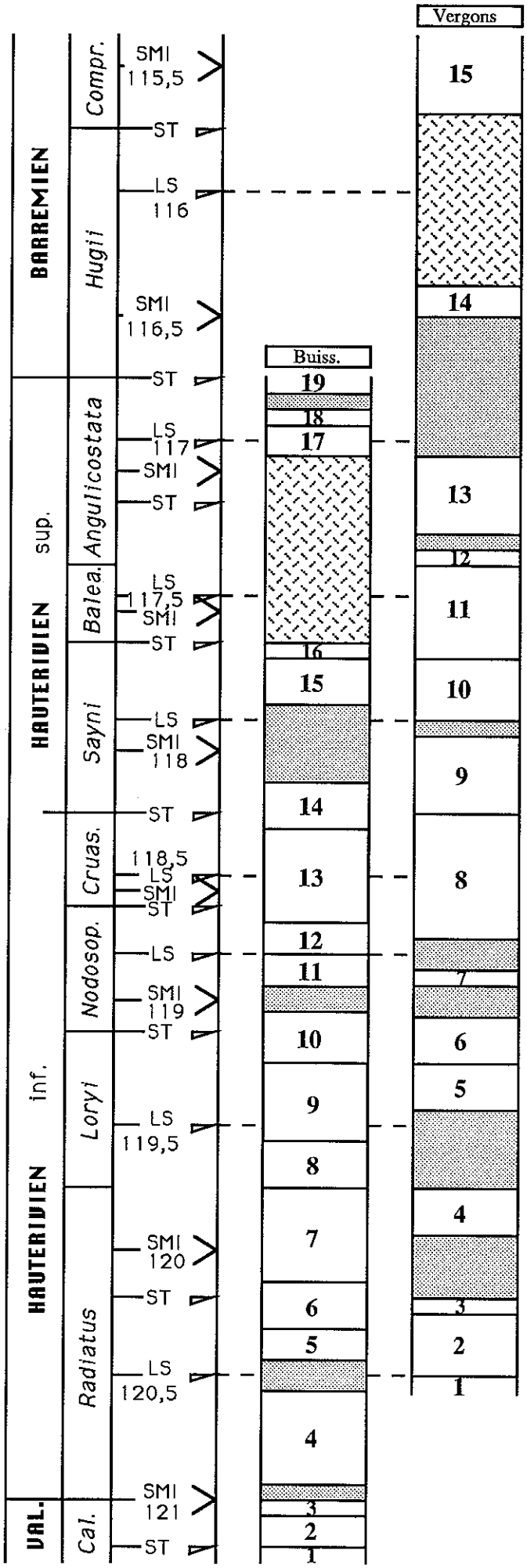
15ème assemblage : *Batiacasphaera, Cyclonephelium + Aptea, Oligosphaeridium, Spiniferites + Achomosphaera* dominants ; *Muderongia + Phoberocysta, Gardodinium + Chlamydophorella, Cassiculosphaeridia* abondants ; *Systematophora, Cribroperidinium + Apteodinium, Coronifera* bien représentés.

1.4 - Discussion

Abstraction faite des sections non communes aux deux affleurements, la grande majorité des limites palynologiques reconnues au niveau générique se retrouve sur les deux coupes et ce, de façon nettement synchrone. En effet, toutes les limites décelées apparaissent au sein des mêmes zones d'Ammonites et entre les mêmes événements de la stratigraphie séquentielle.

Ramenée à une échelle de temps commune, la position stratigraphique de ces limites est illustrée par la figure 74. Les numéros reportés sur cette figure correspond à la numérotation des assemblages définis plus haut pour chacune des deux coupes. Lorsque le dernier et le premier échantillon de deux assemblages palynologiques successifs se trouvent de part et d'autre d'une discontinuité de la stratigraphie séquentielle, le figuré de la limite palynologique a volontairement été élargi pour montrer que le pas d'échantillonnage ne permet pas de savoir si cette limite se place avant, après ou est synchrone avec cette discontinuité séquentielle. C'est par exemple le cas des assemblages 4 et 5 aux Buissières qui s'étendent de part et d'autre de la LS120,5, sans que l'on puisse préciser si la limite palynologique entre ces deux associations se trouve avant, après ou sur la limite de séquence.

Si l'on ne tient pas compte de la différence qualitative des contenus palynologiques des assemblages définis dans les coupes de Vergons et des Buissières, on peut estimer que :



- l'assemblage **4** des Buissières peut être considéré comme synchrone de l'assemblage **1** de Vergons,

- l'assemblage **5** des Buissières peut être considéré comme synchrone de l'assemblage **2** de Vergons,

- l'assemblage **6** des Buissières peut être considéré comme synchrone de l'assemblage **3** de Vergons,

- l'assemblage **7** des Buissières peut être considéré comme synchrone de l'assemblage **4** de Vergons,

- l'équivalent de l'assemblage **8** des Buissières n'a pas pu être observé à Vergons car il se situe intégralement dans la lacune d'échantillonnage entre les assemblages 4 et 5 de Vergons,

- l'assemblage **10** des Buissières peut être considéré comme synchrone de l'assemblage **6** de Vergons,

- l'assemblage **11** des Buissières peut être considéré comme synchrone de l'assemblage **7** de Vergons,

- l'assemblage **12** des Buissières ne semble pas avoir d'équivalent à Vergons,

- l'assemblage **13** des Buissières peut être considéré comme synchrone de l'assemblage **8** de Vergons,

- l'assemblage **14** des Buissières peut être considéré comme synchrone **9** de Vergons,

- l'assemblage **15** des Buissières peut être considéré comme synchrone de l'assemblage **10** de Vergons,

Fig. 74 : Comparaison, avec une échelle de temps commune, de la position des limites d'assemblages génériques entre les coupes des Buissières et de Vergons. [les numéros correspondent aux numéros des assemblages définis pour chacune des coupes dans le texte].

Intervalle d'incertitude pour la localisation d'une limite entre deux assemblages palynologiques : dû à un pas d'échantillonnage trop lâche, ou à un faible taux de sédimentation.

Lacune d'observation.

– – Limite de séquence.

- l'assemblage **16** des Buissières peut être considéré comme synchrone de l'assemblage **11** de Vergons,

- les équivalents des assemblages **17, 18, 19** des Buissières et **12, 13** de Vergons n'ont pas pu être observés car ceux-ci correspodent à des lacunes d'observation ou d'échantillonnage sur l'une ou l'autre de ces coupes.

La comparaison du contenu palynoplanctonique des assemblages définis ici sera développée dans un paragraphe ultérieur (*cf.* chapitre VIII).

Préalablement, l'étude de ces assemblages est abordée ci-dessous au niveau spécifique afin de cerner avec plus de précision quels sont les taxons qui composent de façon déterminante ces associations.

2 - ETUDE AU NIVEAU SPÉCIFIQUE

2.1 - Diversité spécifique

De même que pour les Microforaminifères (*cf.* p. 129), la diversité spécifique a été approchée à la fois avec le **nombre total d'espèces** (ou sous-espèces) recensé dans un échantillon et l'**indice de diversité** (calculé) de SHANNON-WIENER : H(s) (voir le chapitre V, "Méthodologie").

On notera qu'il existe, pour les deux coupes, une bonne correspondance entre H(s) et le nombre des espèces et/ou sous-espèces recensées (fig. 75A et 76A).

Il est difficile de déceler sur ces courbes des hiatus significatifs dans l'évolution chronologique des paramètres de diversité. Les seules limites dégageables se manifestent sur la coupe des Buissières, entre les niveaux Bu09-10 (ST, zone à *Callidiscus*), Bu12-12' (IT, zone à *Callidiscus*), Bu24'-25 (LS120,5, zone à *Radiatus*), Bu25'-26 (PBP, zone à *Radiatus*). Il est intéressant de noter que chacuns de ces brusques changements de diversité correspond à une limite d'assemblage générique.

Globalement, la série des Buissières montre une diversité assez monotone, avec un minimum entre la surface de transgression STCal. et la limite de séquence LS120,5 ainsi que dans les calcaires massifs du sommet de la coupe (représentés par l'échantillon Bu47).

A Vergons, au contraire, la diversité spécifique montre une nette tendance à l'augmentation durant tout l'Hauterivien inférieur, pour ensuite se stabiliser (Hauterivien supérieur) et diminuer à partir du Barrémien.

Les valeurs de H(s) ainsi que le nombre des taxons recensés par niveau sont en moyenne nettement plus élevés à Vergons qu'aux Buissières.

Comparée avec celles de Vergons et des Buissières, la diversité spécifique le long de la coupe de Châtel-St-Denis (domaine pélagique ; POURTOY, 1989, fig. 22) ne présente que peu d'analogies avec ses homologues vocontiennes. A Châtel-St-Denis comme à Vergons, les valeurs les plus faibles s'observent globalement durant l'Hauterivien inférieur mais, contrairement à Vergons, la diversité spécifique des dinokystes ne diminue pas au début du Barrémien : la lithologie du Barrémien basal de chacune de ces coupes ne présente pourtant

aucune différence notable. Notons également que la moyenne du nombre de formes recensées par échantillon se situe à Châtel-St-Denis entre celle des Buissières et celle de Vergons.

Il semble donc que l'on puisse en déduire une diversité spécifique des kystes de Dinoflagellés plus importante vers le bassin qu'au niveau de la plate-forme externe. Cette conclusion corrobore les résultats de WILLIAMS & SARJEANT (1967), DAVEY (1970, p. 344), WALL *et al.* (1977, p. 190), GOODMAN (1979, p. 186), LISTER & BATTEN (1988, p. 64)... qui ont eux aussi remarqué que, tant dans les sédiments fossiles que récents, les populations de dinokystes sont plus diversifiées (plus grand nombre de taxons) dans les environnements distaux (milieux océaniques francs) que dans les milieux proximaux (domaines de plate-forme).

Malgré le caractère généralisé de cette conclusion, l'interprétation des courbes de diversité des séries de bassin doit, lorsqu'elle s'applique à des événements ayant une échelle égale ou inférieure à celle des cycles de 3ème ordre, être effectuée avec une extrême prudence puisque dans ces milieux l'éloignement à la côte varie rarement de façon significative. Des facteurs autres que la distalité sont donc à considérer pour la compréhension de ces fluctuations. Il est fort probable que les effets du climat (entre autres) viennent se surimposer à ceux des variations d'éloignement à la côte. On peut toutefois se demander si le climat a suffisamment changé au cours de l'Hauterivien pour avoir une influence (hypothétique) sur la diversité.

Si l'on raisonne au niveau des cycles de 2ème ordre, les variations observées dans les courbes de diversité spécifique peuvent être analysées de façon plus globale. Ainsi, les figures 75 et 76 montrent une nette augmentation de la diversité spécifique à partir de la fin du Valanginien supérieur (bien visible aux Buissières entre le sommet de la zone à *Callidiscus* et le milieu de la zone à *Radiatus*). Les valeurs de diversité semblent globalement se stabiliser : à partir du milieu de la zone à *Radiatus* aux Buissières, et à partir de la zone à *Sayni* à Vergons. Aux Buissières comme à Vergons (mais dans des proportions moindres), les valeurs de la diversité spécifique diminuent sensiblement à partir de la zone à *Angulicostata*. Reliées aux cycles séquentiels d'ordre 2, ces variations peuvent être interprétées comme un approfondissement du milieu à partir du Valanginien supérieur, puis, la vitesse de remontée du niveau marin se ralenti, se stabilise, puis l'espace d'accomodation diminue (c'est à ce moment là que se développent les cortèges progradants). Si cette hypothèse est correcte, il semblerait que le maximum de l'espace d'accomodation ait d'abord été atteint aux Buissières (zone à *Radiatus*) puis à Vergons (zone à *Sayni*). Un période de stabilité semble avoir suivie, puis la brusque chute de la diversité au sommet de la zone à *Angulicostata* indique sans doute une forte réduction de l'espace d'accomodation (plus forte aux Buissières qu'à Vergons), marquant probablement le début des cortèges progradants de 2ème ordre.

2.2 - Indice de dominance

Cet indice a été évalué suivant la formule adoptée par GOODMAN (1979, p. 184) :

$$\textbf{Dominance} = \frac{N_1 + N_2}{N_t}$$

où N_1 correspond au nombre de représentants de l'espèce la plus abondante dans un échantillon, et où N_2 est le nombre de

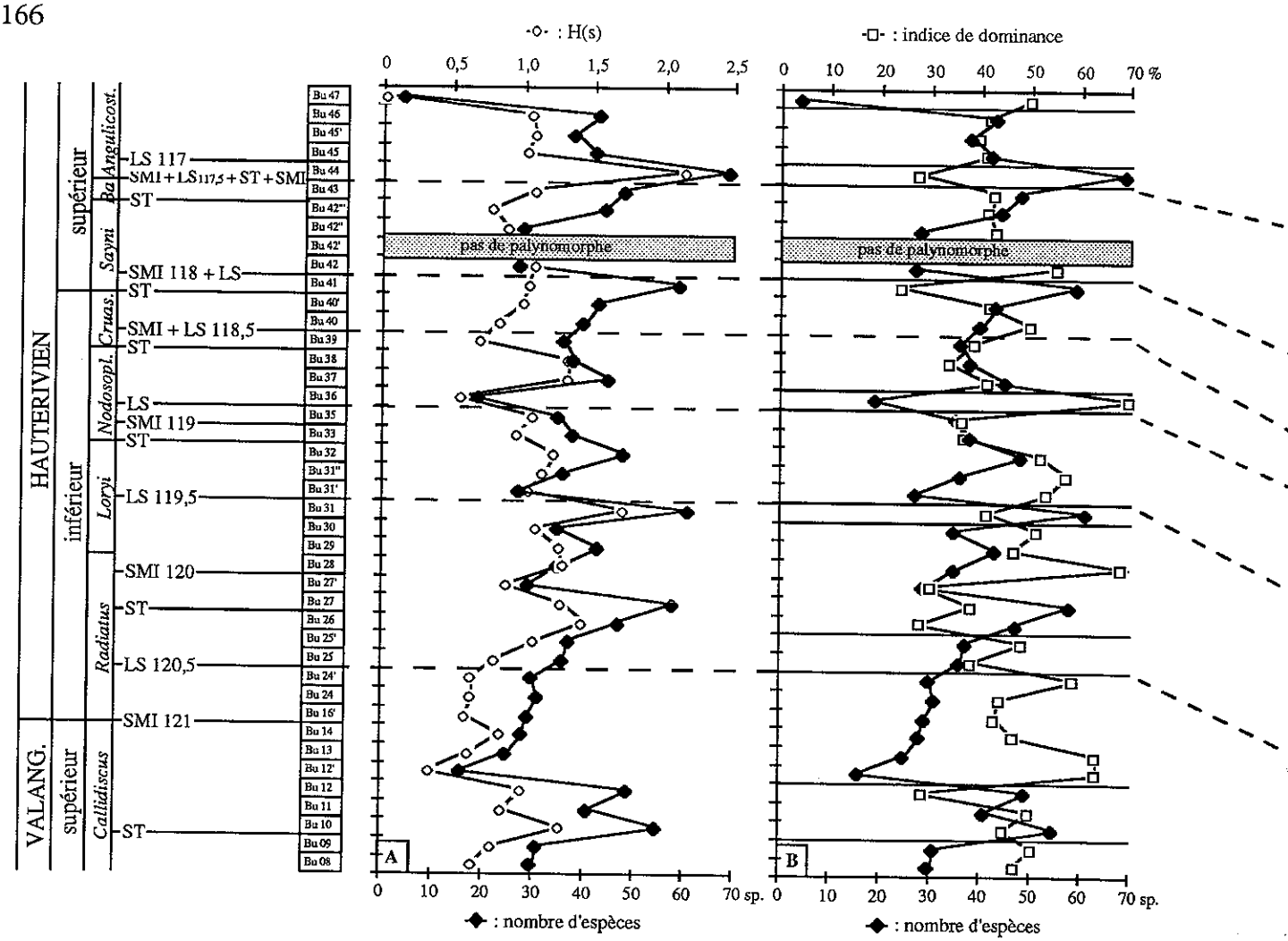


Fig. 75 : Coupe des Buissières ; **A**) Evolution de la diversité [H(s) = diversité spécifique]. - **B**) Comparaison entre l'indice de dominance et le nombre d'espèces de dinokystes.

spécimens de la seconde espèce la plus abondante dans cet échantillon. N_t représente le nombre total de spécimens comptés dans le même échantillon. Le résultat peut se traduire en pourcentage, exprimant alors la proportion des deux espèces les mieux représentées pour un niveau donné.

Pour mieux individualiser les intervalles dans la courbe de dominance, celle-ci a été juxtaposée à la courbe de diversité spécifique (nombre total d'espèces recensé par échantillon) ; le paramètre de diversité évoluant généralement de façon inverse par rapport à celui de dominance (GOODMAN, 1979, p. 184).

Les courbes de dominance des dinokystes des Buissières et de Vergons sont reportées sur les figures 75B et 76B.

En premier lieu, l'antagonisme entre la diversité spécifique et l'indice de dominance apparaît se vérifier de façon assez nette à Vergons comme aux Buissières. Allant dans le sens des observations de GOODMAN (*ibid.*) ceci s'oppose aux conclusions de POURTOY (1989) et LISTER & BATTEN (1988).

Pour l'une comme pour l'autre des coupes étudiées ici, les brusques fluctuations n'affectant qu'un échantillon sur une série de points rendent très difficile la délimitation des

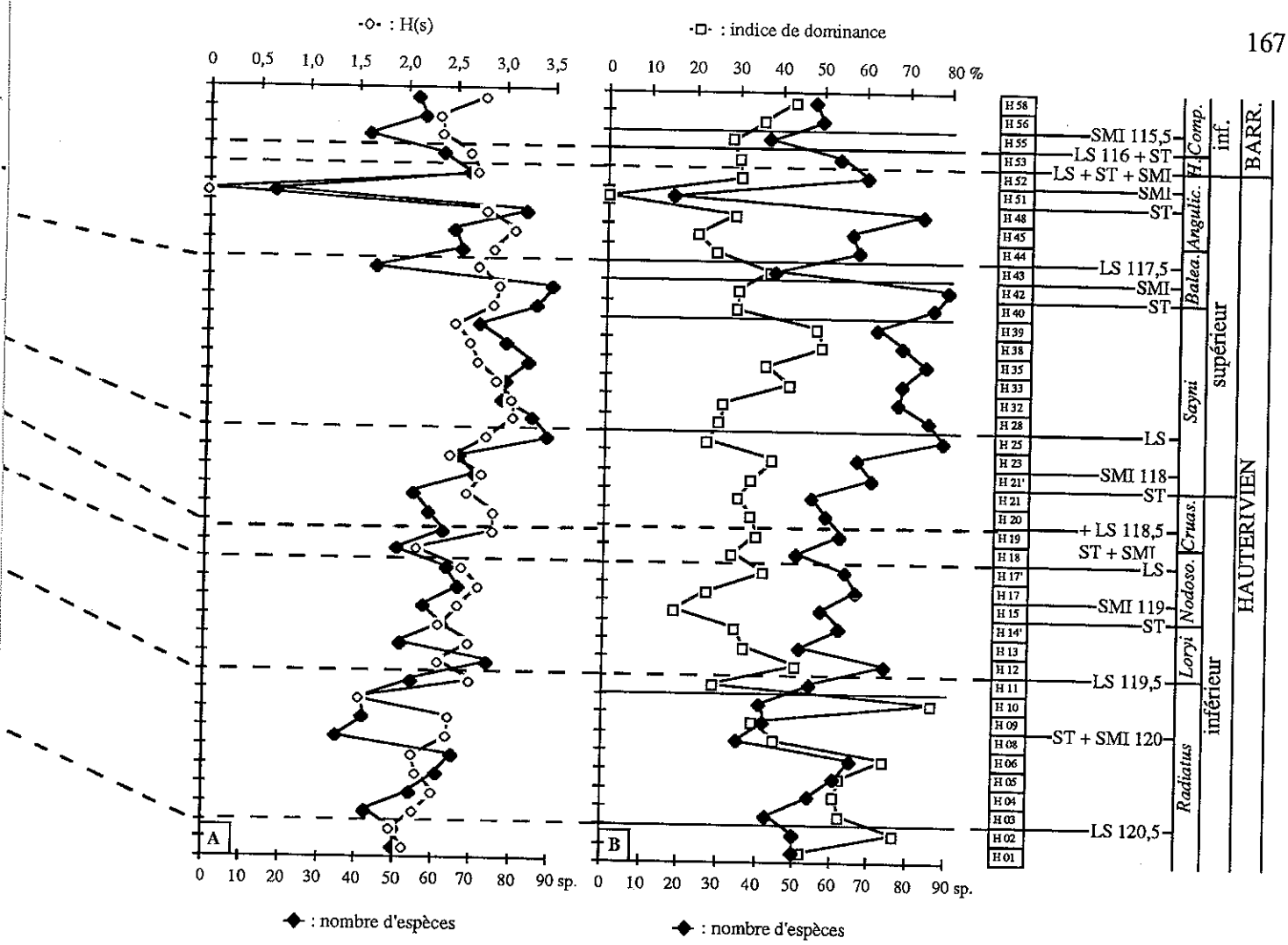


Fig. 76 : Coupe de Vergons ; **A**) Evolution de la diversité [H(s) = diversité spécifique]. - **B**) Comparaison entre l'indice de dominance et le nombre d'espèces de dinokystes.

intervalles de dominance. Les limites patentes (figurées par des traits horizontaux : fig. 75-76), coïncident souvent, mais pas systématiquement, avec des limites d'assemblages génériques. Les limites passant entre les points Bu12 et Bu12' (IT, zone à *Callidiscus*) aux Buissières et H23-H25 (PHN, zone à *Sayni*) à Vergons en sont des exemples . Par contre, la très nette limite de dominance entre les niveaux H42 et H43 (IT/PHN, zone à *Balearis*) de Vergons se situe au milieu de l'assemblage générique n° 11.

Si la valeur du nombre d'espèces par échantillon est comparable d'une coupe à l'autre, il n'en est pas de même pour la valeur de l'indice de dominance ; ceci du fait que les pourcentages n'ont pas été calculés de façon identique pour les deux coupes. Le sens de variation de chacune de ces valeurs reste cependant tout à fait comparable.

La comparaison avec les valeurs fournies par POURTOY (1989, fig. 23) souffre de la même restriction. Aucune analogie n'est décelable entre la courbe de dominance des dinokystes le long de la coupe de Châtel-St-Denis et celles des deux séries vocontiennes.

2.3 - Spectres spécifiques

Parmi les genres utilisés pour l'établissement des assemblages génériques, la majorité

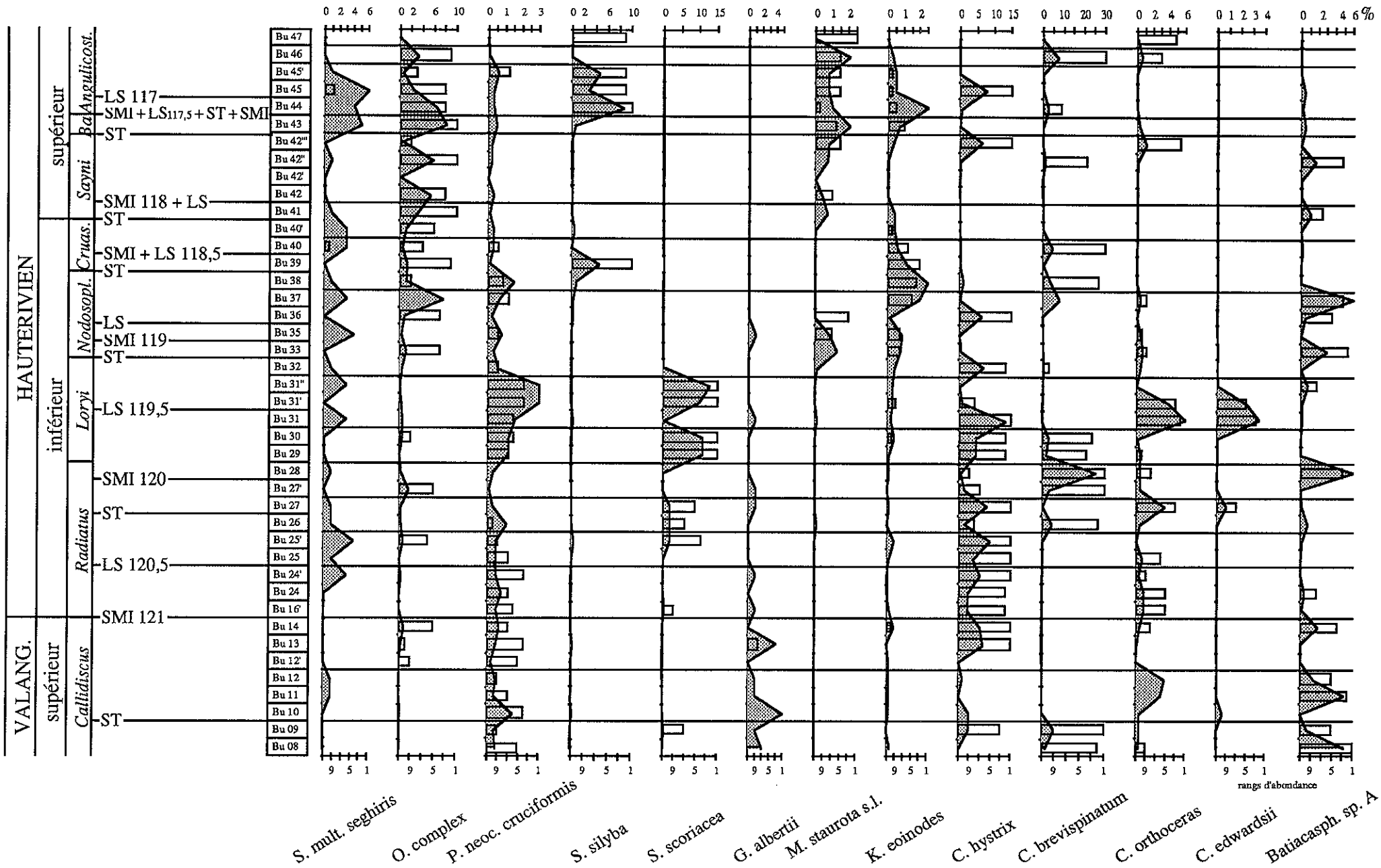


Fig. 77 : Coupe des Buissières ; variations des fréquences relatives (aires) et des rangs d'abondance (histogrammes) de quelques espèces de dinokystes.

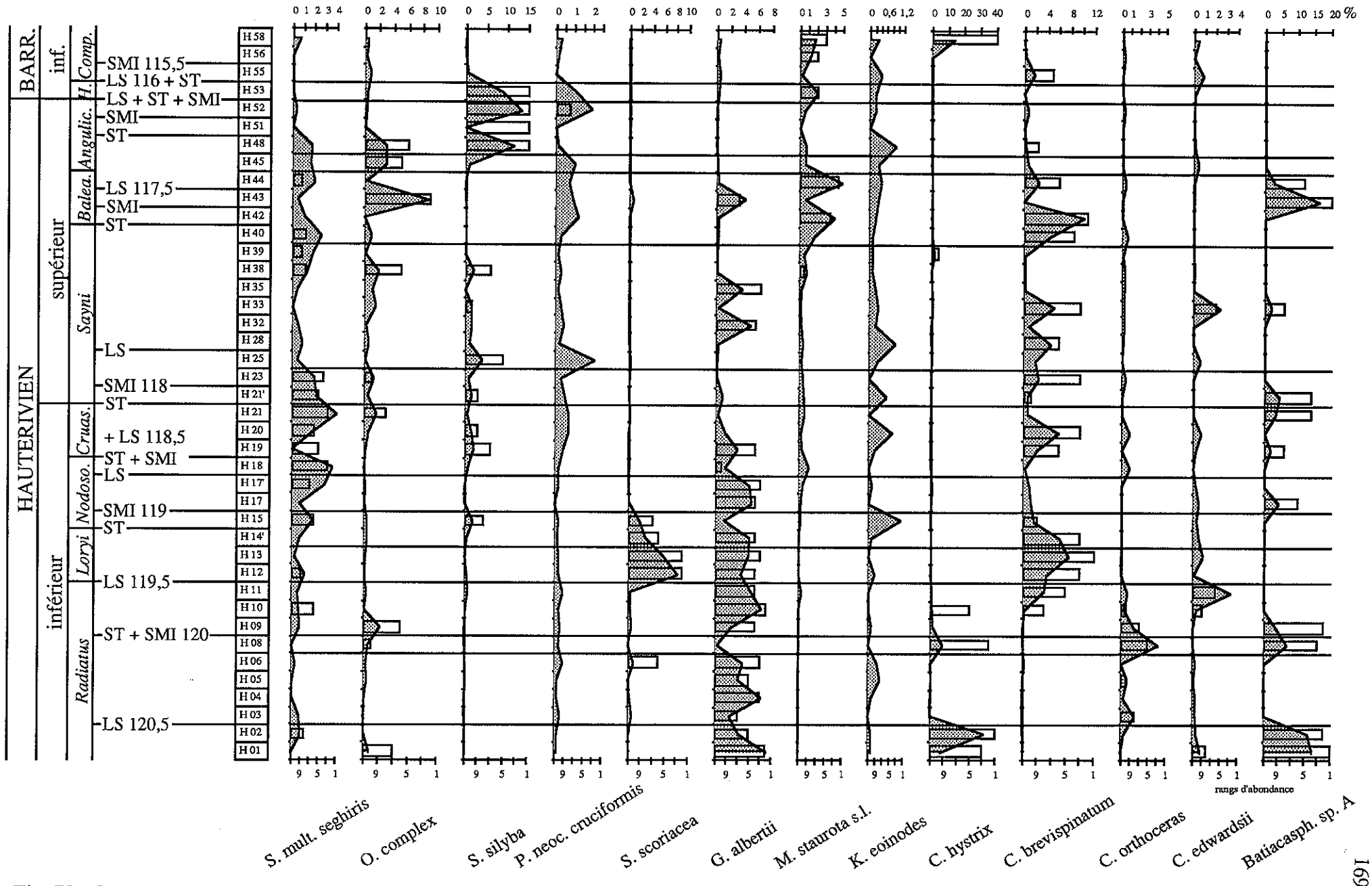


Fig. 78 : Coupe des Vergons ; variations des fréquences relatives (aires) et des rangs d'abondance (histogrammes) de quelques espèces de dinokystes.

					Rangs de dominance						intervalles de dominance
					1	2	3	4	5	6	
HAUTERIVIEN	supérieur	*Angulicostata*		Bu47	M. stau.	S. silyb.	C. ortho.	K. polyp.	P. pellif.		VII *S. silyba*
				Bu46	C. brevi.	O. comp.	S. perlu.	T. hydra	M. stau.	D. cerv.	VI *O. complex* + *D. cerviculum* + *S. silyba* (+ *Tanyo.* spp)
				Bu45'	O. aster.	S. silyb.	K. polyp.	D. cerv.	M. stau.	C. elega.	
			LS 117 + ST + SMI	Bu45	C. hystr.	S. silyb.	O. comp.	O. aster.	M. stau.	D. cerv.	
				Bu44	S. silyb.	R. aptia.	O. comp.	T. regul.	D. cerv.	D. globu.	
		Ba	SMI + LS 117,5	Bu43	O. comp.	D. globu.	K. polyp.	D. cerv.	C. valid.	M. stau.	V *K. polypes* + *O. complex* + *D. cerviculum*
		Sayni	ST	Bu42'''	C. hystr.	C. ortho.	R. aptia.	D. cerv.	M. stau.	P. pellif.	
				Bu42''	O. comp.	K. polyp.	C. brevi.	D. globu.	D. cerv.	M. toma.	
				Bu42'	stérile en palynomorphes						
			SMI 118 + LS	Bu42	K. polyp.	P. pellif.	O. comp.	D. cerv.	O. aster.	S. ramo.	
				Bu41	O. comp.	P. pellif.	K. polyp.	O. aster.	D. globu.	S. lenzii	
			ST	Bu40'	C. vann.	D. globu.	P. pellif.	H. pulch.	O. comp.	K. polyp.	
	inférieur	*Cruasen.*		Bu40	C. brevi.	K. polyp.	A. caull.	D. cerv.	C. sepi.	K. eoino.	
			LS 118,5 + SMI	Bu39	S. silyb.	O. comp.	K. eoino.	C. vann.	K. polyp.	P. pellif.	
			ST	Bu38	D. globu.	C. brevi.	K. polyp.	K. eoino.	C. dense.	C. magna	
		Nodosoplicat.		Bu37	C. brevi.	O. comp.	K. polyp.	K. eoino.	C. valid.	P. cruci.	
			LS	Bu36	C. hystr.	K. polyp.	M. stau.	O. comp.	C. valid.	P. pellif.	
			SMI 119	Bu35	C. valid.	C. hirte.	A. caull.	M. exte.	D. cerv.	O. divid.	
			ST	Bu33	K. polyp.	C. dense.	O. comp.	D. cerv.	C. valid.	M. exte.	
		Loryi		Bu32	K. polyp.	C. hystr.	D. globu.	M. exte.	H. pulch.	D. cerv.	
				Bu31''	S. scori.	C. valid.	D. globu.	P. cruci.	P. "ext."	M. paria.	IV *S. scoriacea* + *C. validum* + *D. globulum* + (*C. hystrix*)
				Bu31'	S. scori.	C. valid.	C. ortho.	P. cruci.	C. edwa.	P. "ext."	
			LS 119,5	Bu31	C. hystr.	C. ortho.	C. edwa.	E. phrag.	C. valid.	P. cruci.	
				Bu30	S. scori.	C. hystr.	C. brevi.	C. valid.	D. globu.	P. cruci.	
				Bu29	S. scori.	C. hystr.	D. globu.	C. brevi.	C. valid.	P. cerat.	
		Radiatus		Bu28	C. brevi.	D. globu.	C. hirte.	C. valid.	C. magna	C. dense.	
			SMI 120	Bu27'	C. brevi.	R. aptia.	D. globu.	O. comp.	C. valid.	C. hystr.	
			ST	Bu27	C. hystr.	C. valid.	C. ortho.	R. aptia.	S. scori.	A. caull.	III *C. hystrix* + *C. validum* + *P. pelliferum* (+ *S. scoriacea*)
				Bu26	D. globu.	C. brevi.	P. pellif.	C. valid.	M. paria.	S. scori.	
				Bu25'	C. hystr.	C. valid.	P. pellif.	S. scori.	O. comp.	A. caull.	
			LS 120,5	Bu25	C. hystr.	C. valid.	C. magna	A. lepid.	P. pseud.	C. ortho.	
				Bu24'	C. hystr.	C. valid.	P. pellif.	P. cruci.	K. polyp.	C. magna	
				Bu24	O. divid.	C. hystr.	C. valid.	P. pellif.	C. ortho.	C. pauci.	
				Bu16'	O. divid.	C. hystr.	C. valid.	C. ortho.	P. cruci.	C. magna	
VALANGINIEN	supérieur	*Callidiscus*	SMI 121	Bu14	C. hystr.	C. valid.	D. globu.	O. comp.	H. pulch.	P. cruci.	II *D. globulum* + *C. validum* + *C. hystrix*
				Bu13	C. hystr.	D. globu.	C. valid.	P. cruci.	P. pseud.	A. caull.	
				Bu12'	D. globu.	C. valid.	H. pulch.	K. polyp.	P. cruci.	P. pseud.	
				Bu12	C. ortho.	C. valid.	D. globu.	P. pseud.	C. hystr.	K. polyp.	
				Bu11	D. globu.	C. ortho.	O. divid.	P. pseud.	C. valid.	P. cruci.	
				Bu10	C. valid.	D. globu.	C. hystr.	P. cruci.	A. caull.	P. pellif.	
			ST	Bu09	C. brevi.	C. valid.	C. hystr.	O. divid.	P. pellif.	S. scori.	I *C. brevispinat.* + *C. validum* + *O. dividuum*
				Bu08	C. brevi.	O. divid.	C. valid.	P. cruci.	K. polyp.	R. aptia.	

Fig. 79 : Coupe des Buissières ; classement des taxons les plus abondants pour chaque niveau (rangs de dominance), et extension des intervalles de dominance.

d'entre eux sont des genres soit monospécifiques (ex. *Cymososphaeridium*), représentés ici par une seule espèce (ex. *Dissiliodinium*, *Mendicodinium*, *Sentusidinium* ...), ou bien dont l'inventaire spécifique est dominé par une seule espèce (ex. *Pseudoceratium*, *Cassiculosphaeridia*, *Kleithriasphaeridium* ..., respectivement dominés par *P. pelliferum*, *C. magna*, *K. eoinodes*).

Certains genres tels que *Systematophora* ou *Oligosphaeridium* sont dominés par une

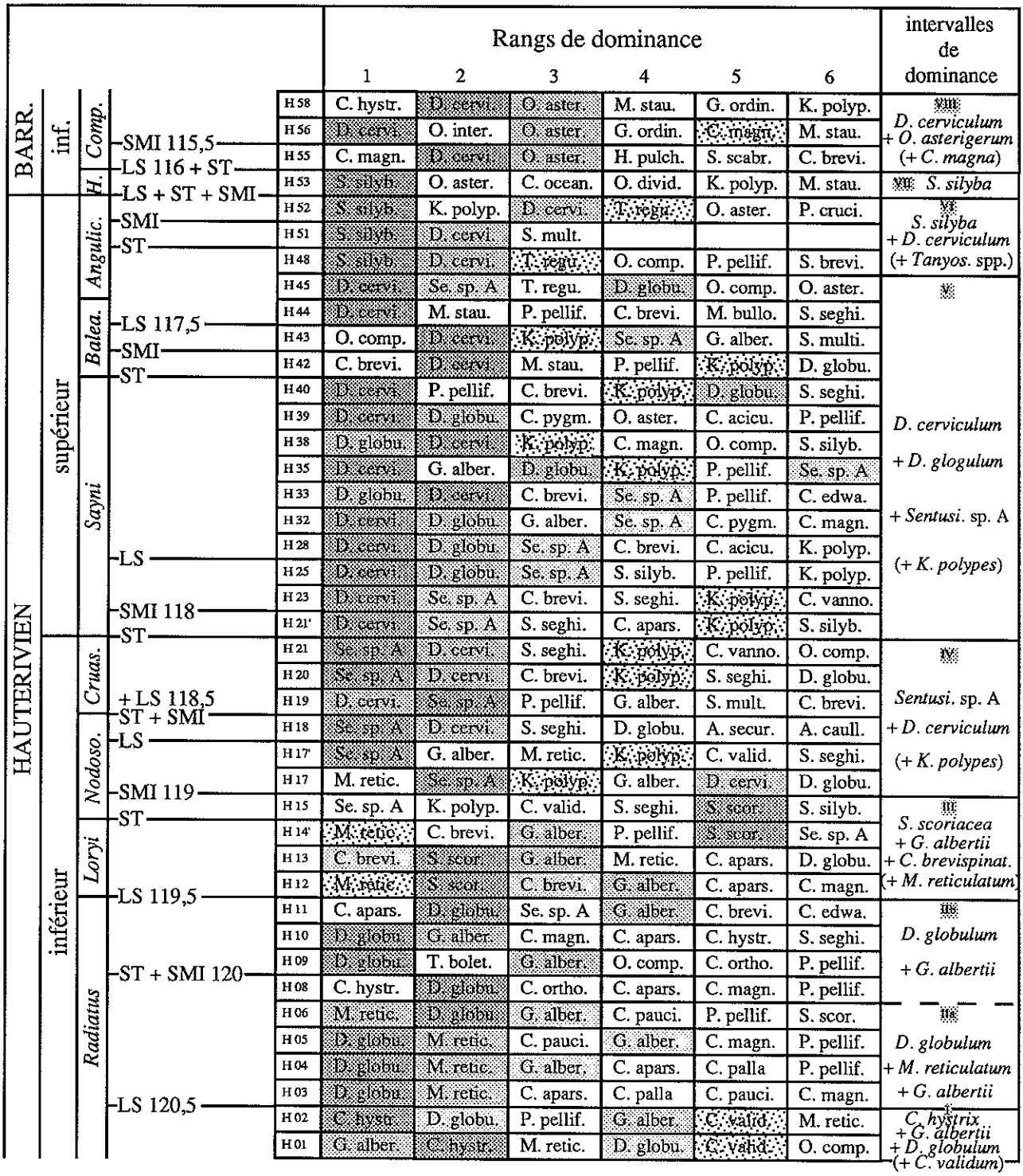


Fig. 80 : Coupe de Vergons ; classement des taxons les plus abondants pour chaque niveau (rangs d'abondances), et extension des intervalles de dominance.

seule espèce à la fois (ex. *S. scoriacea* puis *S. silyba* ; *O. dividuum* puis *O. complex*). Le contrôle spécifique de ces genres peut alors se faire directement sur les diagrammes de répartition stratigraphiques des espèces (tab. A-A', B-B').

D'autres genres, tels que *Cyclonephelium*, *Cribroperidinium*, *Spiniferites*, *Muderongia* ... sont représentés par des espèces se trouvant simultanément prépondérantes. Pour ces genres, le seul moyen de savoir quelles sont les espèces qui dominent les spectres génériques

est d'illustrer individuellement les spectres spécifiques des espèces représentant ces genres.

Suite à ces considérations, les spectres spécifiques de seulement quelques espèces (choisies parmi les genres montrant des cas de "co-dominance") ont été illustrés sur les figures 77 et 78. Comme pour l'étude au niveau générique, les spectres spécifiques ont été représentés à la fois par les fréquences relatives et les rangs de dominance.

Pour les raisons exposées plus haut (la majorité des genres ne développe qu'une seule espèce dominante à la fois), les limites palynologiques dégagées au niveau génériques restent inchangées. Une seule limite nouvelle apparaît : entre les niveaux H42 et H43 (IT/PHN, zone à *Balearis*) à Vergons, scindant l'intervalle générique n° 11 en "11a" et "11b". Cette limite se marque par la diminution de *Cyclonephelium brevispinatum* et *Ctenidodinium elegantulum*, ainsi que l'augmentation d'*Oligosphaeridium complex*, *Batiacasphaera* sp. A et *Gardodinium albertii*.

Les spectres spécifiques des figures 77 et 78 permettent par exemple de préciser que pour les intervalles 5 et 6 à Vergons et 8 et 9 aux Buissières, le genre *Systematophora* est dominant grâce à l'explosion de *S. scoriacea*.

De même, la dominance de *Cyclonephelium* + *Aptea* dans l'assemblage générique n° 1 à Vergons est due presque exclusivement à *Cyclonephelium hystrix*, alors que la dominance de ces genres dans l'assemblage n° 5 est attribuable à *C. brevispinatum*.

Il apparaît donc qu'en ce qui concerne la reconnaissance des assemblages de dinoflagellés, le fait de pousser la détermination des dinokystes au delà du niveau générique n'apporte qu'une précision mineure.

Nous allons tout de même profiter du fait que les taxons composant les assemblages de dinokystes sont connus au niveau spécifique pour définir des intervalles de dominance ayant valeur de "super-assemblages". Pour déterminer ces ensembles, ont été considérés les taxons qui sur plusieurs assemblages successifs sont soit dominants, soit remarquables par leur présence, bien que celle-ci ne soit pas quantitativement importante. Notons que pour cette approche, à l'exception de *Sentusidinium* sp. A, les espèces appartenant aux genres *Bartiacasphaera*, *Canningia*, *Sentusidinium* n'entrent pas en compte dans le classement effectué. Les limites ainsi que les espèces marquantes de ces "super-assemblages" sont illustrées sur les figures 79 et 80 (respectivement pour les séries des Buissières et de Vergons). La comparaison entre les "super-assemblages" de ces coupes sera discutée au cours du chapitre suivant.

2.4 - Analyse factorielle

L'estimation des assemblages palynologiques à l'aide des fréquences relatives et des rangs d'abondance garde une part non négligeable de subjectivité, car le positionnement des limites palynologiques se base sur des taxons choisis par l'observateur. Il était donc intéressant de tenter l'utilisation d'une méthode mathématique, intégrant les proportions d'un grand nombre de taxons.

Ainsi, deux types d'analyse factorielle (analyse multivariable) ont été tentés sur le matériel palynoplanctonique des Buissières et de Vergons.

a) Rappel de la méthode

Cette méthode passe par 3 stades importants : la **collecte des données**, la **comparaison mathématique des données**, l'**interprétation**.

L'analyse factorielle proprement dite consiste à comparer tous les échantillons entre eux et à calculer un coefficient de corrélation entre ces échantillons. Le modèle mathématique utilisé est celui préconisé par IMBRIE & KIPP (1971) dont deux options de calcul ont été effectuées : l'une appelée ici option "simple", l'autre "percent-range".

Dans le premier cas (option "simple"), les données de base sont ramenées à un pourcentage calculé d'après le nombre d'échantillons pour chacun des niveaux, de façon indépendante d'un niveau à l'autre.

Dans le second cas (option "percent-range"), les données de base sont ramenées à une proportion calculée d'après le nombre d'échantillons pour chaque niveau (pourcentage), en tenant compte pour chaque échantillon de ses valeurs extrêmes (la plus forte et la plus faible) sur l'étendue de la matrice.

Les échantillons présentant une bonne corrélation entre eux sont regroupés au sein d'un certain nombre de facteurs dont la variance est d'autant meilleure que la corrélation entre les échantillons qu'il représente est bonne.

La description et l'interprétation des résultats obtenus seront faites pour chacune de ces options de calcul.

Les pourcentages de chaque taxon ont été choisis ici comme données de base.

b) Mise en application

Pour chaque coupe, une matrice composée de 60 taxons et du nombre des niveaux a été constituée. Le programme informatique employé pour l'analyse factorielle limitait le nombre des échantillons à 60. De ce fait, seules les espèces les mieux représentées ont été utilisées, et d'autres ont été regroupées. Les 60 mêmes taxons ont été utilisés pour les deux coupes.

Les valeurs constituant les données de base sur lesquelles ont été opérées les analyses factorielles sont les pourcentages tels qu'ils ont été calculés pour l'étude des fréquences relatives.

Une fois que toutes les opérations mathématiques sont terminées, le résultat de l'analyse factorielle se présente sous la forme de tableaux (tab. A.13-16) où sont reportés le poids statistique de chaque facteur (ici au nombre de 10) pour chaque niveau (matrice "Varimax Factor") et le poids statistique de chaque taxon dans la composition des facteurs (matrice "Varimax Factor Score").

c) Description des résultats

Les valeurs indiquant le poids statistique de chaque facteur en fonction de la stratigraphie sont illustrées par les figures 81, 83, 85 et 87. Le poids statistique de chaque taxon au sein d'un facteur est représenté par les figures 82, 84, 86 et 88.

Les limites des assemblages reconnus à partir de chaque analyse factorielle ont été placées là où le poids statistique des facteurs montre de brusques variations. Cette démarche

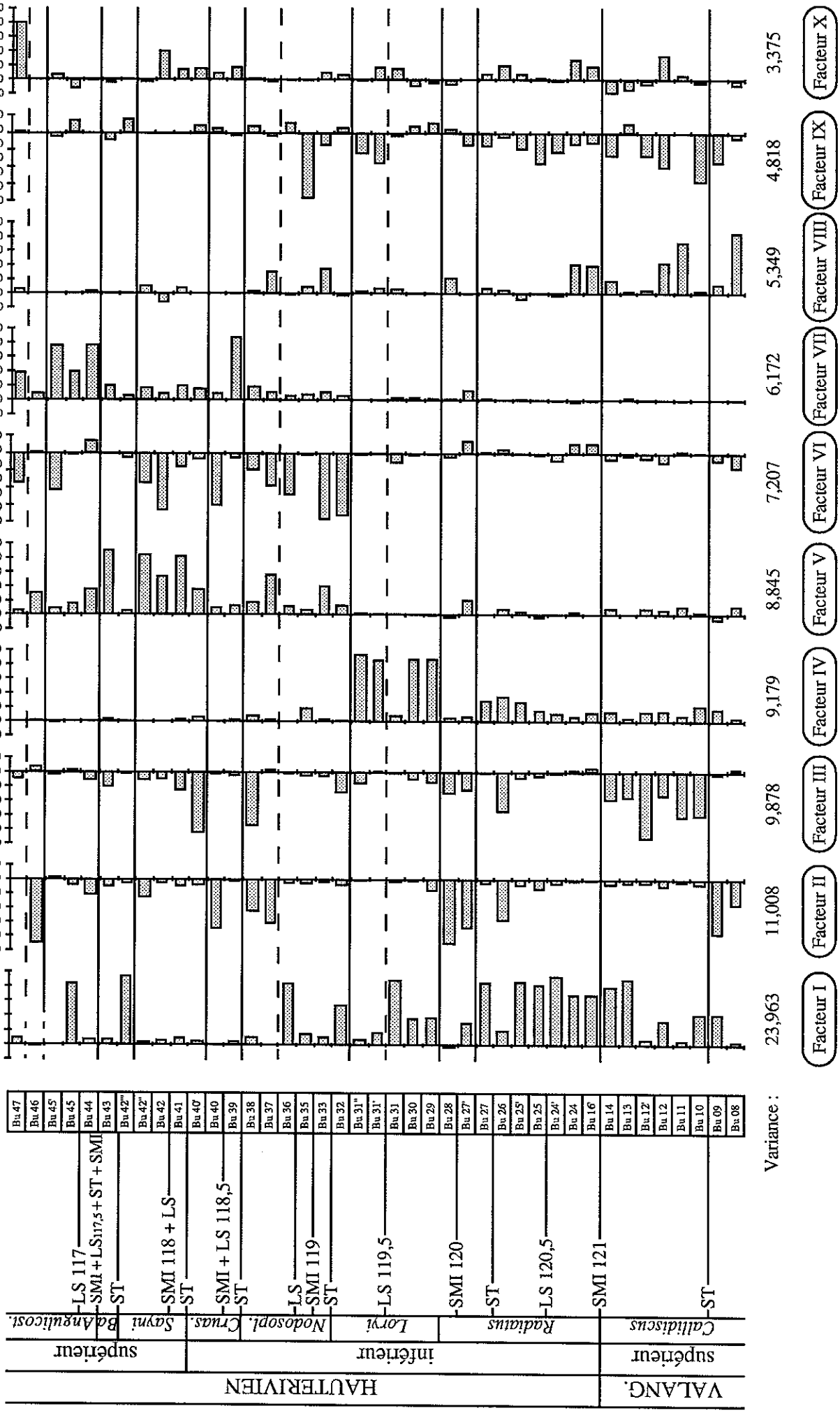


Fig. 81 : Coupe des Buissières ; représentation du poids statistique de chaque facteur résultant de l'analyse factorielle "simple".

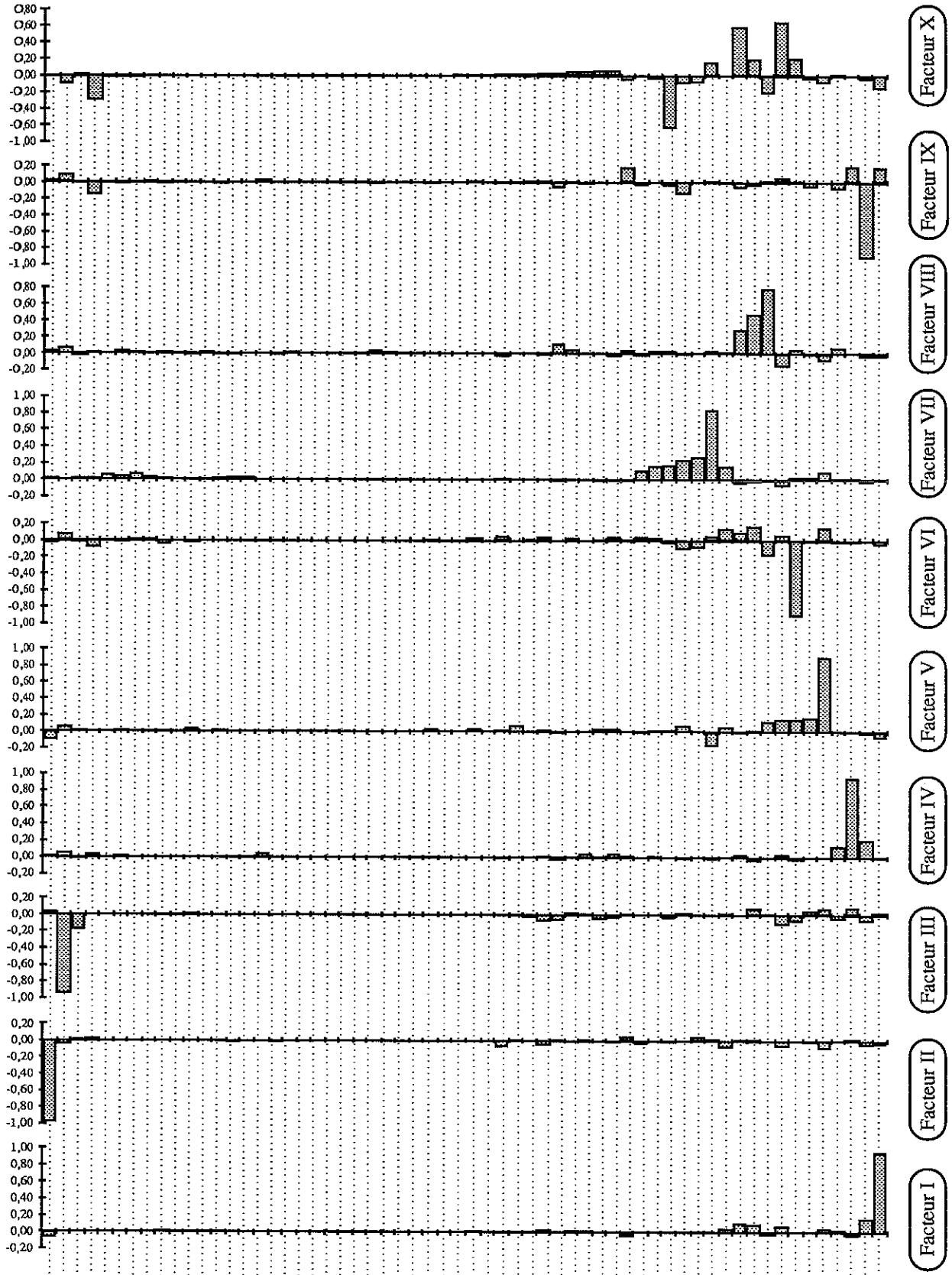


Fig. 82 : Coupe des Buissières ; représentation du poids statistique de chaque espèce (ou groupe d'espèces) en fonction des facteurs résultant de l'analyse factorielle "simple".

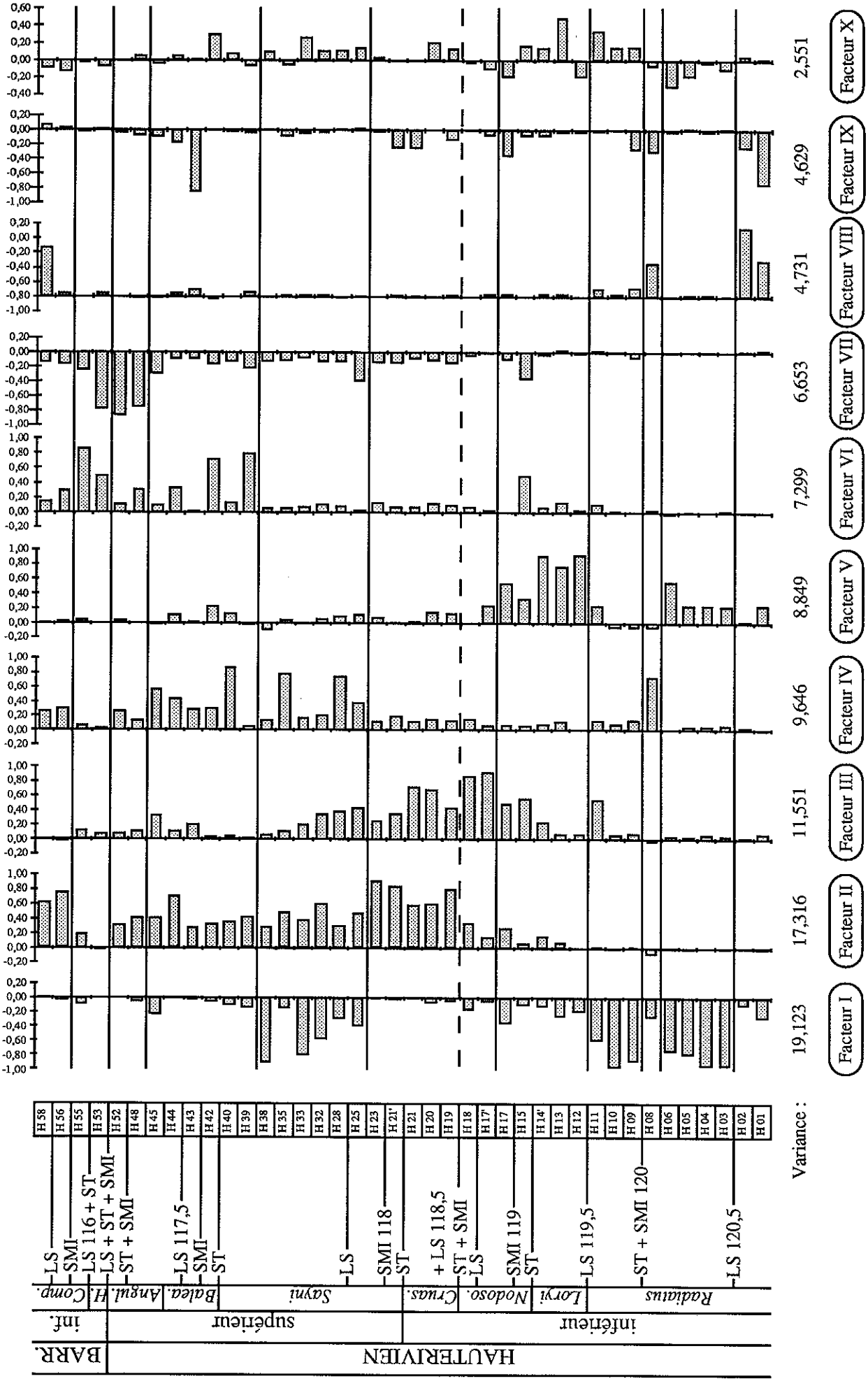


Fig. 83 : Coupe de Vergons ; représentation du poids statistique de chaque facteur résultant de l'analyse factorielle "simple".

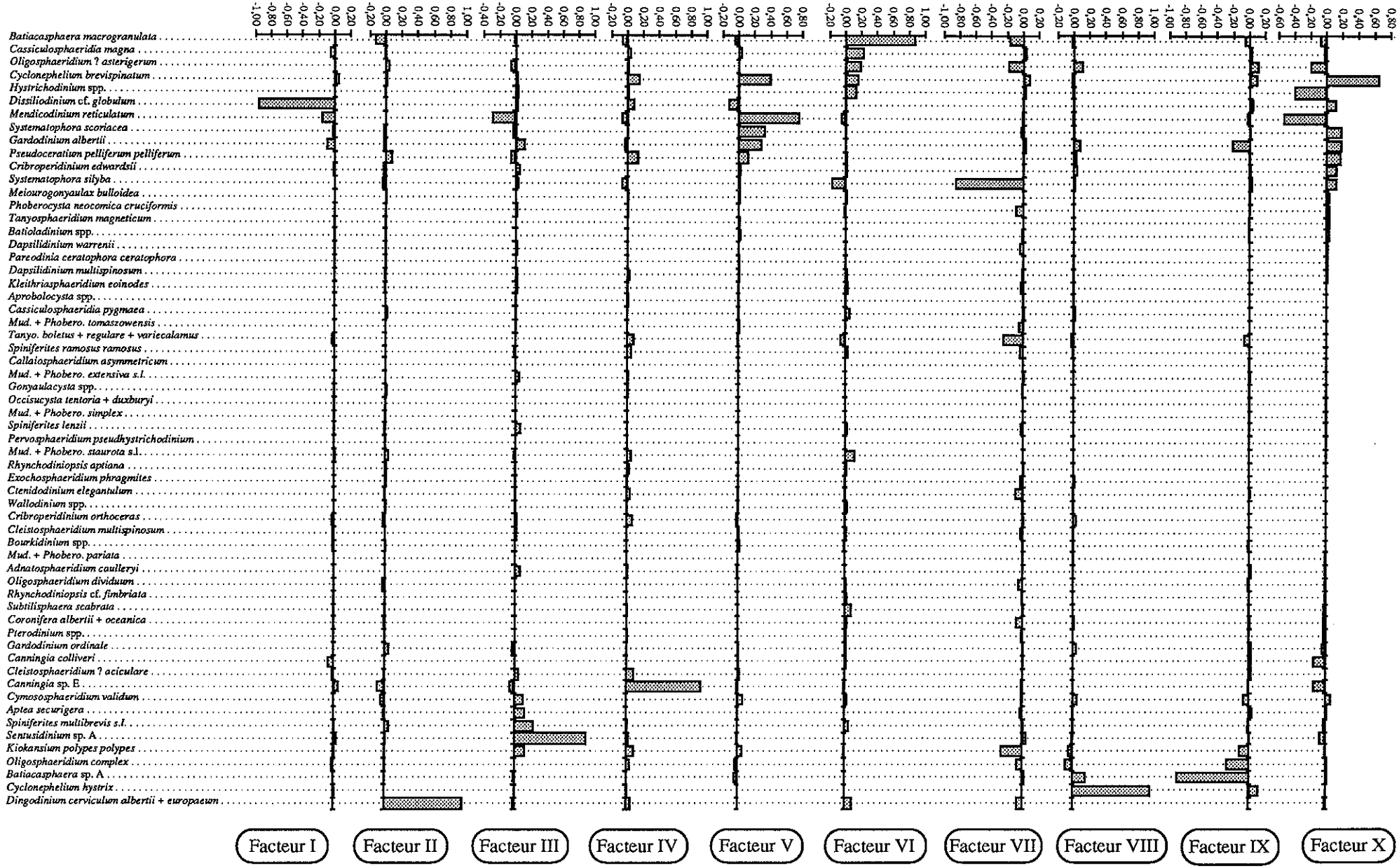


Fig. 84 : Coupe de Vergons ; représentation du poids statistique de chaque espèce (ou groupe d'espèces) en fonction des facteurs résultant de l'analyse factorielle "simple".

a été effectuée uniquement à partir des facteurs ayant un poids statistique suffisamment fort (variance supérieure à 6%), en privilégiant les facteurs ayant les variances les plus élevées. Cette démarche a été menée de façon indépendante sur chacune des deux coupes. De même, pour chaque option de calcul, les limites ont été placées sans tenir compte des résultats de la précédente option.

Les assemblages de facteurs qui ont été retenus sont énoncés et décrits ci-dessous. Le système de description utilisé ici est le même que celui adopté pour les assemblages génériques (voir p. 152).

Dans les descriptions qui vont suivre, les termes "augmentation" et "diminution" des facteurs sont à considérer en fonction de la valeur algébrique du poids statistique de chaque facteur, et non pas en fonction de leur valeur absolue. Par contre, les variations de dominance sont, elles, uniquement basées sur la valeur absolue du poids statistique de ces facteurs.

➠ **Analyse factorielle "simple"**

Pour les Buissières (fig. 81) :

1er assemblage : facteur II dominant ; facteur I bien représenté (par intermittence).

1ère limite (Bu09-10) : augmentation des facteurs II et VI ; diminution du facteur III.

2ème assemblage : facteur III dominant ; facteur I bien représenté (par intermittence).

2ème limite (Bu14-16') : augmentation des facteurs III et VI.

3ème assemblage : facteur I dominant ; facteur IV bien représenté.

3ème limite (Bu27-27') : diminution des facteurs I, II, III et IV.

4ème assemblage : facteur II dominant ; facteur III bien représenté.

4ème limite (Bu28-29) : augmentation des facteurs I, II, III et IV.

5ème assemblage : facteur IV dominant ; facteur I bien représenté.

5ème limite (Bu31-31') : diminution du facteur I.

6ème assemblage : facteur IV dominant ; facteur IX bien représenté.

6ème limite (Bu31"-32) : augmentation des facteurs I, V, et VII ; diminution des facteurs II, IV et VI.

7ème assemblage : facteur VI dominant ; facteur I bien représenté.

7ème limite (Bu36-37) : augmentation du facteur VII ; diminution des facteurs I et II.

8ème assemblage : facteur II dominant ; facteurs V et VI bien représentés.

8ème limite (Bu38-39) : augmentation des facteurs II et VI.

9ème assemblage : facteurs VII, II et VI dominants (par intermittence).

9ème limite (Bu40-40') : augmentation du facteur V ; diminution du facteur III.

10ème assemblage : facteur V dominant ; facteurs III et VI bien représentés.

10ème limite (Bu42"-42"') : augmentation du facteur VI.

11ème assemblage : facteurs I et V dominants.

11ème limite (Bu43-44) : augmentation du facteur VII.

12ème assemblage : facteur VII dominant.

12ème limite (Bu45'-46) : augmentation des facteurs III et V ; diminution des facteurs II et VII.

13ème assemblage : facteur II dominant ; facteur V bien représenté.

13ème limite (Bu46-47) : augmentation des facteurs VII et II ; diminution des facteurs VI et V.

14ème assemblage : facteur X dominant ; facteurs VI et VII bien représentés.

où (*cf.* fig. 82):

le **facteur I** [variance (V) = 10,072] est dominé par : *Cyclonephelium hystrix* ;

le **facteur II** [V = 8,696] est dominé par : *Cyclonephelium brevispinatum* ;

le **facteur III** [V = 8,198] est dominé par : *Dissiliodinium* cf. *globulum* ;

le **facteur IV** [V = 7,994] est dominé par : *Systematophora scoriacea* ;

le **facteur V** [V = 7,514] est dominé par : *Oligosphaeridium complex* ;

le **facteur VI** [V = 5,985] est dominé par : *Kiokansium polypes* ;

le **facteur VII** [V = 5,136] est essentiellement représenté par : *Systematophora silyba* ;

le **facteur VIII** [V = 4,305] est essentiellement représenté par : *Batiacasphaera* sp. A, *Oligosphaeridium dividuum* ;

le **facteur IX** [V = 3,889] est essentiellement représenté par : *Cymososphaeridium validum* ;

le **facteur X** [V = 3,189] est essentiellement représenté par : *Pseudoceratium pelliferum pelliferum*, *Cribroperidinium orthoceras*, *Kleithriasphaeridium eoinodes*.

Pour Vergons (fig. 83) :

1er assemblage : facteurs VIII et IX dominants ; facteurs I et V bien représentés (irrégulièrement).

1ère limite (H02-03) : augmentation des facteurs V et IX ; diminution des facteurs I, VIII et X.

2ème assemblage : facteur I dominant ; facteur V bien représenté.

2ème limite (H06-08) : augmentation des facteurs II et IV ; diminution des facteurs II et V.

3ème assemblage : facteur IV dominant ; facteur I bien représenté.

3ème limite (H08-09) : augmentation du facteur III ; diminution des facteurs I et IV.

4ème assemblage : facteur I dominant.

4ème limite (H11-12) : augmentation des facteurs I, V et II (irrégulièrement).

5ème assemblage : facteur V dominant ; facteurs I et III bien représentés.

5ème limite (H17-17') : augmentation des facteurs I, III et VII ; diminution du facteur V.

6ème assemblage : facteur III dominant ; facteur II bien représenté.

6ème limite (H18-19) : augmentation des facteurs I, II et VI ; diminution des facteurs III et VII.

7ème assemblage : facteurs II et III dominants.

7ème limite (H23-25) : augmentation du facteur IV ; diminution du facteur I.

8ème assemblage : facteur I dominant ; facteurs II, III et IV (irrégulièrement) bien représentés.

8ème limite (H38-39) : augmentation des facteurs I et VI ; diminution du facteur III.

9ème assemblage : facteurs IV et VI dominants (par intermittence) ;

facteur II bien représenté.

9ème limite (H45-48) : diminution des facteurs VII et IV.

10ème assemblage : facteur VII dominant ; facteur II bien représenté.

10ème limite (H52-53) : augmentation du facteur VI ; diminution des facteurs II et IV.

11ème assemblage : facteur VI dominant ; facteur II (irrégulièrement) bien représenté.

11ème limite (H55-56) : augmentation des facteurs II et IV (irrégulièrement) ; diminution des facteurs VI et III.

12ème assemblage : facteur II dominant ; facteurs IV et VI (irrégulièrement) bien représentés.

où (*cf.* fig. 84):

le **facteur I** [variance (V) = 19,123] est dominé par : *Dissiliodinium* cf. *globulum* ;

le **facteur II** [V = 17,316] est dominé par : *Dingodinium cerviculum* ;

le **facteur III** [V = 11,551] est essentiellement représenté par : *Sentusidinium* sp. A ;

le **facteur IV** [V = 9,646] est essentiellement représenté par : *Canningia* sp. A ;

le **facteur V** [V = 8,849] est essentiellement représenté par : *Mendicodinium reticulatum*, *Cyclonephelium brevispinatum*, *Systematophora scoriacea* ;

le **facteur VI** [V = 7,299] est essentiellement représenté par : *Batiacasphaera macrogranulata* ;

le **facteur VII** [V = 6,653] est essentiellement représenté par : *Systematophora silyba* ;

le **facteur VIII** [V = 4,731] est essentiellement représenté par : *Cyclonephelium hystrix* ;

le **facteur IX** [V = 4,629] est essentiellement représenté par : *Oligosphaeridium complex* ;

le **facteur X** [V = 2,551] est essentiellement représenté par : *Cyclonephelium brevispinatum*, *Mendicodinium reticulatum*, *Hystrichodinium* spp.

➠ **Analyse factorielle à option "percent-range"**

Pour les Buissières (fig. 85) :

1er assemblage : facteur IV dominant.

1ère limite (Bu08-09) : augmentation des facteurs III et V ; diminution des facteurs II, IV, VI et X.

2ème assemblage : facteurs IV et X dominants ; facteurs III et VI bien représentés.

2ème limite (Bu10-11) : augmentation des facteurs IV et X ; diminution des facteurs III et V.

3ème assemblage : facteur IV dominant ; facteurs II et VI bien représentés.

3ème limite (Bu14-16') : augmentation des facteurs II et VI ; diminution des facteurs V et VIII.

4ème assemblage : facteur VIII dominant ; facteur IV et V bien représentés.

4ème limite (Bu24-24') : augmentation des facteurs III et VIII ; diminution du facteur II.

5ème assemblage : facteurs II et III dominants ; facteur VI bien représenté.

5ème limite (Bu28-29) : augmentation du facteur III.

6ème assemblage : facteur III dominant ; facteur II bien représenté.

6ème limite (Bu31-31') : augmentation des facteurs II, III, VIII et X.

7ème assemblage : facteur III dominant.

7ème limite (Bu31"-32) : diminution des facteurs II, III, V et VII.

8ème assemblage : facteurs II et V dominants ; facteur VII bien représenté.

8ème limite (Bu36-37) : augmentation du facteur II ; diminution des facteurs V, VI, VIII.

9ème assemblage : facteur V dominant ; facteur I bien représenté.

9ème limite (Bu41-42) : augmentation des facteurs V et VIII ; diminution des facteurs VII et I.

10ème assemblage : facteur VII dominant ; facteur I bien représenté.

10ème limite (Bu42"-42'") : augmentation des facteurs VII et X ; diminution des facteurs II, III et V.

11ème assemblage : facteur I dominant ; facteurs II, V et X bien représentés.

11ème limite (Bu42'"-43) : augmentation des facteurs I, II, III, V et VIII; diminution des facteurs VII et X.

12ème assemblage : facteur I dominant.

12ème limite (Bu45-45') : augmentation du facteur II ; diminution des facteurs IV, VI et VII.

13ème assemblage : facteur I dominant ; facteurs VII et VIII bien représentés.

13ème limite (Bu46-47) : augmentation des facteurs III, IV, V, VI et X; diminution des facteurs I et VII.

14ème assemblage : facteur VII dominant ; facteur X bien représenté.

où (*cf.* fig. 86):

le **facteur I** [variance (V) = 10,072] est essentiellement représenté par : *Muderongia* + *Phoberocysta staurota s.l.*, *Ctenidodinium elegantulum* ; *Gonyaulacysta* spp., *Spiniferites multibrevis s.l.*, *Subtilisphaera scabrata*, *Oligosphaeridium complex* ;

le **facteur II** [V = 8,696] est essentiellement représenté par : *Cyclonephelium hystrix*, *Mendicodinium reticulatum*, *Tanyosphaeridium magneticum* ;

le **facteur III** [V = 8,198] est essentiellement représenté par : *Systematophora scoriacea*, *Phoberocysta neocomica cruciformis*, *Cymososphaeridium validum* ;

le **facteur IV** [V = 7,994] est essentiellement représenté par : *Batiacasphaera* sp. A, *Aptea securigera*, *Pervosphaeridium pseudhystrichodinium* ;

le **facteur V** [V = 7,514] est essentiellement représenté par : *Bourkidinium* spp., *Kleithriasphaeridium eoinodes* ;

le **facteur VI** [V = 5,985] est essentiellement représenté par : *Hystrichodinium* spp. ; *Dissiliodinium* cf. *globulum* ; *Cassiculosphaeridia pygmaea* ;

le **facteur VII** [V = 5,136] est essentiellement représenté par : *Pseudoceratium pelliferum pelliferum* ; *Spiniferites ramosus ramosus* ;

le **facteur VIII** [V = 4,305] est essentiellement représenté par : *Muderongia* + *Phoberocysta simplex s.l.*, *Oligosphaeridium dividuum*, *Tanyosphaeridium magneticum* ;

le **facteur IX** [V = 3,889] est essentiellement représenté par : *Canningia* sp. E, *Batiacasphaera macrogranulata*, *Systematophora silyba* ;

le **facteur X** [V = 3,189] est essentiellement représenté par : *Cribroperidinium*

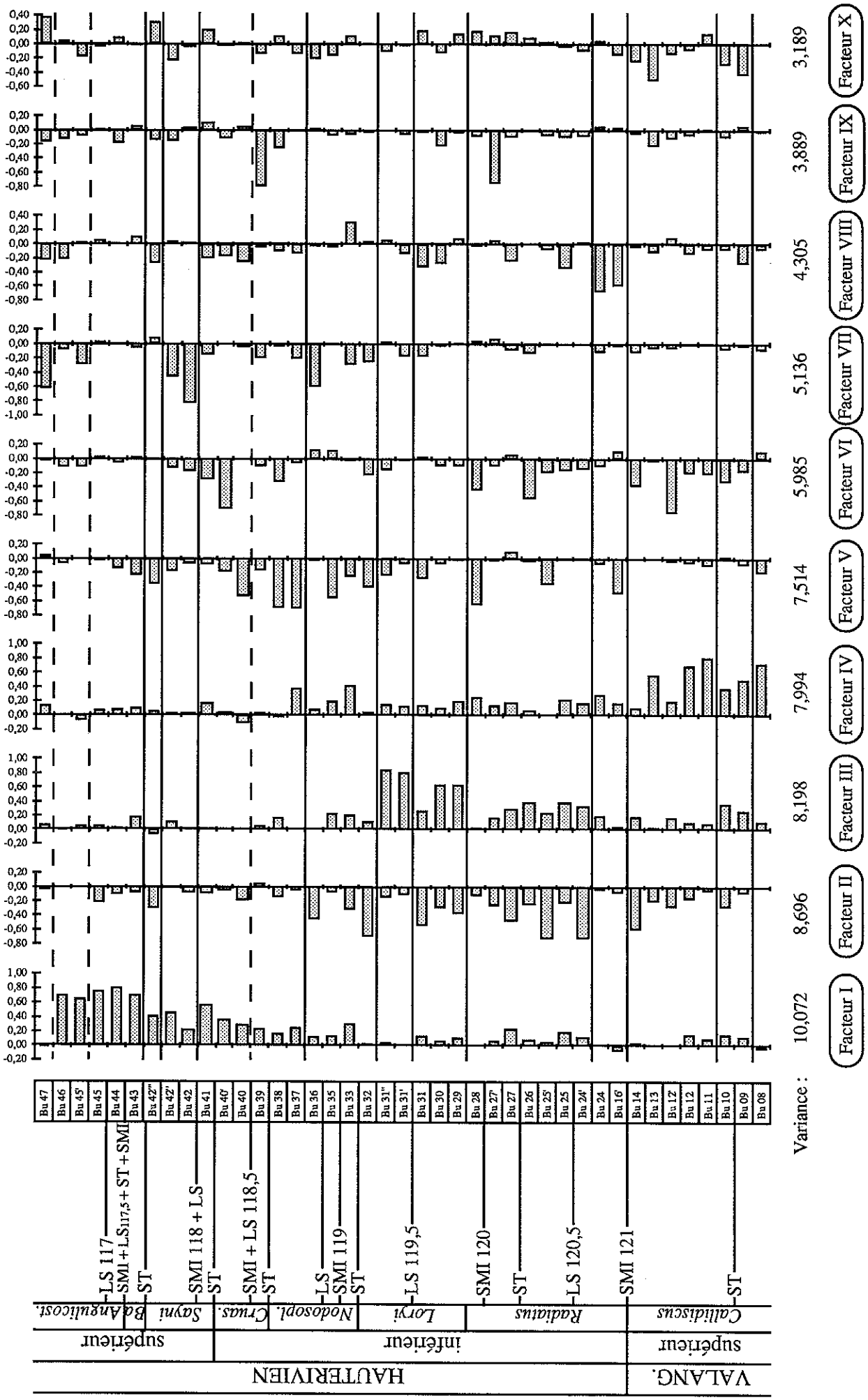


Fig. 85 : Coupe des Buissières ; représentation du poids statistique de chaque facteur résultant de l'analyse factorielle à option "percent range".

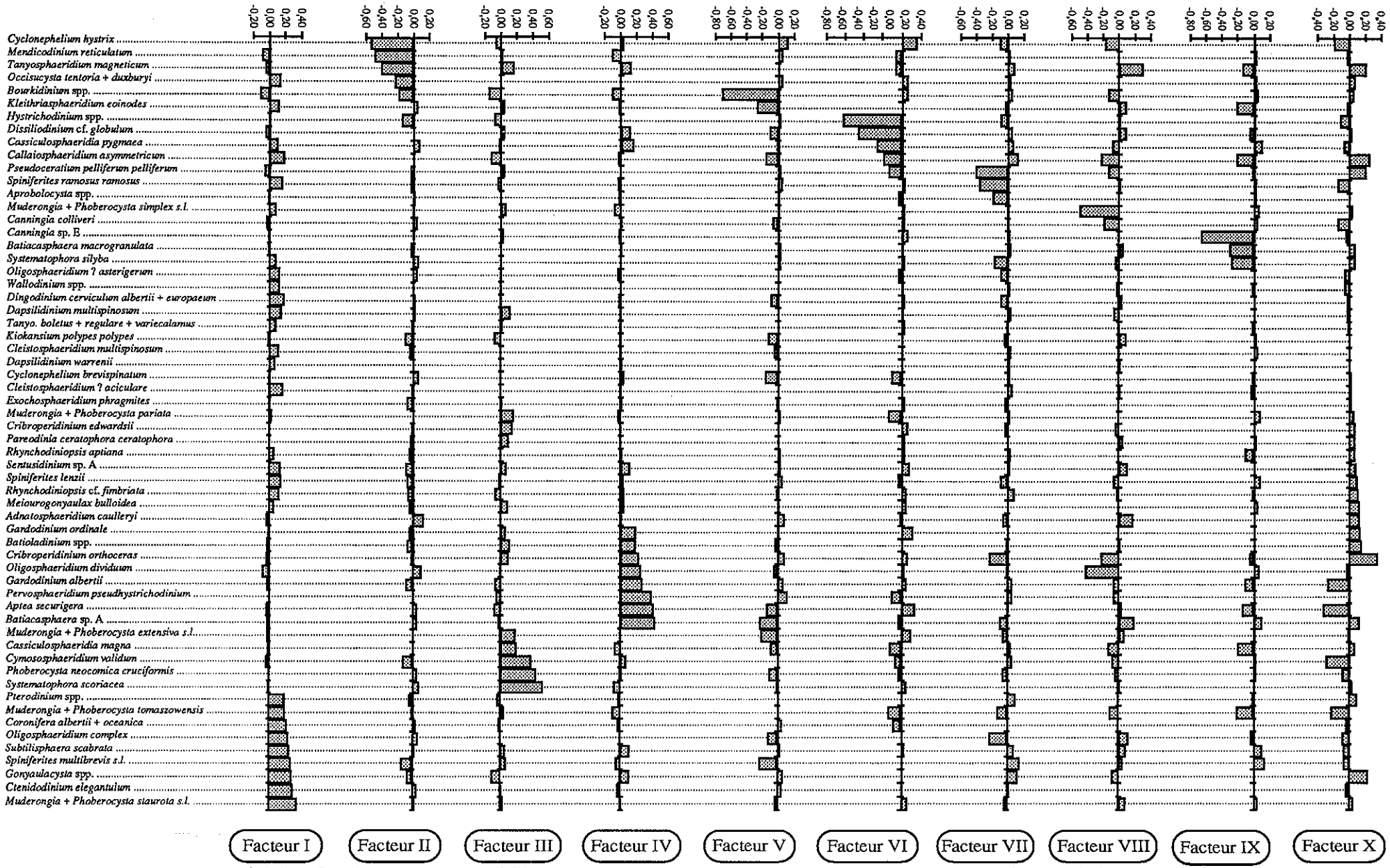


Fig. 86 : Représentation du poids statistique de chaque espèce en fonction des facteurs résultant de l'analyse factorielle à option "percent-range", pour la coupe des Buissières.

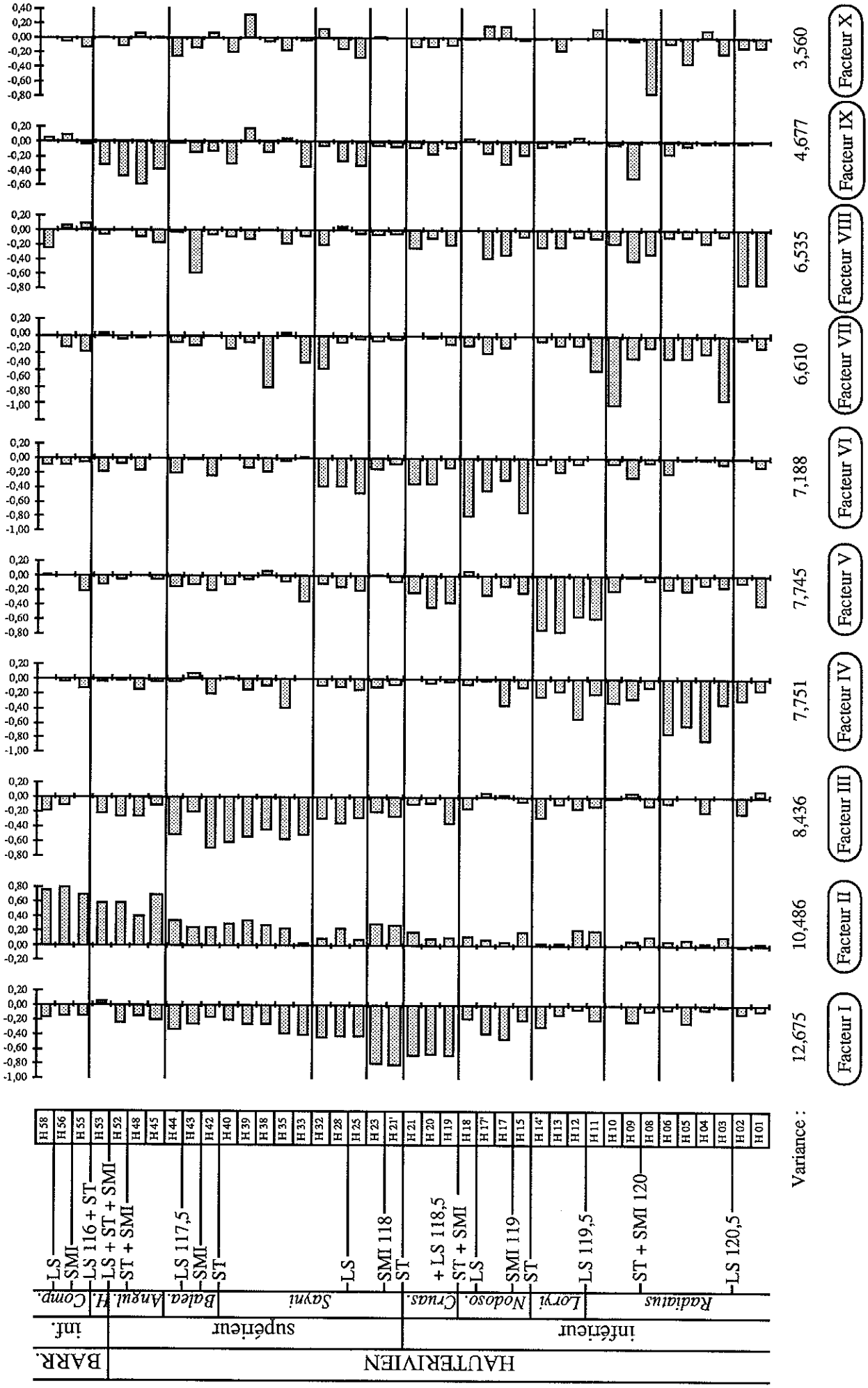


Fig. 87 : Coupe de Vergons ; représentation du poids statistique de chaque facteur résultant de l'analyse factorielle à option "percent range".

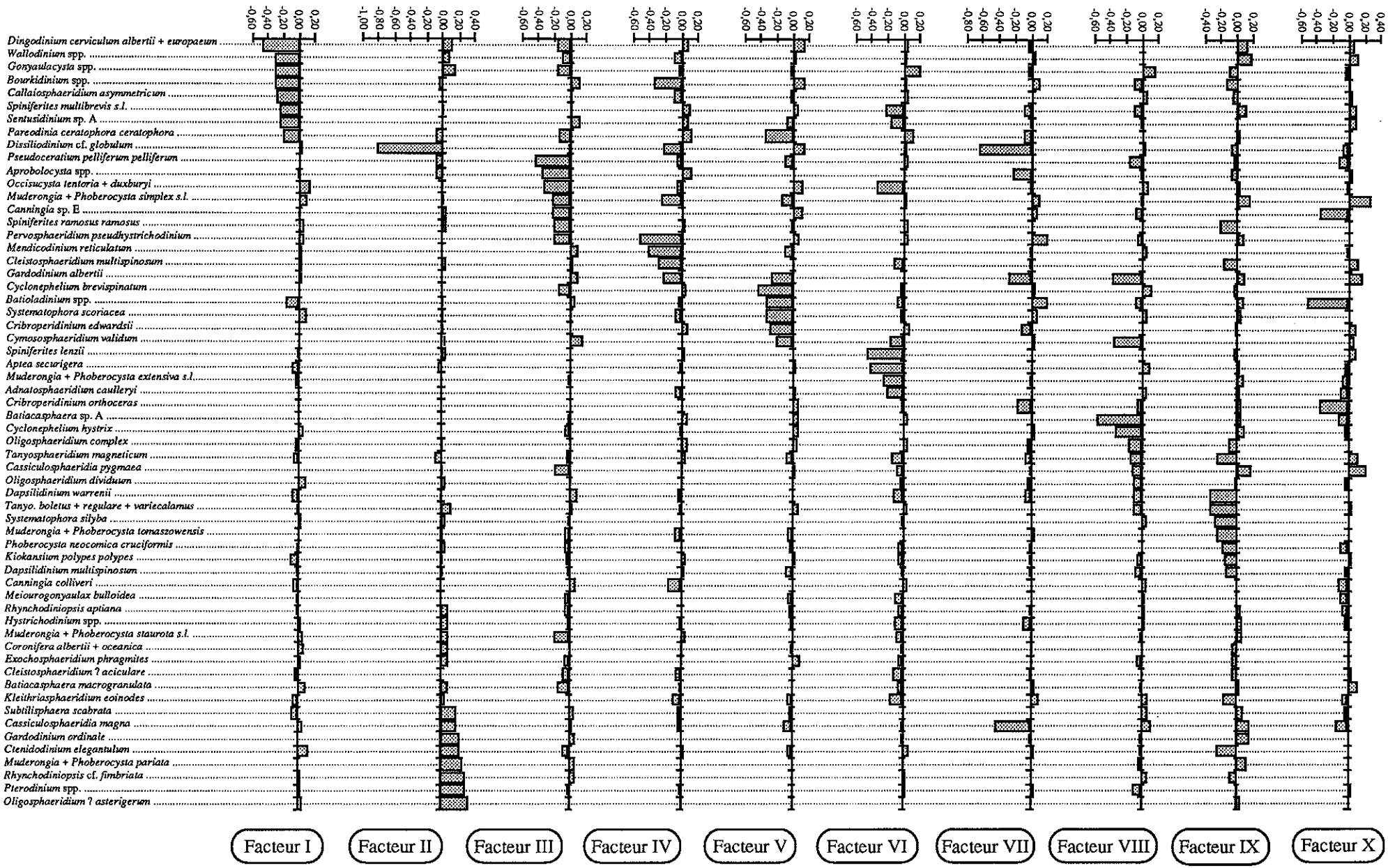


Fig. 88 : Coupe de Vergons ; représentation du poids statistique de chaque espèce (ou groupe d'espèces) en fonction des facteurs résultant de l'analyse factorielle à option "percent range".

orthoceras, Aptea securigera.

Pour Vergons (fig. 87) :

1er assemblage : facteur VIII dominant.

1ère limite (H02-03) : augmentation du facteur VIII ; diminution des facteurs IV et VII.

2ème assemblage : facteur IV dominant ; facteur VII bien représenté.

2ème limite (H06-08) : augmentation des facteurs IV et V ; diminution du facteur VIII.

3ème assemblage : facteur VII dominant ; facteur VIII bien représenté.

3ème limite (H10-11) : augmentation des facteurs VII et VIII ; diminution des facteurs III et V.

4ème assemblage : facteur V dominant ; facteur IV bien représenté.

4ème limite (H14'-15) : augmentation des facteurs V et X ; diminution des facteurs I et VI.

5ème assemblage : facteur VI dominant ; facteur I bien représenté.

5ème limite (H18-19) : augmentation des facteurs II, VI et VII ; diminution des facteurs I, III, V et X.

6ème assemblage : facteur I dominant ; facteurs V et VI bien représentés.

6ème limite (H21-21') : augmentation des facteurs II, V, VI, VIII, IX et X ; diminution des facteurs I, III et IV.

7ème assemblage : facteur I dominant ; facteurs II et III bien représentés.

7ème limite (H23-25) : augmentation du facteur I ; diminution des facteurs II, V, VI, IX et X.

8ème assemblage : facteurs I et VI dominants ; facteur III bien représenté.

8ème limite (H32-33) : augmentation des facteurs I (faible), II et VI ; diminution du facteur III.

9ème assemblage : facteur III dominant ; facteurs I et II bien représentés.

9ème limite (H44-45) : augmentation des facteurs I, II, III, V et VII ; diminution du facteur IX.

10ème assemblage : facteurs II et IX dominants ; facteurs I et III bien représentés.

10ème limite (H53-55) : augmentation des facteurs II, III et IX ; diminution des facteurs I et VII.

11ème assemblage : facteur II dominant.

où (*cf.* fig. 88):

le **facteur I** [V = 12,675] est essentiellement représenté par : *Dingodinium cerviculum* ; *Wallodinium* spp., *Gonyaulacysta* spp., *Bourkidinium* spp., *Callaiosphaeridium asymmetricum* ;

le **facteur II** [V = 10,486] est essentiellement représenté par : *Dissiliodinium* cf. *globulum, Oligosphaeridium* ? *asterigerum, Pterodinium* spp., *Rhynchodiniopsis* cf. *fimbriata* ;

le **facteur III** [V = 8,436] est essentiellement représenté par : *Pseudoceratium pelliferum, Aprobolocysta* spp., *Occisucysta tentoria* + *duxburyi* ;

le **facteur IV** [V = 7,751] est essentiellement représenté par : *Pervosphaeridium pseudhystrichodinium, Mendicodinium reticulatum, Bourkidinium* spp.,

Cleistosphaeridium multispinosum ;

le **facteur V** [V = 7,745] est essentiellement représenté par : *Cyclonephelium brevispinatum, Pareodinia ceratophora, Batioladinium* spp., *Systematophora scoriacea* ;

le **facteur VI** [V = 7,188] est essentiellement représenté par : *Spiniferites lenzii, Aptea securigera, Occisucysta tentoria + duxburyi* ;

le **facteur VII** [V = 6,610] est essentiellement représenté par : *Dissiliodinium* cf. *globulum, Cassiculosphaeridia magna, Gardodinium albertii* ;

le **facteur VIII** [V = 6,535] est essentiellement représenté par : *Batiacasphaera* sp. A, *Gardodinium albertii, Cymososphaeridium validum, Cyclonephelium hystrix* ;

le **facteur IX** [V = 4,677] est essentiellement représenté par : *Dapsilidinium warrenii, Tanyosphaeridium boletus + regulare + variecalamus* ;

le **facteur X** [V = 3,560] est essentiellement représenté par : *Batioladinium* spp., *Canningia* sp. E, *Cribroperidinium orthoceras, Muderongia + Phoberocysta simplex s.l.*.

d) <u>Comparaison selon les options de calcul</u>

Tant aux Buissières qu'à Vergons, et quelle que soit l'option de calcul considérée, il apparaît que les valeurs de variance des facteurs est faible, même pour les valeurs les plus élevées. Ceci implique que le taux de corrélation entre les paramètres (taxons) représentant les facteurs reste toujours faible et donc peu significatif. Le fait que dix facteurs soient impliqués dans ces analyses est certainement une des causes des faibles valeurs des variances ; il est possible qu'un nombre moins important (4 ou 5) de facteurs aurait été suffisant. Le temps dont je disposais ne m'a malheureusemnet pas permis de refaire ce type d'analyses avec un nombre réduit de facteurs.

De plus, il ressort que les variances des facteurs de l'option "percent-range" sont encore plus basses que celles obtenues à partir de l'option "simple".

En ce qui concerne la répartition stratigraphique des différents facteurs aux Buissières, le fait le plus marquant est que seulement moins de la moitié (6/13) des limites définies d'après l'analyse factorielle sont communes aux deux options de calcul : Bu14-16' (SMI121, Valanginien/Hauterivien), Bu28-29 (PHN, *Radiatus/Loryi*), Bu31"-32 (PBP, zone à *Loryi*), Bu36-37 (PBP, zone à *Nodosoplicatum*), Bu42"-42'" (PBP, zone à *Sayni*), Bu46-47 (PBP, zone à *Angulicostata*). On peut donc supposer que les limites communes indiquent des événements d'une importance supérieure à celle des événements marqués par les autres limites.

Nous constatons la même chose pour la coupe de Vergons, où seulement 4 des limites dégagées sont communes aux deux options : H02-03 (LS120,5, zone à *Radiatus*), H06-08 , H18-19 (PBP/PBP, *Nodosoplicatum/Cruasense*), H23-25 (PHN, zone à *Sayni*).

Il semble toutefois préférable d'apporter plus de crédit au découpage isssu de l'option "simple" plutôt que de l'option "percent-range", puisque les valeurs des variances sont plus fortes pour cette première option, indiquant une meilleure représentation statistique des

facteurs et donc des assemblages.

Lorsqu'on regarde quels sont les taxons exprimés par chaque facteur (fig. 82, 84, 86, 88), on constate que pour l'option "simple", les facteurs ne représentent qu'une seule espèce (ou sous-espèce) dominant de façon nette (*cf.* fig. 82, 84), alors qu'avec l'option "percent-range", la dominance est moins prononcée et partagée entre plusieurs taxons (*cf.* fig. 86, 88).

2.5 - Discussion

Les investigations menées en vue d'un découpage biostratigraphique basé sur les dinoflagellés ont donné trois résultats différents. Le problème reste maintenant de savoir auquel de ces résultats doit être donné le plus de faveurs.

Les résultats issus de l'analyse factorielle sont obtenus avec une moindre part de subjectivité, mais il apparaît qu'une modification dans la procédure mathématique de calcul amène à des résultats fort dissemblables. Les très faibles variances de l'option "percent-range" sous-entendent une modélisation peu significative des événements que l'on veut cerner. En ce qui concerne l'option "simple", puisque chaque facteur n'exprime la dominance que d'un seul taxon, autant se reporter aux variations de fréquences relatives, qui traduisent elles aussi, mais de façon moins complexe, l'évolution d'un seul taxon à la fois.

La méthode basée sur les variations des fréquences relatives des taxons et de leurs rangs de dominance est quant à elle facile à appliquer. Elle présente donc un aspect pratique non négligeable. C'est de plus une méthode d'utilisation très répandue (du moins pour les pourcentages) dont les résultats pourront d'autant plus facilement être comparés avec ceux d'autres auteurs.

C'est donc sur les résultats de cette méthode (fréquences relatives et rangs de dominance) que sera basé le découpage palynostratigraphique à partir duquel seront comparées entre elles les séries étudiées ici, afin d'aboutir à une dinozonation qui pourra à son tour être mise en parallèle avec des résultats palynologiques d'autres domaines paléogéographiques.

B - FRÉQUENCES "ABSOLUES"

Nous ne reviendrons pas sur les modalités de calcul de ce type de fréquences, ni sur la distinction entre les fréquences absolues *s.s.* et les fréquences "semi-absolues" (*cf.* chapitre V, § "Calcul des fréquences "absolues"" ; chapitre VI, § "Grands groupes palynologiques").

Aux Buissières comme à Vergons, tous les niveaux échantillonnés n'ont pas fait l'objet d'un traitement palynologique, et *a fortiori* d'un comptage, adapté au calcul des fréquences absolues. Néanmoins, les valeurs dont nous disposons permettent de voir que la majorité d'entre elles se situe dans une fourchette comparable entre les Buissières et Vergons, c'est-à-dire entre 10.000 et 15.000 dinokystes par gramme de sédiment sec (*cf.* fig. 53 et 55).

Une extraordinaire teneur en kystes de Dinoflagellés s'observe à la base de l'Hauterivien à Vergons, des niveaux H01 à H06 (*cf.* fig. 55), avec des valeurs allant de 30.000 (niveau H03 ; PBP, zone à *radiatus*) à plus de 185.000 (niveau H06 ; PBP, zone à *radiatus*) dinokystes/gr. de sédiment sec. Il n'est malheureusement pas possible de savoir si ce phénomène spectaculaire est

également présent aux Buissières, car les niveaux représentant l'intervalle de temps où se rencontrent ces fortes teneurs (de part et d'autre de la LS120,5) n'ont pas fait l'objet d'un traitement adéquat.

Rappelons que ce phénomène, visible uniquement à Vergons, affecte tous les groupes palynologiques, à l'exception des Acritarches.

Curieusement, cette très forte densité de dinokystes ne se manifeste pas sur les courbes des fréquences "semi-absolues" (*cf.* fig. 54 et 56).

De la base au sommet de la coupe des Buissières, nous pouvons observer une tendance globale à la baisse pour les fréquences "semi-absolues" des dinokystes. Cette tendance n'est pas exprimée par les quelques valeurs de fréquences absolues disponibles pour cette coupe.

Il ressort de ces deux précédentes remarques qu'aucune corrélation ne semble possible entre les courbes des fréquences "semi-absolues" et les valeurs des fréquences absolues.

Le petit nombre de valeurs de fréquences absolues ne permet pas de faire une analyse poussée en ce qui concerne la teneur en dinokystes, mais malgré cela, un événement marquant a pu être décelé à la base de l'Hauterivien de Vergons.

Les conclusions auxquelles nous aboutissons sont les mêmes pour les kystes de Dinoflagellés seuls que pour l'ensemble des grands groupes de palynomorphes (voir chapitre VI, § 2 "Fréquences absolues", p. 117) : en fonction des résultats obtenus ici, il ne semble pas y avoir de relation entre les abondances de dinokystes et les intervalles condensés des cycles de 3ème ordre.

C - COMPARAISONS AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE

Le découpage palynologique adopté aux Buissières et à Vergons est ici comparé aux données de la stratigraphie séquentielle. Dans un premier temps, la position des limites palynologiques est comparée avec celle des discontinuités séquentielles. Ensuite, les spectres d'abondance relative des kystes de Dinoflagellés sont mis en parallèle avec les cortèges sédimentaires.

1 - COMPARAISONS DES LIMITES

La figure 74 montre que, tels qu'ils ont été définis, les assemblages de dinokystes peuvent, presque tous, être considérés comme synchrones entre les Buissières et Vergons : ceci valide le découpage palynologique adopté pour chacune des deux coupes. Les limites palynologiques coïncidant avec une discontinuité séquentielle ou situées au sein d'un cortège sédimentaire sont dénombrées ci-dessous :

	aux Buissières :	à Vergons :
PHN	2	1
CT	2	0
PBP	7	5
SMI	2?	0
ST	1	1
LS	1 + 1?	1 + 1?
indéterminé	2	5

LS = limite de séquence ; ST = surface de transgression ; SMI = surface du maximum d'inondation ; PBP = prisme de bordure de plate-forme ; CT = cortège transgressif ; PHN = prisme de haut niveau marin.

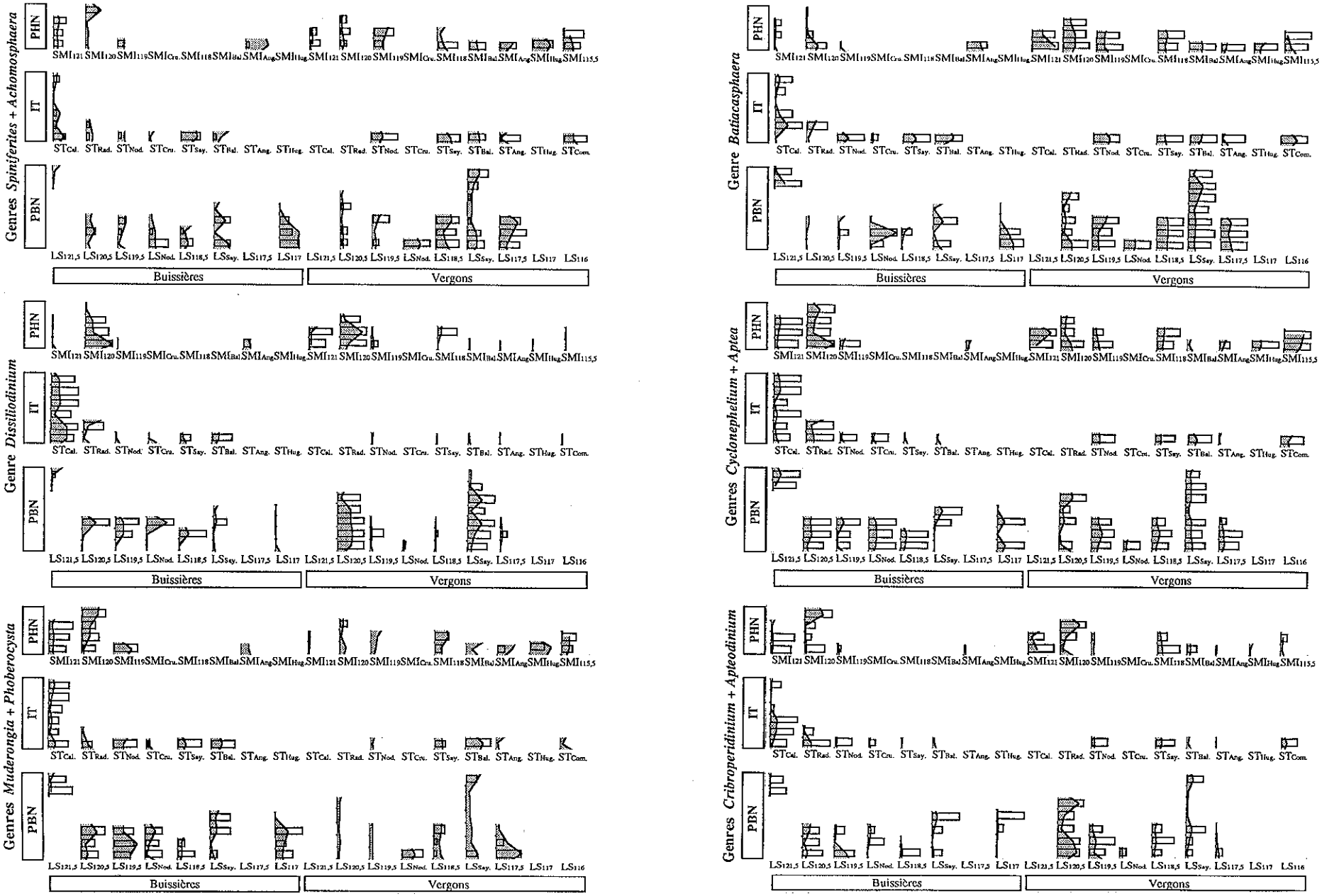


Fig. 89 : Fréquences relatives et rangs d'abondance de quelques genres de dinokystes en fonction des cortèges sédimentaires de 3ème ordre.
[les courbes des fréquences relatives et les histogrammes des rangs d'abondance sont les mêmes que sur les figures 72 et 73 ; les cortèges sédimentaires sont repérés grace aux discontinuités séquentielles sur lesquelles ils reposent].

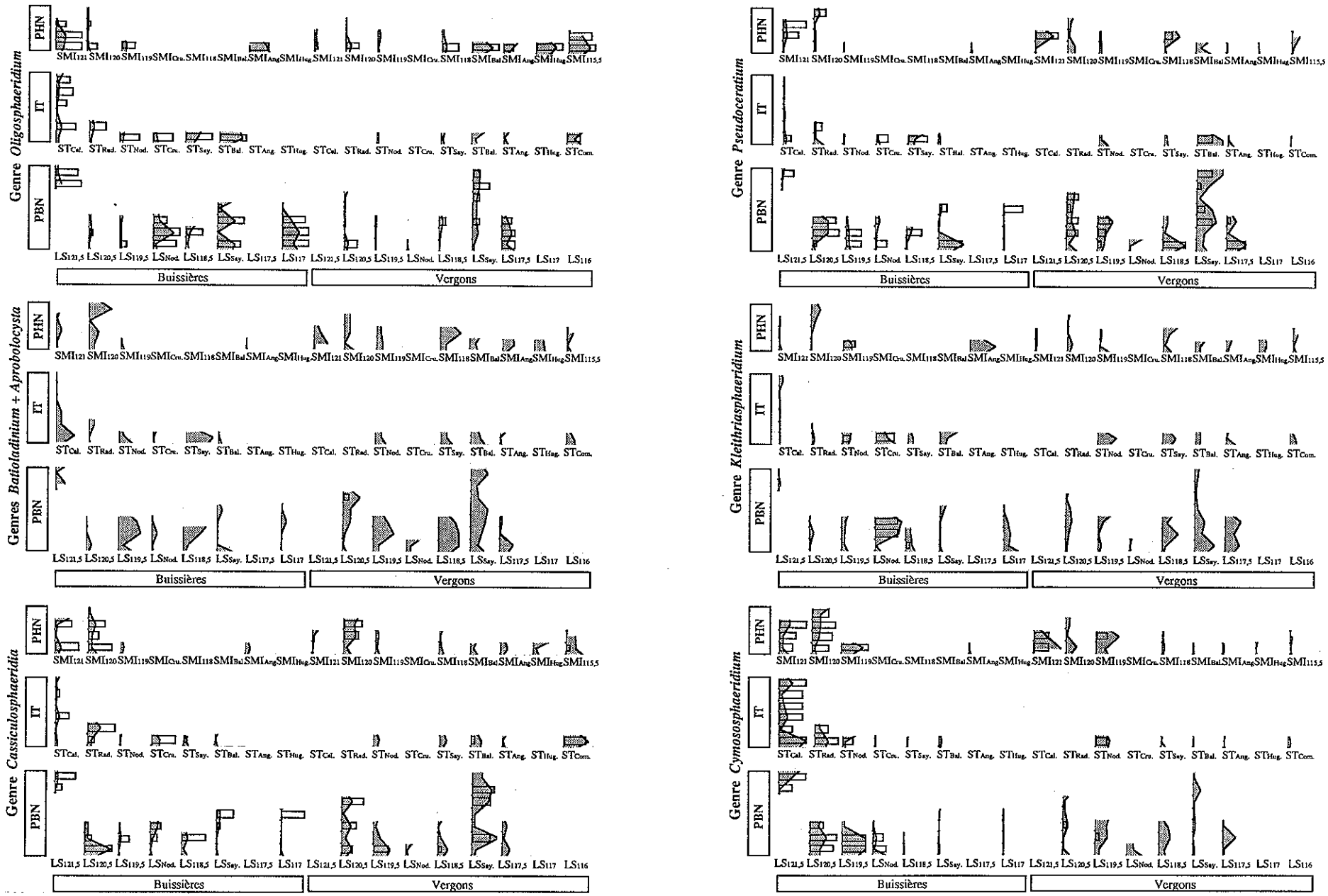


Fig. 89 : (suite et fin).

A partir de ces chiffres, nous remarquons que peu de limites palynologiques coïncident avec une discontinuité séquentielle (maximum 8/25). Par contre, pour les autres limites palynologiques (celles ne coïncidant pas avec une discontinuité séquentielle), il apparaît que la majorité d'entre elles (12/17) se situe au sein des prismes de bordure de plate-forme (périodes de bas niveau marin).

Nous pouvons donc supposer que, dans les domaines hémipélagiques et pélagiques, les changements d'associations de dinokystes se produisent préférentiellement durant les périodes de bas niveau marin. Ces résultats divergent cependant avec les observations faites plus haut (p. 139) au sujet du nombre des apparitions et/ou des extinctions : nous avions alors remarqué que les limites de séquences sont préférentiellement marquées par une diminution du nombre d'apparitions et/ou d'extinctions. Bien que paradoxaux, ces résultats ne sont pas contradictoires : en effet, un changement d'association peut se faire essentiellement par la modification des proportions relatives de taxons déjà présents, donc sans que ces changements soient obligatoirement accompagnés de l'apparition ou de l'extinction spécifique d'un grand nombre de taxons.

2 - CONFRONTATION AVEC LES CORTEGES SÉDIMENTAIRES

Sur la figure 89, les fréquences relatives et les rangs d'abondance de quelques genres de dinokystes ont été replacés dans leur contexte séquentiel. Pour réaliser ce graphique, les diagrammes de variations de 12 des genres (ou groupes de genres) illustrés sur les figures 72 et 73 ont été découpés, et les segments représentant un même cortège sédimentaire ont été colés côte à côte. D'après ce mode de représentation, nous voyons qu'aucun des taxons utilisés ne semble caractériser un cortège sédimentaire, ni même montrer une évolution particulière de son abondance en fonction d'un de ces cortèges. A titre d'exemple, le genre *Dissiliodinium* (ici exclusivement représenté par l'espèce *D.* cf.*globulum*) peut être très abondant dans les prismes de bordure de plate-forme (ex. au dessus des limites de séquences LS119,5 aux Buissières ; LS120,5, LSSay. à Vergons) comme être très peu représenté (ex. au dessus des limites de séquences LSSay., LS117 aux Buissières ; LS118,5, LS117,5 à Vergons). Concernant *Dissiliodinium*, cette remarque se vérifie également pour les autres cortèges sédimentaires. Le cas de *Dissiliodinium* n'est qu'un exemple, et ces observations s'étendent en fait à tous les taxons de dinokystes.

En ce qui concerne les kystes de Dinoflagellés, nous pouvons considérer que, dans les domaines pélagiques et hémipélagiques, aucun taxon (ou groupe de taxons) ne semble caractériser un cortège sédimentaire appartenant à un cycle de 3ème ordre.

IV - CONCLUSIONS

Le but des démarches suivies au cours de ce chapitre a été d'individualiser des événements palynologiques suffisamment marquants pour permettre un découpage palynologique valide. L'outil palynologique a, dans cette optique, d'abord été utilisé dans sa globalité (grands groupes palynologiques, mais également matière organique, préservation). Son application a ensuite été

approfondie en ce qui concerne les dinoflagellés. Après avoir fait plusieurs tentatives à différents niveaux hiérarchiques (générique, spécifique) et avec diverses méthodes (apparitions/extinctions, fréquences relatives, analyse factorielle ...) le découpage finalement adopté est basé sur le couplage fréquences relatives / rangs d'abondance au niveau générique.

Un aspect pratique nous a également porté à préférer cette méthode : nous avons pris en compte qu'elle fait appel à des procédures répandues (fréquences relatives et rangs d'abondance) et faciles à développer pour les assemblages fossiles.

Nous avons pu constater dans le nombre et la position des limites d'assemblages palynologiques sont particulièrement proches, suivant que l'on travaille au niveau générique ou au niveau spécifique. Il s'avère que les déterminations au niveau du genre suffisent à connaître la quasi-totalité des limites palynologiques basées sur les assemblages de dinokystes. Au niveau spécifique, le nombre élevé des informations à gérer amène trop facilement à des résultats différents suivant la méthode utilisée.

Les résultats obtenus à partir des analyses factorielles se sont révélés fort décevants, quelle que soit l'option employée. Toutefois, le nombre relativement élevé des facteurs (10) est peut-être une des raisons de cet échec.

Contrairement au découpage palynologique basé sur les assemblages, il est indispensable, en ce qui concerne les apparitions/extinctions, de faire des déterminations au niveau spécifique. Les déterminations s'arrêtant au niveau générique sont insuffisantes, car ne permettent pas d'obtenir une biostratigraphie ayant la résolution à laquelle nous voulons aboutir : la "maille" entre deux apparitions (ou extinctions) génériques étant généralement beaucoup trop grande.

Effectué indépendamment sur chacune des coupes, le découpage palynologique adopté a révélé un très net synchronisme entre les périodes de renouvellement des associations phytoplanctoniques entre les Buissières et Vergons. N'ayant pas étudié l'Hauterivien à travers des coupes représentant la plate-forme, il n'est pas possible de savoir si ce synchronisme caractérise seulement les domaines océaniques francs (hémipélagique et pélagique), ou s'il peut s'étendre aux domaines de plate-forme.

La comparaison du découpage palynologique adopté pour chacune des coupes avec la stratigraphie séquentielle montre que, dans les domaines hémipélagiques et pélagiques, les changements d'associations de dinokystes se produisent préférentiellement durant les périodes de bas niveau marin. Par contre, en ce qui concerne les kystes de Dinoflagellés au sein du contexte séquentiel, nous pouvons considérer que, dans les domaines pélagiques et hémipélagiques, aucun taxon (ou groupe de taxons) ne semble caractériser un cortège sédimentaire appartenant à un cycle de 3ème ordre.

A partir de kystes de Dinoflagellés, nous venons de procéder à un découpage stratigraphique précis et sensiblement synchrone entre les coupes de Vergons et des Buissières. Une synthèse des assemblages et des limites palynologiques définis ci-dessus va maintenant pouvoir être réalisée. La comparaison de cette synthèse avec d'autres résultats palynologiques concernant le Bassin vocontien et les principaux bassins présents au Crétacé inférieur fait l'objet du chapitre suivant. Ce n'est qu'à la suite de ces confrontations que nos résultats pourront acquérir une valeur biostratigraphique dépassant le cadre régional.

CHAPITRE VIII

BIOZONATION PAR LES DINOFLAGELLÉS

CHAPITRE VIII

BIOZONATION PAR LES DINOFLAGELLÉS

I - INTRODUCTION ..... p. 197

II - TENTATIVE D'ÉTABLISSEMENT D'UNE DINOZONATION POUR L'HAUTERIVIEN DU DOMAINE TÉTHYSIEN NORD-OCCIDENTAL .... p. 197

A - CHOIX DES ÉLÉMENTS DE COMPARAISON ..... p. 197

1 - RAVIN DU COLAS ..... p. 199

2 - SONDAGE DE NEUCHATEL ..... p. 199

3 - COUPE DU SALÈVE ..... p. 202

4 - COUPE DU TUNNEL DU VUACHE ..... p. 203

5 - COUPE DE CHATEL-SAINT-DENIS ..... p. 203

6 - DISCUSSION ..... p. 203

B - COMPARAISON DES ASSEMBLAGES DE DINOKYSTES ..... p. 207

1 - COMPARAISON DE LA POSITION STRATIGRAPHIQUE DES LIMITES D'ASSEMBLAGES p. 207

2 - COMPARAISON DU CONTENU DES ASSEMBLAGES ..... p. 208

2.1 - Comparaison des assemblages contemporains ..... p. 208

2.2 - Comparaison des assemblages asynchrones ..... p. 211

2.3 - Discussion ..... p. 214

3 - COMPARAISON DES ZONES D'ÉPANOUISSEMENT DE CERTAINS TAXONS ..... p. 214

4 - CONCLUSION ..... p. 218

C - APPARITIONS ET EXTINCTIONS SPÉCIFIQUES ..... p. 218

D - SYNTHÈSE DES RÉSULTATS OBTENUS ..... p. 219

III - COMPARAISONS DES RÉSULTATS OBTENUS ..... p. 220

A - AVEC LA BIOZONATION DES AMMONITES ..... p. 222

1 - BILAN ..... p. 222

2 - DISCUSSION ..... p. 222

B - AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 224

C - AVEC LES AUTRES DOMAINES PALÉO-OCÉANIQUES ..... p. 225

1 - INTRODUCTION ..... p. 225

2 - DOMAINE TÉTHYSIEN ..... p. 226

3 - DOMAINE BORÉAL ..... p. 229

4 - DOMAINES ATLANTIQUES ..... p. 232

4.1 - L'Atlantique Nord ..... p. 232

4.2 - L'Atlantique Sud ..... p. 236

5 - DOMAINE AUSTRAL ..... p. 237

6 - DOMAINE ARCTIQUE ..... p. 239
7 - DOMAINE INDIEN ..... p. 240
8 - PACIFIQUE EST ..... p. 242
9 - DISCUSSION ..... p. 242
10 - CONCLUSION ..... p. 248

I - INTRODUCTION

Une biozonation de l'Hauterivien établie à partir de l'étude des kystes de Dinoflagellés est maintenant tentée pour l'ensemble du domaine téthysien nord-occidental. Les résultats obtenus sont ensuite comparés à ceux des autres grands domaines paléogéographiques.

Pour cela, une synthèse des observations faites par les précédents auteurs ayant travaillé sur le Crétacé inférieur *p.p.* (Valanginien terminal à Barrémien inférieur) sera réalisée.

Concernant les assemblages palynologiques, cette synthèse se limitera au domaine téthysien nord-occidental car au delà de ce secteur paléogéographique, nous risquons de nous heurter à une trop forte dissemblance dans les assemblages palynologiques. De plus, les travaux antérieurs décrivant des assemblages palynologiques en termes de proportions relatives sont extrêmement rares pour le Crétacé inférieur. Le bilan des coupes de Vergons et des Buissières sera ensuite comparé avec la biostratigraphie basée sur les Ammonites et avec la stratigraphie séquentielle.

Concernant les apparitions/extinctions des dinokystes, nous comparerons nos résultats du domaine téthysien avec ceux intéressant le reste du globe ; ceci à la faveur des précédents travaux ayant pour objet l'étude des kystes de Dinoflagellés du Crétacé inférieur, et particulièrement de l'Hauterivien.

II - TENTATIVE D'ÉTABLISSEMENT D'UNE DINOZONATION POUR L'HAUTERIVIEN DU DOMAINE TÉTHYSIEN NORD-OCCIDENTAL

Pour établir une dinozonation applicable à l'ensemble du domaine téthysien nord-occidental, il est nécessaire de réunir le maximum d'informations disponibles concernant cette province pour ensuite en réaliser une synthèse. Les observations faites à partir des affleurements étudiés ici sont donc comparées à celles publiées par de précédents auteurs. Cette confrontation est développée en trois grandes étapes : la comparaison de la position stratigraphique des limites d'assemblages ; la comparaison du contenu de ces assemblages (comparaison effectuée sous plusieurs angles) ; une synthèse des apparitions/extinctions des espèces de Dinoflagellés présentant un intérêt stratigraphique. Dans une dernière étape, l'intégration de ces trois éléments aboutit à l'établissement d'une dinozonation synthétique pour l'ensemble du domaine téthysien nord-occidental durant l'intervalle de temps qui nous intéresse (Valanginien terminal .- Barrémien inférieur).

A - CHOIX DES ÉLÉMENTS DE COMPARAISON

Les travaux antérieurs s'intéressant au Crétacé inférieur du domaine téthysien nord-occidental ont déjà été cités plus haut (*cf.* chapitre VII, § "Mise en évidence de marqueurs stratigraphiques pour l'Hauterivien du domaine téthysien nord-occidental"), mais parmi ces études, très peu décrivent de façon quantitative (pourcentages, proportions semi-quantitatives...) les assemblages de dinokystes : signalons toutefois les travaux de FAUCONNIER (1982, 1989) sur la région stratotypique de l'Hauterivien et de POURTOY (1989) sur l'Ultrahelvétique de Châtel-St-Denis (Suisse).

Dans les paragraphes qui suivent, nous discutons les résultats palynologiques des séries

observées par POURTOY et FAUCONNIER.

La localisation géographique des coupes prises en considération est reportée sur la figure 90. D'un point de vue paléogéographique, la coupe de Châtel-St-Denis représente un milieu pélagique d'une profondeur maximale de 1.500 m (POURTOY, 1989, p. 8). Au contraire, les séries jurassiennes étudiées par FAUCONNIER (*op. cit.*) représentent un domaine de plate-forme.

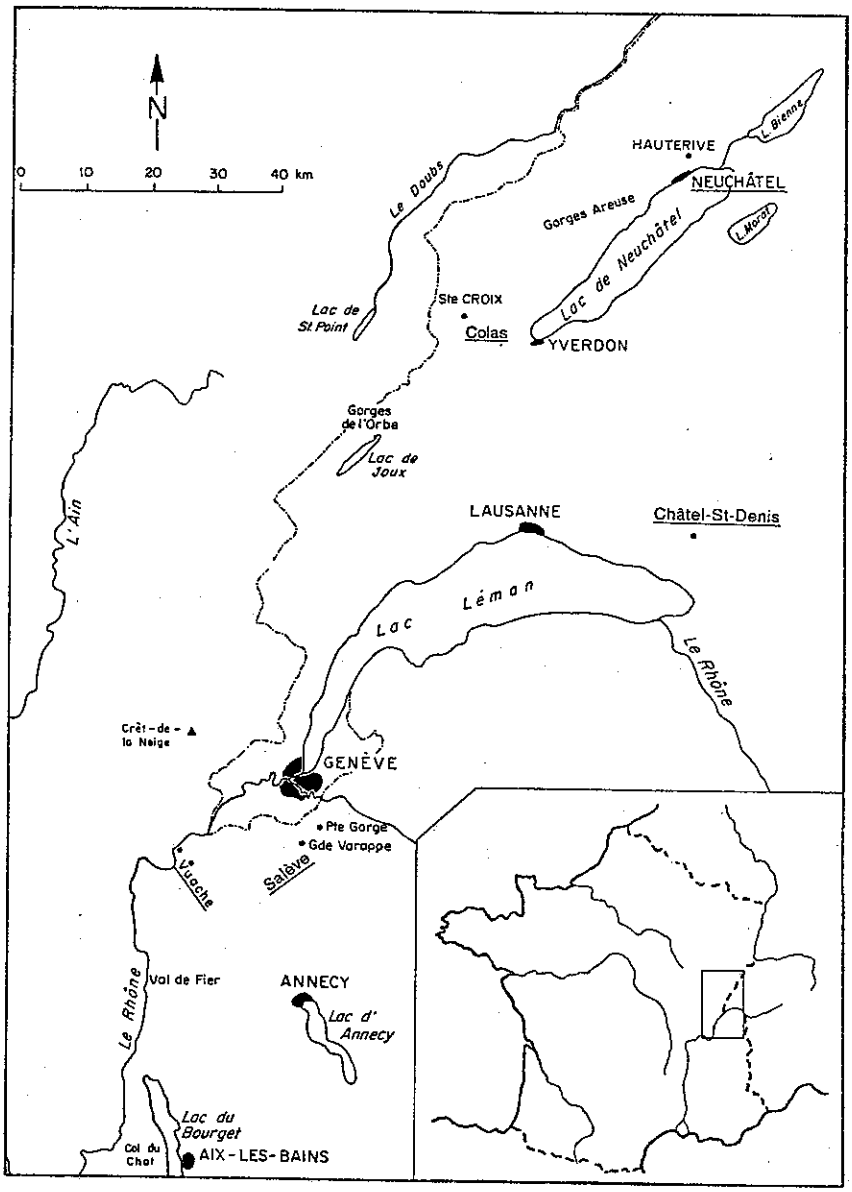


Fig. 90 : Localisation géographique des coupes étudiées par FAUCONNIER (1982, 1989) et POURTOY (1989) - (fond de carte d'après CLAVEL & CHAROLLAIS, 1989b).

Dans sa "Palynologie du stratotype de l'Hauterivien", FAUCONNIER (1982) ne donne aucune indication stratigraphique précise concernant les coupes abordées (Colas, Neuchâtel, Salève, Vuache) ; seules des indications d'ordre lithostratigraphique (noms de formations) sont fournies. Dans une autre publication concernant les mêmes séries, FAUCONNIER (1989) indique les références d'articles permettant de connaître le cadre biostratigraphique (par les Ammonites essentiellement) des niveaux que cet auteur a étudiés. Ce cadre stratigraphique est discuté, en s'appuyant sur les récentes études de l'Hauterivien du Jura [REMANE *et al.* (1989), CHAROLLAIS *et al.*, (1989), BUSNARDO & THIEULOY (1989), CLAVEL (1989), CLAVEL & CHAROLLAIS (1989a)]. La compilation de ces résultats palynologiques et biostratigraphiques fait l'objet des paragraphes ci-dessous. Précisons toutefois que, bien que la biostratigraphie des coupes étudiée par FAUCONNIER

(*op. cit.*) ait fait l'objet de publications récentes, aucune donnée de stratigraphie séquentielle n'a encore été publiée. Dans le cadre de ce travail, il sera considéré que les prismes de bas niveau marin sont absents des coupes du domaine de plate-forme et que chaque cycle sédimentaire de 3ème ordre débute dans un intervalle transgressif. Me basant sur les modèles théoriques développés dans le chapitre I de ce mémoire [FERRY & RUBINO, 1989a, 1989b ; MAGNIEZ-JANIN & JACQUIN, 1990] la base des faisceaux calcaires a été considérée comme marquant la surface du maximum d'inondation (qui sur la plate-forme correspond également à la surface basale de progradation).

La position stratigraphique des coupes qui sont abordées ici est illustrée par la figure 97.

1 - RAVIN DU COLAS

La stratigraphie de cette coupe n'a pu être précisée dans sa totalité. Les indications de REMANE *et al.* (1989, p. 36-38, fig. 10) et surtout CLAVEL (1989, p. 152-153, 155, fig. 2) et BUSNARDO & THIEULOY (1989, p. 118-122, fig. 7) ont toutefois permis un bon calage biostratigraphique pour la base de cette coupe. Cette série s'étend de la fin du Valanginien inférieur (zone à *Campylotoxum*) à l'Hauterivien inférieur (zone à *Loryi*).

Se basant sur la répartition stratigraphique des Dinoflagellés et des pollens disaccates, FAUCONNIER (1982, 1989) distingue 3 zones palynologiques (fig. 91). Estimant que des assemblages supplémentaires pouvaient être déduits des spectres illustrés par FAUCONNIER (*op. cit.*), j'ai subdivisé les dinozones I et II en Ia, Ib, IIa et IIb (fig. 91) : la limite entre les assemblages Ia et Ib se marque par la nette augmentation de *Cribroperidinium edwardsii* et la diminution de *Muderongia "staurota"*[1], *Muderongia tetracantha*, *Kiokansium polypes* et *Systematophora complicata*, ainsi que la diminution du pollen *Abietinaepollenites minimus* ; la limite entre les assemblages IIa et IIb se marque par l'augmentation de *Cyclonephelium distinctum*, *Kiokansium polypes* et la diminution de *Cyclonephelium brevispinatum*, *Cribroperidinium sepimentum* et *Kleithriasphaeridium simplicispinum*, ainsi que l'augmentation d'*Abietinaepollenites minimus*.

2 - SONDAGE DE NEUCHATEL

Concernant ce forage, les renseignements fournis par REMANE *et al.* (1989, p. 32-33, fig. 8) ne comportent pas d'indications d'ordre biostratigraphique. La répartition de certaines Ammonites de zones reconnues par CHAROLLAIS, CLAVEL & BUSNARDO (travaux en cours) révèle un âge hauterivien inférieur (zone à *Radiatus* - zone à *Cruasense*) pour l'ensemble du forage. La séquence marneuse de cette série (moitié inférieure du sondage) ne représente que l'intervalle de haut niveau marin compris entre le haut de la zone à *Radiatus* et la partie inférieure de la zone à *loryi*. Or, les échantillons palynologiques étudiés par FAUCONNIER (*op. cit.*) proviennent exclusivement de ces niveaux marneux.

De même que pour la série précédente, la zone palynologique II du sondage de Neuchâtel a été subdivisée en IIa et IIb (fig. 92) : la limite entre ces deux sous-zones se marque par l'augmentation de *Surculosphaeridium* sp., *Muderongia "staurota"*, *Cassiculosphaeridia magna*,

---

1) Voir la remarque concernant la détermination de ce taxon dans le chapitre VII, § "Mise en évidence de marqueurs stratigraphiques pour l'Hauterivien du domaine téthysien occidental ; 1-Apparitions".

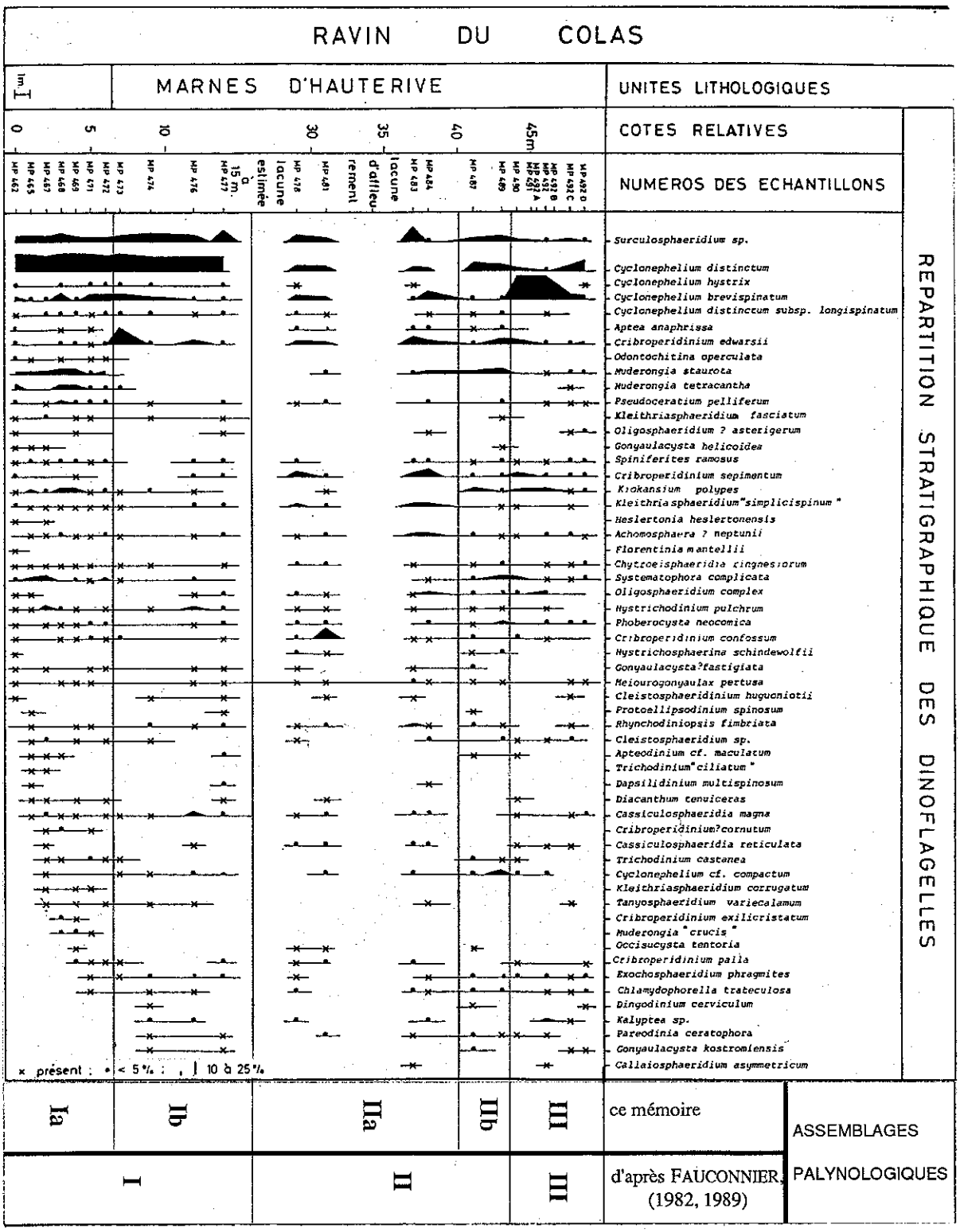
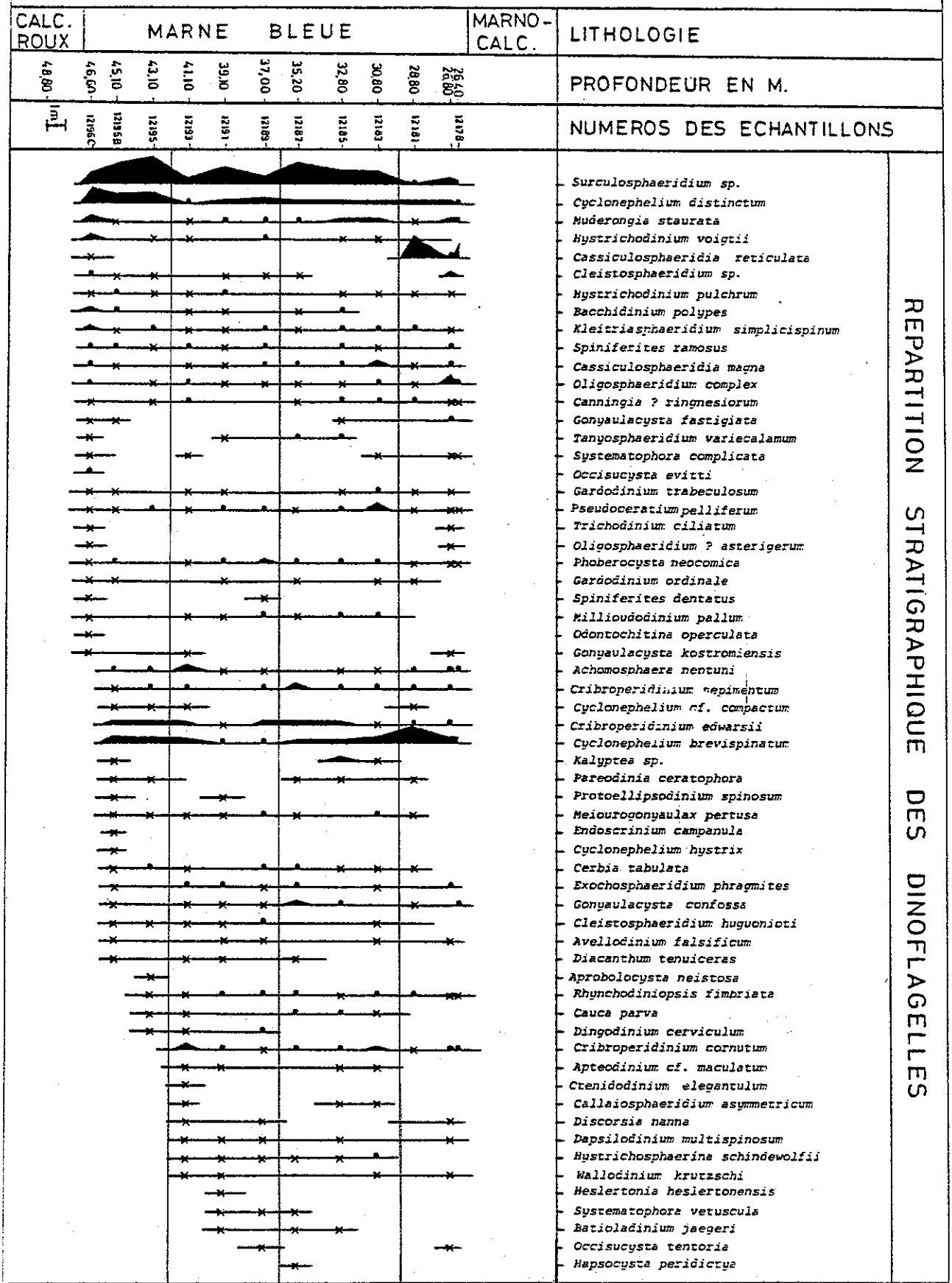


Fig. 91 : Répartition des kystes de Dinoflagellés le long de la coupe du ravin du Colas (d'après FAUCONNIER, 1982 1989).

Tanyosphaeridium variecalamus, *Cyclonephelium brevispinatum* et *Cauca parva*, et par une diminution d'*Abietinaepollenites minimus*.

Fig. 92 : Répartition des kystes de Dinoflagellés le long du sondage 208 de Neuchâtel (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989).

SONDAGE DE NEUCHATEL



I	IIa	IIb	III	ce mémoire	ASSEMBLAGES PALYNOLOGIQUES
I	II		III	d'après FAUCONNIER, (1982, 1989)	

3 - COUPE DU SALÈVE

La stratigraphie de cette coupe est discutée par CHAROLLAIS *et al.* (1989, p. 53-57, fig. 2) et reprise par CLAVEL & CHAROLLAIS (1989a, fig. 1) ; son extension s'étend du sommet du Valanginien inférieur (zone à *Campylotoxum*) au sommet de l'Hauterivien inférieur (zone à *Cruasense*). Mais là aussi, seule la partie marneuse (sommet de la zone à *Radiatus* - base de la zone à *Nodosoplicatum*) a été étudiée d'un point de vue palynologique.

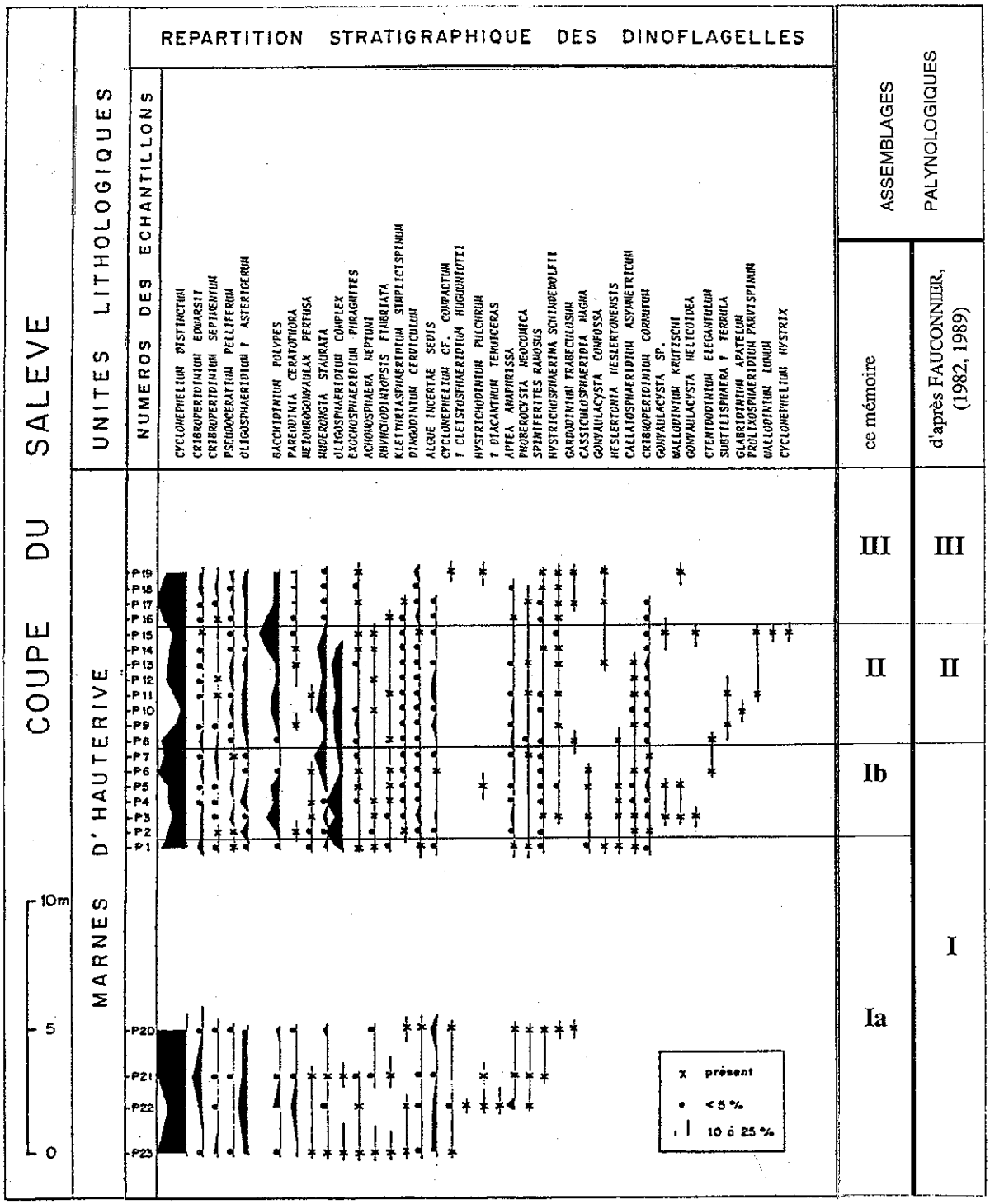


Fig. 93 : Répartition des kystes de Dinoflagellés le long de la coupe du Mont Salève (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989).

La zone palynologique I a été subdivisée en Ia et Ib (fig. 93) dont la limite est marquée par : l'augmentation de *Kiokansium polypes*, *Oligosphaeridium complex* (nette), *Kleithriasphaeridium simplicispinum* et *Dingodinium cerviculum*, et la diminution de *Cribroperidinium edwardsii* et "algue *Incertae sedis*".

4 - COUPE DU TUNNEL DU VUACHE

Son extension stratigraphique s'étend de la zone à *Campylotoxum* (sommet du Valanginien inférieur) à la zone à *Sayni* (base de l'Hauterivien supérieur)[CHAROLLAIS *et al.* (1989, p. 57-63, 65, fig. 3) ; CLAVEL & CHAROLLAIS (1989a, fig. 1)]. Là encore, l'échantillonnage palynologique ne recouvre pas l'ensemble de la série mais uniquement la partie inférieure, la plus marneuse, c'est-à-dire depuis la zone à *Campylotoxum* jusqu'à la zone à *Nodosoplicatum*.

Seules les zones palynologiques II et III définies par FAUCONNIER (*op. cit.*) concernent l'Hauterivien. Celles-ci ont été subdivisées en plusieurs sous-zones dont les limites sont marquées par (fig. 94) :

- limite entre les assemblages IIa et IIb : augmentation de *Cribroperidinium edwardsii*, *Cribroperidinium sepimentum*, "algue *Incertae sedis*" ; diminution de *Cyclonephelium brevispinatum*, *Achomosphaera* ? *neptunii*, *Cribroperidinium cornutum* et d'*Abietinaepollenites minimus*.
- limite entre les assemblages IIb et IIc : augmentation d'*Oligosphaeridium complex*, *Cassiculosphaeridia magna*, *Rhynchodiniopsis fimbriata*, *Cribroperidinium cornutum* ; diminution de *Cribroperidinium edwardsii*, *Cribroperidinium sepimentum*.
- limite entre les assemblages IIc et IId : augmentation de *Muderongia "staurota"*, *Systematophora complicata* ; diminution de *Rhynchodiniopsis fimbriata*, "algue *Incertae sedis*".
- limite entre les assemblages IIIa et IIIb : augmentation de *Cyclonephelium distinctum*, *Cyclonephelium brevispinatum* et d'*Abietinaepollenites minimus* ; diminution d'*Oligosphaeridium complex*, *Surculosphaeridium* sp., *Pseudoceratium pelliferum*.
- limite entre les assemblages IIIb et IIIc : augmentation de *Kiokansium polypes*, *Dingodinium cerviculum* ; diminution de *Muderongia "staurota"*.

5 - COUPE DE CHATEL-SAINT-DENIS

Il est à regretter que pour cette coupe 3 des 7 ammonitozones de l'Hauterivien aient été arasées par une lacune tectonique, car le reste de cette série bénéficie d'un cadre biostratigraphique (Ammonites) et stratigraphique séquentiel très précis (fig. 95-96). Excepté le fait que la position stratigraphique de la limite entre les assemblages palynologiques 2 et 3 est incertaine, les résultats de POURTOY (1989) peuvent être utilisés sans reconsidération stratigraphique.

6 - DISCUSSION

FAUCONNIER (*op. cit.*) décrit 3 zones palynologiques identifiables sur chacune de ses coupes, tout en reconnaissant que «les critères de définition de ces zones et les mailles d'échantillonnage adoptées sont peu favorables à leur délimitation verticale précise ; aussi les limites qui ont été reconnues dans chaque coupe ne peuvent

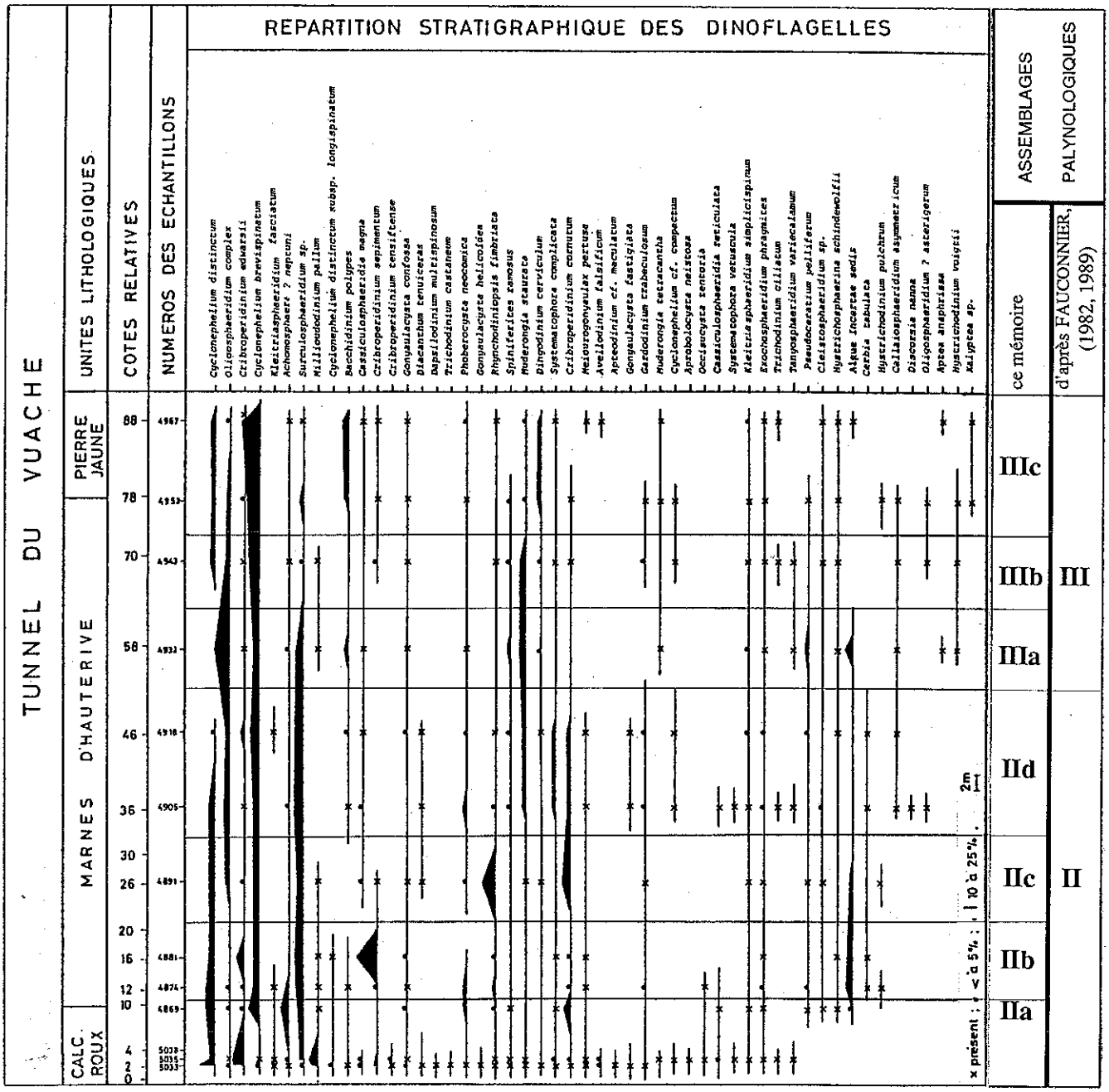


Fig. 94 : Répartition des kystes de Dinoflagellés le long de la coupe du tunnel du Vuache (d'après FAUCONNIER, 1982, 1989).

prétendre être vraiment contemporaines» (FAUCONNIER, 1989, p. 247). A la lumière d'un cadre biostratigraphique plus précis (établi en particulier par les faunes d'Ammonites : CHAROLLAIS *et al.*, 1989 ; BUSNARDO & THIEULOY, 1989 ; CLAVEL, 1989 ; CLAVEL & CHAROLLAIS, 1989a), on s'aperçoit que ces zones, pourtant proches sur le plan qualitatif, sont tout à fait asynchrones (fig. 97) : par exemple, la zone palynologique I du Salève représente les zones I + II + III de Neuchâtel et du Colas, et correspond à une grande partie de la zone II du Vuache.

L'identité des assemblages palynologiques ne semble donc pas être un critère suffisant pour établir la contemporanéité entre les différents niveaux de coupes appartenant pourtant à un même secteur paléogéographique. Nous allons voir ci-dessous jusqu'à quel point cette remarque se vérifie.

Etage	Zone ammonito	Nº Ech.	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	INTERVALLES DE DOMINANCE
BARREMIEN inférieur	Hugii	346	Mend. retic.	Syst. syliba	Oligo. complex	Prot.segh.med.	Mend. cf.groen.	Cyclo. brevisp.	
		344	Syst. syliba	Mend. retic.	Cyclo. brevisp.	Oligo. complex	Mend. cf.groen.	Cyclo. paucim.	
		334	Mend. retic.	Syst. syliba	Mend. cf.groen.	Prot.segh.med.	Subtil. perluc.	Cassic. magna	
		324	Syst. syliba	Mend. retic.	Oligo. complex	Mend. cf.groen.	Prot.segh.med.	Dingod. cerv.	
		322	Syst. syliba	Mend. cf.groen.	Mend. retic.	Prot.segh.med.	Oligo. complex	Dingod. cerv.	
		316	Syst. syliba	Mend. cf.groen.	Oligo. complex	Prot.segh.med.	Mend. retic.	Prot.touil.mu.	
HAUTERIVIEN supérieur	Angulicostata	312	Mend. cf.groen.	Syst. syliba	Dissil. glob.	Prot.segh.med.	Oligo. aster.	Mend. retic.	⑥ (S. syliba)
		298	Syst. syliba	Dingod. cerv.	Mend. retic.	Mend. cf.groen.	Prot.segh.med.	Cerb. tabul.	
		294	Syst. syliba	Dingod. cerv.	Oligo. aster.	Cyclo. brevisp.	Mend. retic.	Mend. cf.groen.	
		288	Syst. syliba	Mend. cf.groen.	Dingod. cerv.	Dissil. glob.	Oligo. aster.	Cyclo. paucim.	
		286	Syst. syliba	Dissil. glob.	Dingod. cerv.	Mend. cf.groen.	Cyclo. brevisp.	Oligo. aster.	
		280	Syst. syliba	Dissil. glob.	Dingod. cerv.	Spinif. multib.	Cyclo. brevisp.	Cleist. sp. KE	
		274	Syst. syliba	Dissil. glob.	Cyclo. brevisp.	Dingod. cerv.	Rhynch. limb.	Batiac.cf.macr.	
		256	Syst. syliba	Dissil. glob.	Dingod. cerv.	Oligo. complex	Tanyo. isoc.	Cyclo. brevisp.	
		254	Dingod. cerv.	Prot.segh.med.	Syst. syliba	Dissil. glob.	Cyclo. hystrix	Cyclo. brevisp.	⑤ (D. cerviculum - D. globulum)
		244	Dissil. glob.	Cyclo. paucim.	Syst. syliba	Cyclo. brevisp.	Dingod. cerv.	Prot.segh.med.	
		238	Subtil. perluc.	Dingod. cerv.	Dissil. glob.	Spinif. multib.	Prot.segh.med.	Cyclo. brevisp.	
		236	Dingod. cerv.	Dissil. glob.	Prot.segh.med.	Syst. syliba	Cyclo. paucim.	Subtil. perluc.	
		230	Syst. syliba	Dingod. cerv.	Cyclo. paucim.	Dissil. glob.	Cyclo. brevisp.	Spinif. multib.	
		224	Dingod. cerv.	Dissil. glob.	Cyclo. paucim.	Syst. syliba	Cassic. magna	Mend. cf.groen.	
		218	Dingod. cerv.	Syst. syliba	Dissil. glob.	Cyclo. paucim.	Ctenid. eleg.	Cassic. magna	
	Balearis	208	Dissil. glob.	Cyclo. paucim.	Dingod. cerv.	Syst. syliba	Cassic. magna	Batiac.cf.macr.	
		196l	Dingod. cerv.	Syst. syliba	Spinif. multib.	Dissil. glob.	Prot.segh.med.	Batiac.cf.macr.	
		196k	Dissil. glob.	Cyclo. paucim.	Dingod. cerv.	Syst. syliba	Batiac.cf.macr.	Cassic. magna	
		196j	Dissil. glob.	Dingod. cerv.	Cyclo. brevisp.	Cyclo. paucim.	Batiac.cf.macr.	Mud. staur.	
		196i	Dingod. cerv.	Dissil. glob.	Meiour. stov.	Oligo. complex	Cyclo. paucim.	Prot.segh.med.	
		196h	Dingod. cerv.	Cyclo. brevisp.	Cyclo. paucim.	Dissil. glob.	Prot.segh.med.	Batiac.cf.macr.	
		196g	Cyclo. brevisp.	Dissil. glob.	Cyclo. paucim.	Dingod. cerv.	Batiac.cf.macr.	Pterod. ? corn.	
		196f	Dissil. glob.	Dingod. cerv.	Cyclo. brevisp.	Pseud. gochtii	Syst. cret.	Mend. cf.groen.	
	? Sayni	196e	Dissil. glob.	Dingod. cerv.	Cyclo. brevisp.	Pseud. gochtii	Batiac.cf.macr.	Prot.segh.med.	④ (D. globulum)
		196d	Dissil. glob.	Cyclo. brevisp.	Mend. cf.groen.	Dingod. cerv.	Cassic. magna	Batiac.cf.macr.	
		196c	Dissil. glob.	Cyclo. brevisp.	Batiac.cf.macr.	Dingod. cerv.	Cyclo. hystrix	Prot.segh.med.	
	Sayni	196b	Dissil. glob.	Dingod. cerv.	Cyclo. brevisp.	Batiac.cf.macr.	Chl. hugonioti	Prot.segh.med.	
		196a	Dissil. glob.	Oligo. complex	Prot.segh.med.	Dingod. cerv.	Cyclo. paucim.	Cyclo. brevisp.	
		194	Dissil. glob.	Cyclo. brevisp.	Dingod. cerv.	Cassic. magna	Prot.segh.med.	Oligo. aster.	
		185	Dissil. glob.	Cyclo. brevisp.	Oligo. complex	Prot.segh.med.	Cycl. distinct.	Cyclo. hystrix	
		177	Prot.segh.med.	Dissil. glob.	Cyclo. brevisp.	Dingod. cerv.	Cyclo. hystrix	Cassic. magna	
		172	Dissil. glob.	Cassic. magna	Cyclo. hystrix	Cassic. retic.	Cycl. distinct.	Prot.segh.med.	
		168	Dissil. glob.	Cyclo. hystrix	Prot.segh.med.	Pseud. gochtii	Oligo. complex	Exoch. phrag.	
	? Sayni	164	Dissil. glob.	Prot.segh.med.	Exoch. phrag.	Cyclo. hystrix	Pseud. gochtii	Cribro. edw.	
Lacune									
HAUTERIVIEN inférieur	?	163c	Mend. retic.	Cyclo. hystrix	Cribro. edw.	Cym. valid.	Cyclo. brevisp.	Dissil. glob.	③ (C. validum - C. edwardsi)
		163b	Cym. valid.	Cyclo. hystrix	Cribro. edw.	Mend. retic.	Cyclo. brevisp.	Dissil. glob.	
		163a	Cym. valid.	Cribro. edw.	Cyclo. hystrix	Batiac.cf.macr.	Cyclo. brevisp.	Mend. retic.	
		162	Cribro. edw.	Cym. valid.	Mend. retic.	Cyclo. hystrix	Cyclo. brevisp.	Dissil. glob.	
		161d	Cyclo. hystrix	Cribro. edw.	Mend. retic.	Cym. valid.	Prot.segh.med.	Kleith. eoinod.	
		161c	Cym. valid.	Cyclo. hystrix	Mend. retic.	Cribro. edw.	Batiac.cf.macr.	Dissil. glob.	
		161b	Cyclo. brevisp.	Cyclo. hystrix	Batiac.cf.macr.	Cycl. distinct.	Mend. retic.	Cribro. edw.	
		161a	Mend. retic.	Prot.segh.med.	Cyclo. hystrix	Dissil. glob.	Cyclo. brevisp.	Cassic. magna	
		157	Batiac.cf.macr.	Cyclo. brevisp.	Prot.segh.med.	Cym. valid.	Cyclo. hystrix	Mend. retic.	
		156c	Prot.segh.med.	Mend. retic.	Dissil. glob.	Cribro. edw.	Batiac.cf.macr.	Chl. hugonioti	② (Protoellipsoidinium spp. - C. hugonioti)
		156b	Prot.segh.med.	Chl. hugonioti	Dissil. glob.	Batiac.cf.macr.	Prot.touil.mu.	Mend. retic.	
		156a	Batiac.cf.macr.	Cyclo. brevisp.	Mend. retic.	Cyclo. hystrix	Cribro. edw.	Cribro. orth.	
		153b	Prot.segh.med.	Batiac.cf.macr.	Dissil. glob.	Cyclo. brevisp.	Prot.touil.mu.	Mend. retic.	
		152b	Prot.segh.med.	Chl. hugonioti	Batiac.cf.macr.	Cribro. orth.	Prot.touil.mu.	Cribro. edw.	
	Radiatus	152a	Prot.segh.med.	Dissil. glob.	Cribro. orth.	Cyclo. hystrix	Chl. hugonioti	Cym. valid.	
		III-4b	Prot.segh.med.	Batiac.cf.macr.	Dissil. glob.	Prot.touil.mu.	Chl. hugonioti	Pterod. ? corn.	
		III-4a	Batiac.cf.macr.	Prot.segh.med.	Chl. hugonioti	Prot.touil.mu.	Cleist. sp. KE	Dissil. glob.	
		132	Prot.segh.med.	Cyclo. brevisp.	Batiac.cf.macr.	Prot.touil.mu.	Chl. hugonioti	Cym. valid.	
		123	Batiac.cf.macr.	Prot.segh.med.	Chl. hugonioti	Dissil. glob.	Cribro. palla	Cribro. orth.	
VALANGINIEN supérieur	Callidiscus	115	Prot.segh.med.	Prot.touil.mu.	Chl. hugonioti	Cribro. palla	Batiac.cf.macr.	Cribro. orth.	
		105	Prot.segh.med.	Prot.touil.mu.	Chl. hugonioti	Tan. variec.	Batiac.cf.macr.	Cassic. retic.	
		104	Chl. hugonioti	Prot.segh.med.	Dissil. glob.	Prot.touil.mu.	Batiac.cf.macr.	Tanyo. isoc.	
		101	Chl. hugonioti	Prot.segh.med.	Prot.touil.mu.	Batiac.cf.macr.	Gon. diutina	Cribro. palla	
		96	Prot.touil.mu.	Prot.segh.med.	Batiac.cf.macr.	Chl. hugonioti	Dissil. glob.	Phob. conv.1	
		64	Batiac.cf.macr.	Chl. hugonioti	Cleist. sp. KE	Prot.segh.med.	Tanyo. isoc.	Chl. nyei	
		II-22	Dissil. glob.	Prot.segh.med.	Hstrg.cf.conin.	Batiac.cf.macr.	Cym. valid.	Prot.touil.mu.	
		II-14	Prot.segh.med.	Dissil. glob.	Prot.touil.mu.	Phob. conv.1	Chl. hugonioti	Cycl. distinct.	
	Trino-doum	60	Prot.segh.med.	Chl. hugonioti	Batiac.cf.macr.	Prot.touil.mu.	Tanyo. isoc.	Cleist. sp. KE	
		II-8	Batiac.cf.macr.	Chl. hugonioti	Prot.segh.med.	Cassic. retic.	Chl. nyei	Prot.touil.mu.	
		30	Prot.segh.med.	Cassic. magna	Batiac.cf.macr.	Chl. hugonioti	Cribro. palla	Syst. complic.	
Lacune tectonique									
BERRIASIEN supérieur	equivalent Boissieri	16	Chl. hugonioti	Prot.segh.med.	Batiac.cf.macr.	Comet. whitei	Syst. complic.	Lept.? hyalod.	① (S. sp. cf. areolata)
		6b	Syst. cf. areol.	Cyclo. hystrix	Syst. scoriacea	Cyclo. brevisp.	Cribro. palla	Batiac. cf. macr	
		6a	Syst. cf. areol.	Cribro. palla	Cyclo. hystrix	Batiac.cf.macr.	Cyclo. brevisp.	Syst. scoriacea	

Fig. 95 : Coupe de Châtel-St-Denis ; classement des six taxons les plus abondants pour chaque niveau et extension des intervalles de dominance (*in* POURTOY, 1989).

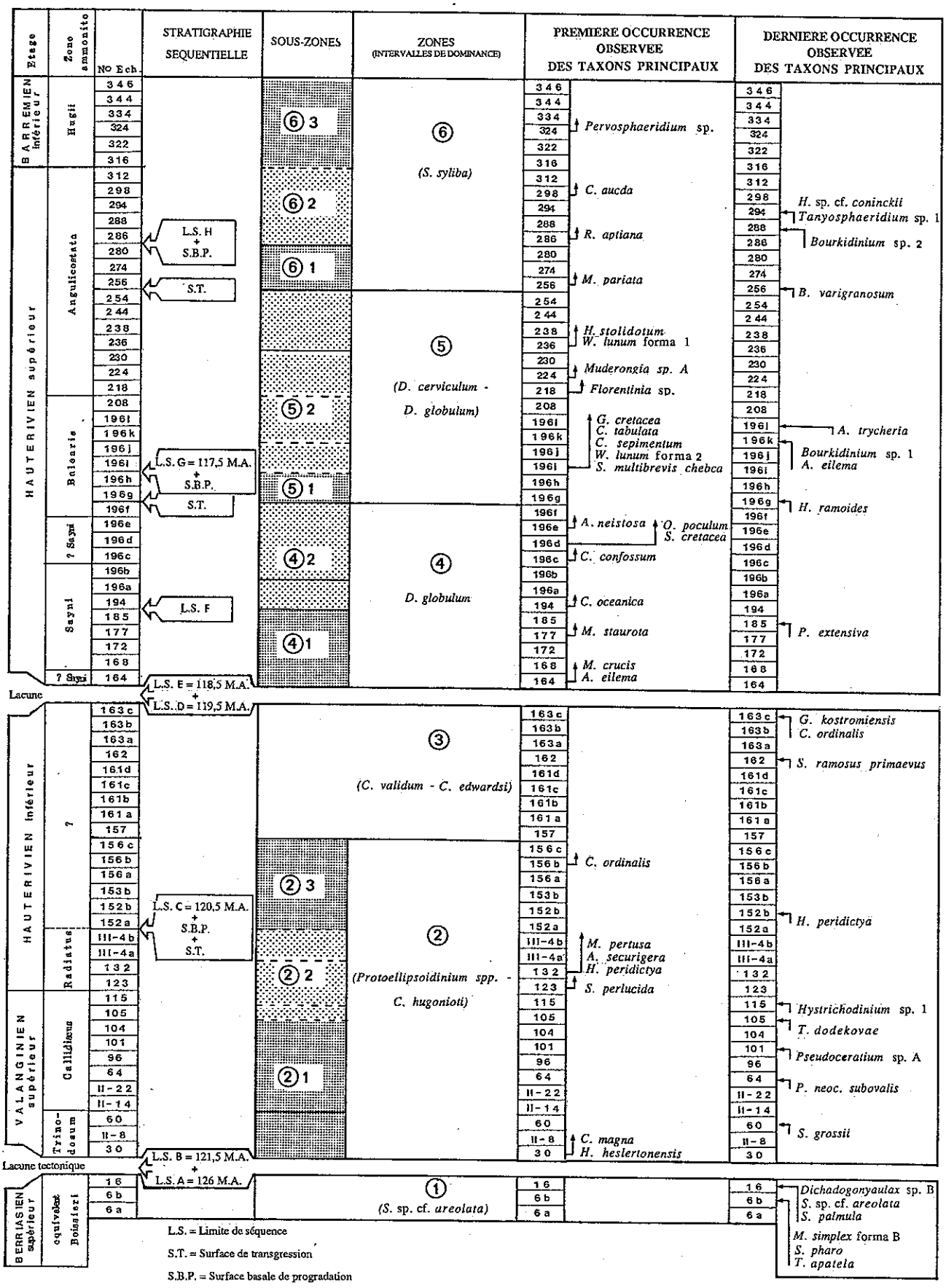


Fig. 96 : Coupe de Châtel-St-Denis ; biozonation des dinokystes du Crétacé inférieur (*in* POURTOY, 1989).

B - COMPARAISON DES ASSEMBLAGES DE DINOKYSTES

Pour cette approche, les assemblages correspondant aux sous-zones de POURTOY (1989) ainsi qu'à celles que nous venons de décrire d'après les séries observées par FAUCONNIER (1982, 1989 sont comparés aux assemblages définis à Vergons et aux Buissières. Nous verrons ensuite ce que donne la confrontation des différentes zones palynologiques définies par ces auteurs.

Rappelons tout d'abord que les assemblages utilisés ici correspondent à des périodes d'abondance maximale de certains taxons dont l'extension stratigraphique ne se limite pas forcément à cet intervalle. Même s'ils présentent des taxons identiques (parmi les plus abondants), des assemblages pourront être considérés comme différents si les fréquences relatives de ces taxons varient de façon importante. Ces assemblages pourront toutefois être regroupés en "super-assemblages" ayant valeur de zones palynologiques *sensu* FAUCONNIER ou POURTOY.

Ces assemblages représentent des intervalles de dominance et doivent donc être considérés comme des unités écostratigraphiques au sens de FORD & GOODMAN (1987), marquant des périodes de relative stabilité paléoenvironnementale, au moins au niveau de la tranche d'eau superficielle qui constitue l'aire de vie des Dinoflagellés.

Fort de ces considérations, nous pouvons donc estimer que des assemblages similaires représentent des conditions de milieu proches et que le synchronisme de plusieurs limites d'assemblages implique l'existence d'un événement paléoécologique d'autant plus important que ce synchronisme s'observe sur un grand nombre de coupes géologiques.

1 - COMPARAISON DE LA POSITION STRATIGRAPHIQUE DES LIMITES D'ASSEMBLAGES

Ramenées à une échelle chronologique commune, les extensions stratigraphiques des assemblages définis précédemment sont reportées sur la figure 97.

Dans le chapitre VII, nous avons mis en évidence que les limites des assemblages proposés pour Vergons et les Buissières pouvaient être considérées comme synchrones, car situées deux à deux dans les mêmes zones d'Ammonites et dans les mêmes cortèges sédimentaires. A partir de la figure 97, qui intègre les données de 7 coupes, la première remarque que nous pouvons faire est que, dans les séries de plate-forme, les assemblages palynologiques ont une extension verticale globalement beaucoup plus irrégulière que dans le bassin. Cette disproportion, tant dans le nombre des assemblages que dans leur extension stratigraphique, rend toute comparaison difficile. On arrive malgré tout à dégager certaines limites qui présentent un bon synchronisme entre les différentes coupes :

- au passage Valanginien/Hauterivien (SMI121) un changement d'association se marque sur toutes les coupes développant cet intervalle ;
- la limite de séquence LS120,5 est marquée par une limite palynologique visible sur les trois coupes du domaine océanique. Sur la plate-forme, le prisme de bas niveau est considéré comme absents, mais les assemblages de dinokystes présents de part et d'autre de cette lacune s'avèrent être distincts ;
- ces trois mêmes coupes montrent également une limite palynologique située en dessous de la surface de transgression ST*Rad.*. Sur la plate-forme, on remarque qu'au Vuache et au Colas

une nouvelle association de dinokystes débute avec le cortège sédimentaire (intervalle transgressif ?) recouvrant la lacune laissée par la période de bas niveau marin.

- la base de la zone à *Loryi* est marquée par des changements d'assemblage à Vergons, aux Buissières, à Neuchâtel et peut-être également au Colas (pour cette coupe, le cadre biostratigraphique de la partie sus-jacente à la zone à *Radiatus* n'est pas précisément défini par REMANE *et al.*, .1989, pp. 36-38, fig. 1).

Il est difficile de faire de telles observations sur le reste de la colonne stratigraphique car les coupes ont des extensions verticales différentes et entrecoupées de lacunes (tectoniques, d'observation ou d'échantillonnage) qui font que les confrontations n'intéressent plus que quelques-unes des 7 séries citées. Ce handicap est tel qu'il est périlleux d'affirmer la relativement bonne concordance observable entre la position des limites de la coupe de Châtel-St-Denis et de celles des Buissières et de Vergons durant l'Hauterivien supérieur.

Si l'on cherche à établir une correspondance au niveau des zones palynologiques (et non plus des sous-zones), on ne remarque aucun synchronisme notoire entre les différentes séries (fig. 97) ; à l'exception de la limite entre les zones palynologiques III/IV de Vergons, II/III du Vuache et I/II du Salève (zones à *Nodosoplicatum*), aucune des limites de zone (ou de "super-assemblage") n'est stratigraphiquement commune à plus de deux coupes à la fois.

Ainsi, il s'avère que si un certain synchronisme peut s'établir entre les limites d'assemblages (notamment pour les coupes des Buissières et de Vergons), ce n'est pas du tout le cas au niveau des zones palynologiques.

2 - COMPARAISON DU CONTENU DES ASSEMBLAGES

Une telle étude paraît devoir être menée suivant deux étapes : la première consistant à comparer les assemblages contemporains les uns des autres ; la seconde consistant à chercher s'il existe des assemblages identiques durant des périodes différentes. L'objectif recherché est d'observer si un assemblage palynologique peut être typique d'un intervalle de temps (marquage biostratigraphique) ; si oui, sur quelle étendue paléogéographique ? ; si non, cet assemblage peut-il apporter une identification paléoécologique ?

De même que dans le paragraphe précédent, nous nous intéresserons dans un premier temps au contenu des assemblages avant de comparer entre eux ceux des "super-assemblages" déduits de ces premiers ensembles. Pour faciliter les comparaisons, certaines espèces présentant une morphologie très proche ont été considérées comme équivalentes : c'est le cas de *Surculosphaeridium* sp. et *Cymososphaeridium validum*, *Cyclonephelium distinctum* et *Cyclonephelium hystrix*, *Chlamydophorella hugoniotti* et *Gardodinium albertii*, *Oligosphaeridium* ? *asterigerum* et *Oligosphaeridium complex*, *Protoellipsodinium* spp. et *Sentusidinium* sp. A.

2.1 - Comparaison des assemblages contemporains

A titre d'exemple, nous allons confronter les assemblages de l'intervalle de temps couvert par la seconde moitié de la zone à *Radiatus* ; cet intervalle ayant été choisi parce que c'est la seule période commune aux sept coupes dont nous disposons. Seront donc considérés

les intervalles :

3-4 de Vergons, **31** de Châtel-St-Denis, **6-7** des Buissières,
IId du Vuache, **Ia** du Salève, **I-IIa** de Neuchâtel et
Ib-IIa du Colas.

Se basant sur les analyses de la présente étude, ainsi que sur celles de FAUCONNIER (1982, 1989) et de POURTOY (1989),(*cf.* fig. 79-80, 90-95), nous observons que :

- pour la même période de temps (de la STRad. à la fin de la zone à *Radiatus*), certaines coupes développent un seul assemblage (Châtel-St-Denis, Salève) alors que d'autres en montrent deux, qui, dans le cas des Buissières, de Neuchâtel et du Colas représentent même deux zones palynologiques distinctes.

à Vergons	à Châtel-St-Denis	aux Buissières	au Vuache
Dissiliodinium cf. *globulum* et *Gardodinium albertii* sont dominants.	*Cymososphaeridium validum*, *Cyclonephelium hystrix*, *Cribroperidinium edwardsii* et *Mendicodinium reticulatum* sont dominants.	*C. hystrix*, *C. validum* et *Pseudoceratium pelliferum* (assemblage 6) puis *Cyclonephelium brevispinatum*, *D.* cf. *globulum* et *C. validum* (assemblage 7) sont dominants.	*Surculosphaeridium* sp., *C. brevispinatum*, *Oligosphaeridium complex* sont prépondérants.
au Colas	au Salève	à Neuchâtel	
Cyclonephelium distinctum, *Surculosphaeridium* sp., *C. edwardsii* et *C. brevispinatum* (assemblages Ib et IIa) prédominent.	*C. distinctum*, *Oligosphaeridium ? asterigerum*, *C. edwardsii* sont dominants.	*Surculosphaeridium* sp., *C. distinctum*, *C. brevispinatum* et *C. edwardsii* (assemblages I et IIa) sont dominants.	

Si l'on considère les équivalences entre les taxons morphologiquement proches comme valides, on voit que ce sont les assemblages 4 de Vergons et 7 des Buissières qui montrent le plus de différences par rapport aux autres associations (Châtel-St-Denis et séries de plate-forme) de la seconde moitié de la zone à *Radiatus*. Les taxons dominants dans les assemblages IIa du Colas et 31 de Châtel-St-Denis sont proches, mais *M. reticulatum* qui est codominant à Châtel-St-Denis est totalement absent au Colas. Pour les autres assemblages, les dominances se partagent entre *C. hystrix-C. distinctum*, *C. validum-Surculosphaeridium* sp., *C. brevispinatum* et *C. edwardsii* ; l'ordre de dominance et les proportions relatives de ces taxons n'étant cependant jamais les mêmes d'un assemblage à l'autre.

Parmi les assemblages synchrones présentant une bonne analogie des taxons dominants,

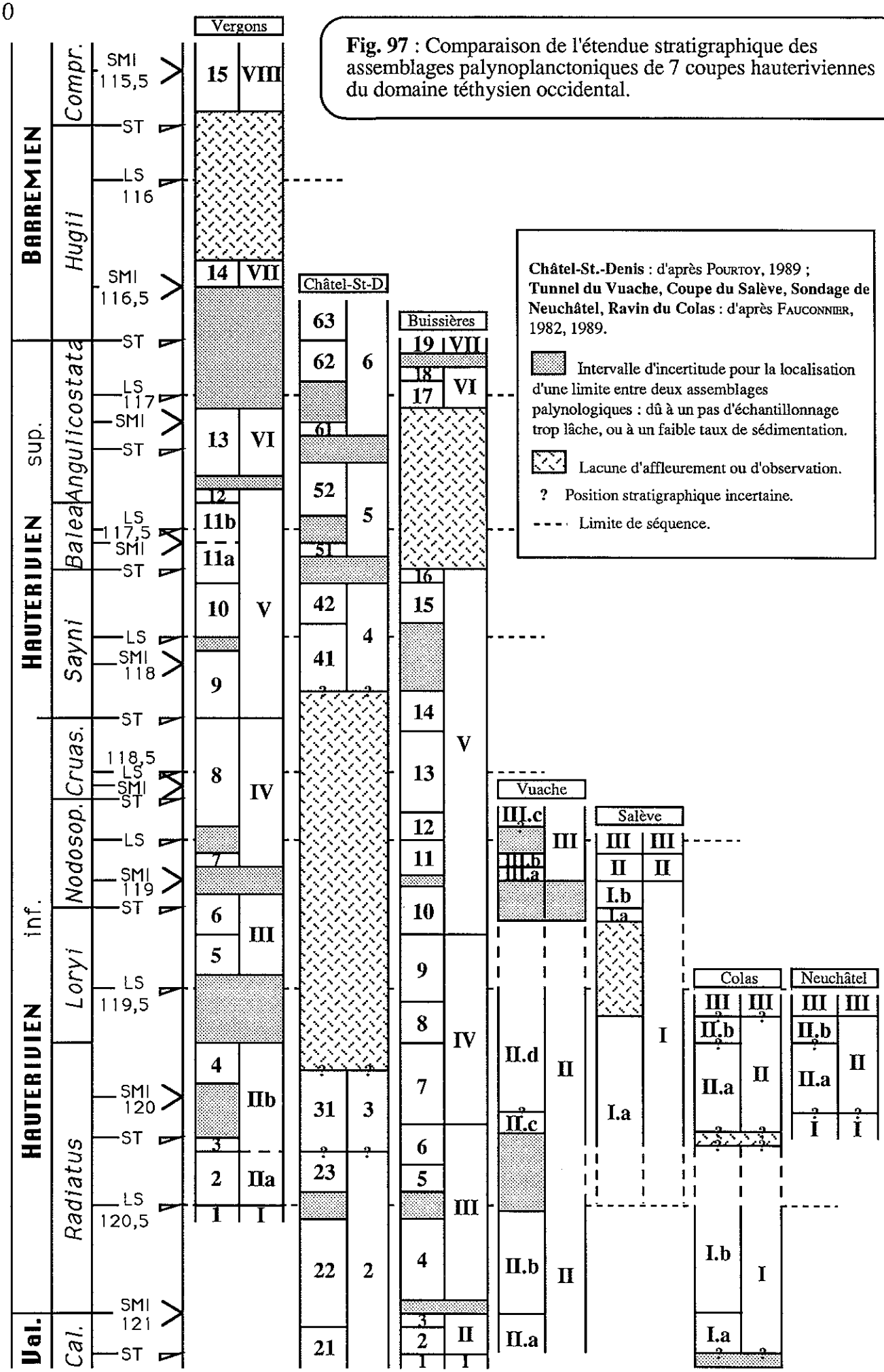


Fig. 97 : Comparaison de l'étendue stratigraphique des assemblages palynoplanctoniques de 7 coupes hauteriviennes du domaine téthysien occidental.

citons : - l'assemblage 13 des Buissières qui est proche de IIIc du Vuache (Sommet de la zone à *Nodosoplicatum*),

- ainsi que Ib du Colas avec l'assemblage 4 des Buissières (PHN, base de la zone à *Radiatus*),

- et III de Neuchâtel avec l'assemblage III du Colas (PHN, base de la zone à *Loryi*).

Il existe donc, le long des séries considérées, des assemblages proches de par leur composition en dinokystes ; notons toutefois que ces cas restent relativement peu fréquents sur l'ensemble de l'analyse.

Les nombreuses différences observées portent principalement sur les proportions relatives des taxons plutôt que sur leur qualité spécifique ; c'est-à-dire que la majorité des espèces bien représentées est commune à tous les assemblages considérés, mais leurs proportions relatives et donc leurs rangs d'abondance sont dissemblables. Partant du principe que des associations palynoplanctoniques différentes caractérisent des environnements différents, il semble que pour l'Hauterivien du domaine téthysien nord-occidental, les conditions de milieu étaient (du moins dans la zone photique) sensiblement différentes entre les diverses séries que nous venons d'aborder.

2.2 - Comparaison des assemblages asynchrones

Cette seconde étape concerne la comparaison des assemblages asynchrones mais qualitativement proches afin de détecter les déphasages stratigraphiques (déplacements verticaux) et/ou les déplacements paléogéographiques (horizontaux) au cours de l'Hauterivien. Compte tenu de la nature non homogène des documents à partir desquels cette investigation a été réalisée, les comparaisons ont été effectuées presque uniquement sur la base du rang de dominance des taxons au sein d'un assemblage. Ainsi, un examen attentif des assemblages de dinokystes des sept coupes permet de déceler un certain nombre d'associations présentant des dominances similaires.

Nous pouvons estimer que, par les rangs d'abondance de leurs taxons dominants, les assemblages suivant sont proches :

- III de Neuchâtel (PHN, base de la zone à *Loryi*), III du Colas (PHN, base de la zone à *Loryi*) ; où *C. brevispinatum* domine très largement, avec *C. distinctum* et *Surculosphaeridium* sp. abondants (= "**éco-assemblage" A**).

- IIa, IIb, IIc du Vuache (IT+PHN+IT, fin de la zone à *Callidiscus* - milieu de la zone à *Radiatus*), IIa du Colas (IT+PHN, sommet de la zone à *Radiatus*), 1 des Buissières (PBP, zone à *Callidiscus*), 31 de Châtel-St-Denis (IT+PHN, zone à *Radiatus*) ; où *Surculosphaeridium* sp., *C. brevispinatum* et *C. distinctum* prédominent de façon presque égale (= "**éco-assemblage" B**).

- I, IIa, IIb de Neuchâtel (IT+PHN, fin de la zone à *Radiatus* + base de la zone à *Loryi*) ; où *Surculosphaeridium* sp. domine nettement, avec *C. brevispinatum* et *C. distinctum* bien représentés (= "**éco-assemblage" B'**).

- Ib, II, III du Salève (IT+PHN, zone à *Nodosoplicatum*) ; où *C. distinctum* prédomine, bien accompagné de *O. complex* ou *O. ? asterigerum* et *K. polypes* (= "**éco-assemblage"**

D).

- Ia, Ib du Colas (IT+PHN, sommet de la zone à *Callidiscus* à la base de la zone à *Radiatus*), IIb du Colas (PHN, base de la zone à *Loryi*), 4, 5, 6 des Buissières (PHN+PBP, zone à *Radiatus*) ; où *C. distinctum* prédomine, bien accompagné de *Surculosphaeridium* sp. et *M. "staurota"* ou *K. polypes* (= **"éco-assemblage" E**).

- IIIc du Vuache (PBN?, zone à *Nodosoplicatum*), 13 des Buissières (PBP+IT+PHN+PBP, fine de la zone à *Nodosoplicatum* - zone à *Cruasense*) ; où *C. brevispinatum* domine, avec *K. polypes* et *D. cerviculum* bien représentés (= **"éco-assemblage" F**).

- 8 de Vergons (PBN+IT+PHN+PHN, base de la zone à *Loryi*) ; avec *K. polypes* et *D. cerviculum* très abondants, mais où *Sentusidinium* sp. A domine (= **"éco-assemblage" F'**).

- 52 de Châtel-St-Denis (PBN, base de la zone à *Angulicostata*), 10 de Vergons (PBN, zone à *Sayni*) ; où *D. cerviculum* et *D.* cf. *globulum* prédominent (= **"éco-assemblage" G**).

- 16 des Buissières (PBP, sommet de la zone à *Sayni*) ; où *D. cerviculum* et *D.* cf. *globulum* sont abondants, mais avec *O. complex* et *K. polypes* prédominants (= **"éco-assemblage" G'**).

- 17 des Buissières (PHN+PBP, zone à *Angulicostata*), 62 de Châtel-St-Denis (PBN, sommet de la zone à *Angulicostata*), 13 de Vergons (PBN+IT+PHN, zone à *Angulicostata*) ; où *S. silyba* et *D. cerviculum* prédominent (= **"éco-assemblage" H**).

La position stratigraphique de ces "éco-assemblages" est illustrée par la figure 98.

Il apparaît que peu d'"éco-assemblages" sont communs au domaine océanique (Vergons, Châtel-St-Denis) et de plate-forme (Vuache, Salève, Neuchâtel, Colas). Par contre, le domaine intermédiaire (Buissières) présente des "éco-assemblages" que l'on rencontre dans l'un ou l'autre de ces milieux.

Nous pouvons remarquer que les "éco-assemblage" B, B' et E se rencontrent essentiellement dans les niveaux inférieurs des séries de plate-forme [depuis la zone à *Callidiscus* (Vuache, Colas), jusqu'à la base de la zone à *Loryi* (Colas, Neuchâtel)]. La présence des "éco-assemblages" B et E à la base des Buissières (du sommet de la zone à *Callidiscus* au milieu de la zone à *Radiatus*) et à Châtel-St-Denis (zone à *Radiatus*) peut être interprétée comme indiquant une tranche d'eau minimale dans ces séries au début de l'Hauterivien.

Sur la plate-forme, la base de l'Hauterivien est marquée par le faciès des "marnes d'Hauterive", qui est certainement à relier à l'intervalle transgressif du cycle de 2ème ordre LZB-2 de HAQ *et al.* (1987b). Ces données lithologiques nous amènent donc à considérer que la présence des "éco-assemblages" B et E indiquent une épaisseur minimale de l'espace d'accomodation au cours de la zone à *Radiatus* à Châtel-St-Denis et de la fin de la zone à *Callidiscus* au milieu de la zone à *Radiatus* aux Buissières. Ceci impliquerait qu'un phénomène d'approfondissement sans doute lié à une phase transgressive de 2ème ordre s'est manifesté dans le domaine hémipélagique à partir du milieu de la zone à *Radiatus*, et légèrement plus tard dans le domaine pélagique.

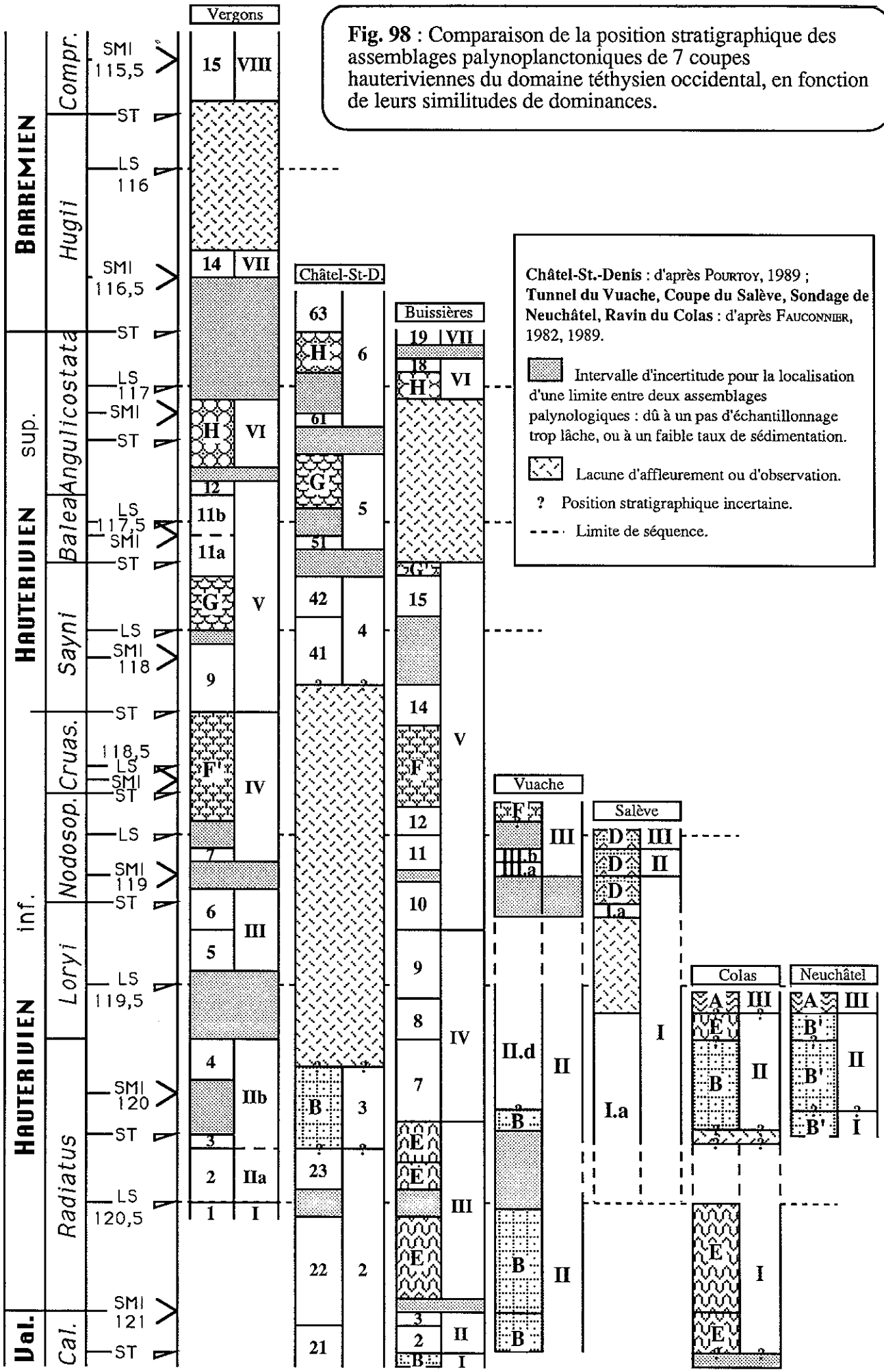


Fig. 98 : Comparaison de la position stratigraphique des assemblages palynoplanctoniques de 7 coupes hauteriviennes du domaine téthysien occidental, en fonction de leurs similitudes de dominances.

Seule la coupe du Colas présente un cas de redoublement d'"éco-assemblage" : l'"éco-assemblage" B est encadré de part et d'autre par l'"éco-assemblage" E.

Nous remarquons également que pour l'Hauterivien inférieur des milieux de plate-forme, la succession verticale des différents "éco-assemblages" se fait sans suivre de façon régulière le même ordre d'une coupe à l'autre. Nous pouvions nous attendre à ce que, comme le démontre le modèle théorique illustré par POURTOY (1989, p. 88-89, fig. 25), des changements environnementaux tels que des variations eustatiques entraînent un déplacement latéral des assemblages de dinokystes, induisant des successions d'assemblages qui suivent une logique identique à celle énoncée par le principe de WALTHER utilisé par les sédimentologues.

Dans les 3 coupes les plus éloignées du rivage, l'ordre d'apparition des "éco-assemblages" F/F', G/G', H est le même, sans que ces "éco-assemblages" soient pour autant synchrones. L'absence d'information concernant l'Hauterivien supérieur du plateau ne permet pas de savoir si ce phénomène est dû au domaine paléogéographique en question (milieu distal) ou à la position stratigraphique de ces "éco-assemblages" qui impliquerait des conditions environnementales plus homogènes dans l'Hauterivien supérieur que dans l'Hauterivien inférieur.

2.3 - Discussion

Il ressort de ces observations que, même si l'on ne considère que les premières espèces les plus abondantes au sein d'un assemblage, chacun de ces assemblages est distinct des autres. Si l'on ne tient plus compte de l'ordre de dominance des 2 ou 3 taxons les mieux représentés au sein d'un assemblage, alors seulement, des similitudes se dégagent entre les associations de dinokystes. Cette remarque, faite au niveau des assemblages, se vérifie également au niveau des "super-assemblages" ou des dinozones. Des composantes globales peuvent être trouvées, mais elles réduisent alors le pouvoir de résolution stratigraphique que l'on obtient à partir des assemblages.

3 - COMPARAISON DES ZONES D'ÉPANOUISSEMENT DE CERTAINS TAXONS

Après avoir suivi le comportement des taxons regroupés en assemblages (paragraphes ci-dessus), nous allons nous attacher à certains taxons en particulier, intéressants par leur développement important, mais caractérisés par la variabilité de leur représentation au cours de l'Hauterivien.

•) Le taxon présentant la variation la plus manifeste est très certainement ***Dingodinium cerviculum*** *s.l.* (sont regroupées sous ce nom les sous-espèces *D. cerviculum cerviculum*, *D. cerviculum albertii* et *D. cerviculum europaeum*). Déjà présent dans le Valanginien supérieur, *D. cerviculum* devient commun au milieu de l'Hauterivien inférieur et se présente souvent comme une espèce dominante à partir de la fin de l'Hauterivien inférieur. Une baisse de production des kystes de cette espèce est visible durant la zone à *Hugii*, tant à Vergons qu'à Châtel-St-Denis. Sa prépondérance durant le Barrémien inférieur se réaffirme à partir de la zone à *Compressissima*.

Si pour toutes les coupes ouest-téthysiennes l'augmentation progressive de la proportion de *D. cerviculum* se vérifie, une étude détaillée montre que l'âge des paliers d'accroissement n'est pas toujours synchrone d'une coupe à l'autre. En outre, les maxima de présence de cette espèce se manifestent dans le domaine pélagique par une très forte abondance pouvant aller jusqu'à la dominance exclusive (assemblages 51-52 de Châtel-St-Denis ; 8 à 12 et 15 de Vergons) alors qu'en milieu moins distal *D. cerviculum* est certes présent, mais dans des proportions beaucoup plus faibles.

En ce qui concerne le décalage stratigraphique des paliers d'abondance entre les différentes coupes :

- *D. cerviculum* est commun à partir de la LS119,5 aux Buissières (milieu de la zone à *Loryi*) ; à partir de la zone à *Nodosoplicatum* au Vuache (SMI119 ?), au Salève (STNod. ou SMI119 ?) et à Vergons (SMI119).

- son maximum d'abondance commence avant la fin de la zone à *Loryi* aux Buissières ; vers la LSNod. au Vuache, au Salève et à Vergons; à partir de la zone à *balearis* à Châtel-St-Denis.

Il est surprenant de constater un meilleur synchronisme des paliers de dominance entre Vergons et les coupes de plate-forme qu'entre Vergons et Châtel-St-Denis qui sont des coupes représentant toutes deux le domaine pélagique. De plus, il semble que ces phénomènes se manifestent de façon plus précosse dans le domaine intermédiaire (Buissières) que dans le domaine pélagique.

En ce qui concerne Vergons et Châtel-St-Denis, le décalage observé au niveau de ces coupes, malgré leur analogie de milieux, peut s'expliquer par une origine paléogéographique différente : Vergons appartient au domaine vocontien, alors que Châtel-St-Denis est à replacer dans l'Ultrahelvétique des Pléiades.

En conclusion, nous pouvons considérer que, au moins pour le domaine téthysien nord-occidental, le début de l'épanouissement de *D. cerviculum s.l.* se situe entre la zone à *Nodosoplicatum* (milieu de l'Hauterivien inférieur) et celle à *Balearis* (milieu de l'Hauterivien supérieur).

•) ***Systematophora scoriacea*** n'a été observée dans l'Hauterivien qu'aux Buissières et à Vergons. Présente aux Buissières au milieu de la zone à *Radiatus*, elle domine les autres espèces de Dinoflagellés durant la zone à *Loryi* ; à Vergons, c'est également au cours de cette zone que *S. scoriacea* atteint son maximum de présence, mais sans être dominante. Le maximum d'abondance de *S.scoriacea* entre Vergons et les Buissières se marque toutefois avec un décalage temporel égal à la première moitié de la zone à *Loryi*.

Bien que *S. scoriacea* n'ait auparavant jamais été citée dans l'Hauterivien, nous pouvons considérer que, globalement, l'acmé de cette espèce est caractéristique de la zone à *Loryi*.

De taille plus grande mais de morphologie proche, *Systematophora complicata* montre des maxima de présence enregistrés au Vuache et au Salève respectivement durant les intervalles "mid-*Radiatus* -*Loryi*" et base de *Loryi*, c'est-à-dire sensiblement durant la même période que les maxima de présence de *S. scoriacea*.

Ces similitudes morphologiques et stratigraphiques vont dans le sens d'une identité

écologique de certains taxons morphologiquement convergents chez les kystes de Dinoflagellés.

•) Si l'on considère ***Cymososphaeridium validum*** et ***Surculosphaeridium* sp.** *sensu* FAUCONNIER (1982, 1989) comme des équivalents morphologiques (et probablement écologiques), nous voyons que leur extension stratigraphique présente des acmés dans presque toutes les séries que nous confrontons : aux Buissières, *C. validum* est dominant à codominant depuis la base de la coupe (Valanginien terminal) jusqu'à la fin de la zone à *Nodosoplicatum* ; à Vergons, *C. validum* n'est abondant que dans la seconde moitié de l'Hauterivien inférieur ; à Châtel-St-Denis, l'acmé de cette espèce débute au milieu de la zone à *Radiatus* et se termine pendant le laps de temps représenté par la lacune tectonique affectant cette coupe (c'est-à-dire avant la base de l'Hauterivien supérieur) ; la représentation de *Surculosphaeridium* sp. au Vuache est déjà forte à la fin du Valanginien supérieur et se poursuit jusqu'au milieu de la zone à *Nodosoplicatum* ; à Neuchâtel, cette forme est dominante dès la base du sondage (milieu de la zone à *Radiatus*) jusqu'au début de la zone à *Loryi* ; modérément représenté au Colas, *Surculosphaeridium* sp. montre son maximum de fréquence relative depuis la base de la coupe (Valanginien terminal) jusqu'au milieu de la zone à *Loryi* ; *Surculosphaeridium* sp. n'a pas été signalé au Salève.

Nous pouvons donc conclure que l'acmé de *C. validum-Surculosphaeridium* sp. commence avant la fin du Valanginien sur la plate-forme (interne et externe) et plus tard en domaine pélagique ("mid-*Radiatus*" - fin *Loryi*) alors que la fin de cet acmé se produit pendant la zone à *Loryi* sur la plate-forme et plus tardivement plus on se rapproche du domaine pélagique où cet acmé ne dépasse pas l'Hauterivien inférieur.

•) ***Dissiliodinium globulum*** est une espèce remarquable par les acmés spectaculaires qu'elle développe au cours de l'Hauterivien du NW téthysien : à Vergons, *D.* cf. *globulum* montre des périodes de dominance écrasante avec des fréquences relatives pouvant dépasser 20% et même 30% de la population totale des dinokystes ; à Châtel-St-Denis, sa suprématie reste "inébranlable" durant toute la zone à *Sayni* (plus de 500.000 ans). Dans le domaine de plate-forme, la présence de *D. globulum* n'a, jusqu'à présent, pas été signalée dans les terrains considérés (MILLIOUD, 1967, 1969 ; FAUCONNIER, 1982, 1989). Nous basant sur une stratigraphie précise et détaillée, il apparaît que les acmés de cette espèce en domaine de plate-forme sont sporadiques et, bien qu'ils soient parfois contemporains entre deux coupes, les limites de leurs périodes d'abondance ne sont pas synchrones. D'après les observations de POURTOY (1989), *D. globulum* ne montre pas d'abondance particulière avant la zone à *Callidiscus*.Aucun développement important de cette espèce n'est enregistré entre le milieu de la zone à *Loryi* et le début de la zone à *Sayni*. Mais, ce laps de temps correspond à Châtel-St-Denis à une lacune tectonique, donc aucune information en provenance de cette coupe ne permet de confirmer la très nette baisse d'abondance de *D. globulum* pendant l'intervalle "*Loryi-Sayni*".

D. globulum a une morphologie telle (voir les observations pour cette espèce dans la "Systématique", en annexe) que seul son archéopyle permet de le rattacher au groupe des Dinoflagellés. Sa paroi se froissant facilement, cette espèce peut, si l'on n'a pas l'habitude de sa

texture, ne pas être identifiée. C'est sans doute l'une des raisons pour laquelle peu de citations de cette espèce ont été formulées. Ainsi, le fait que *D. globulum* n'ai jamais été signalé dans les milieux de plate-forme interne du Crétacé inférieur n'est que dubitativement considéré comme exprimant la préférence écologique de cette espèce pour les domaines plus distaux.

Le côté sporadique et asynchrone des acmés de *D. globulum* ne permet pas de définir de façon précise l'étendue stratigraphique de ces abondances. Nous pouvons toutefois déduire de nos observations que l'intervalle de temps durant lequel se produisent les acmés de *D. globulum* s'étend du Valanginien terminal (zone à *Callidiscus*) à la fin de l'Hauterivien supérieur (zone à *Angulicostata*).

•) Le même phénomène se produit également avec ***Mendicodinium reticulatum*** que l'on ne rencontre que dans les trois coupes les plus distales, et dont la répartition verticale des acmés est sporadique et asynchrone entre ces coupes. Synthétiquement, une première période d'acmé se manifeste entre la LS120,5 (zone à *Radiatus*) et le milieu de la zone à *Nodosoplicatum*, et une seconde période s'observe à Châtel-St-Denis seulement, au passage Hauterivien/Barrémien (entre la LS117 et la SMI116,5).

•) Parmi les autres formes pérennes présentant de nettes variations de fréquences relatives, citons : ***Systematophora silyba***, ***Kiokansium polypes***, ***Oligosphaeridium*** **spp.**, ***Chlamydophorella + Gardodinium*** **spp.**. Ces taxons se retrouvent dans la majorité des coupes étudiées ici. La synthèse de la répartition stratigraphique de leurs maxima d'abondance est illustrée par la figure 99.

L'étude attentive de la position stratigraphique des limites des zones d'acmé développées par les taxons que nous venons de suivre montre la non contemporanéité de ces limites entre les coupes étudiées ici. Un décalage indéniable existe entre ces limites, mais celui-ci ne se fait pas toujours dans le même sens et ne suit aucun ordre particulier entre les coupes. Il n'est donc pas possible, sur la seule base du décalage temporel entre les périodes d'acmé de ces taxons, de déterminer quelles sont les préférences de ces derniers en ce qui concerne l'éloignement à la côte (distalité). Cette notion n'implique pas forcément un lien avec la bathymétrie, mais plutôt avec le fait que les milieux distaux correspondent à des environnements beaucoup plus stables que les domaines de plate-forme. Sur ces derniers les gradients de paramètres tels que la température ou la salinité sont nettement plus élevés. La variabilité de ces gradients, ainsi que leur déplacement dû aux variations relatives du niveau marin sont certainement des éléments essentiels pour comprendre les décalages temporels existant entre les périodes d'acmés des kystes de Dinoflagellés.

Globalement, certaines réponses peuvent toutefois être avancées :

- *Dingodinium cerviculum s.l.*, *Systematophora scoriacea/complicata* et *Kiokansium polypes* peuvent être considérées comme des espèces ubiquistes, du moins tolérantes vis-à-vis de la distalité, puisque les variations de leurs fréquences relatives se produisent approximativement en même temps sur la plate-forme et dans le bassin.

- les acmés de *Dissiliodinium globulum*, *Mendicodinium reticulatum* et *Systematophora*

silyba ne s'observent que dans les domaines intermédiaires et distaux, laissant supposer leur préférence écologique pour ces milieux.

- les acmés de *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp. sont nettement plus importantes dans le bassin que sur la plate-forme, impliquant là encore une préférence probable pour les conditions écologiques du milieu pélagique.

- l'espèce *Systematophora silyba* est présente dans le bassin et sur la plate-forme externe/talus, mais n'a pas été signalée (dans l'Hauterivien vocontien) au niveau de la plate-forme interne.

- *Cymososphaeridium validum/Surculosphaeridium* sp. ainsi qu' *Oligosphaeridium* spp. présentent des périodes d'acmé se relayant depuis le domaine de plate-forme jusqu'au domaine pélagique (fig. 99). Nous pouvons en déduire que l'abondance de ces taxons est liée à un ou plusieurs paramètres écologiques qui se sont déplacés de la plate-forme vers le bassin au cours du temps. De plus, *Cymososphaeridium*, *Surculosphaeridium* et *Oligosphaeridium* sont des genres morphologiquement proches, et nous remarquons que lorsque les proportions de *Cymososphaeridium / Surculosphaeridium* diminuent, celles d'*Oligosphaeridium* augmentent. Un double phénomène de relais est donc visible chez ces taxons : un relais plate-forme - bassin, et un relais morphologique *Cymososphaeridium/Surculosphaeridium - Oligosphaeridium.*

4 - CONCLUSION

Il s'avère donc que l'utilisation des assemblages de kystes de Dinoflagellés permet d'obtenir un découpage biostratigraphique très fin pour une série géologique donnée. Malheureusement, les éléments permettant d'aboutir à cette précision ne sont pas utilisables, tels quels, d'une coupe à l'autre et paraissent avoir une signification locale : 1) les assemblages synchrones sont généralement qualitativement différents d'une coupe à l'autre (= probable unicité des unités écostratigraphiques) ; 2) les assemblages dont le contenu palynoplanctonique est analogue sont souvent asynchrones ; 3) considérant la contemporanéité de certaines limites d'assemblages, leur identification stratigraphique n'est pas réalisable à partir des dinokystes seuls en gardant la même échelle de résolution biostratigraphique. Les conclusions sont les mêmes lorsqu'on raisonne avec les "super-assemblages" où, bien qu'atténués, les mêmes problèmes se rencontrent.

Il semble donc que parmi les méthodes s'appuyant sur les variations d'abondance des dinokystes, la zonation basée sur les zones d'acmés offre le meilleur compromis entre une bonne résolution stratigraphique et une corrélabilité satisfaisante.

C - APPARITIONS ET EXTINCTIONS SPÉCIFIQUES

Afin de définir une dinozonation synthétique, il est maintenant important de compléter le découpage biostratigraphique obtenu à partir des zones d'acmés par les données d'apparitions/extinctions spécifiques apportées par les dinokystes.

Cette partie a en fait déjà été traitée au cours du chapitre précédent, dans le paragraphe II-C "Mise en évidence de marqueurs stratigraphiques pour l'Hauterivien du domaine téthysien nord-occidental". Les résultats obtenus sont reportés sur la figure 70 pour ce qui est des données dont

nous disposons actuellement et sur la figure 71 qui illustre la synthèse de ces données.

D - SYNTHÈSE DES RÉSULTATS OBTENUS

La compilation des données synthétiques apportées par la répartition verticale des zones d'acmé et par les apparitions/extinctions spécifiques des dinokystes de l'Hauterivien nord-ouest téthysien est reportée sur la figure 99.

Se basant sur la concomitance des périodes d'acmé de certains taxons ou groupes de taxons (dinokystes uniquement), 9 zones synthétiques ont été définies (fig. 99). Deux d'entre elles (Va et H1) sont divisées chacune en 2 sous-zones à cause d'événements qui apparaissent plus marqués dans le bassin que sur la plate-forme, les limites entre les zones synthétiques étant censées indiquer des coupures visibles dans ces deux domaines à la fois. Rappelons que les zones d'acmé utilisées ici ne correspondent pas forcément à des périodes de dominance, mais à des périodes de fréquences maxima de taxons ou groupes de taxons (par rapport au reste de la colonne stratigraphique).

S'appuyant sur la synthèse des apparitions/extinctions des dinokystes utilisables pour la biostratigraphie de l'Hauterivien du domaine téthysien nord-occidental, les premières et/ou dernières occurrences des taxons les plus significatifs sont reportées sur la partie droite de la figure 99, venant compléter le découpage obtenu à l'aide des périodes d'acmé.

L'individualisation des zones palynoplanctoniques synthétiques se résume ainsi (en descendant la colonne stratigraphique) :

- **dinozone B3** : acmé d'*Oligosphaeridium* spp. (uniquement dans le bassin) ; bien que son apparition puisse être antérieure, la présence de *S. terrula* est reconnue sans ambiguïté au cours de cette zone. Cette dinozone se situe dans un intervalle stratigraphique qui n'a été observé qu'à Vergons. Or sur cette coupe, l'espace entre la LS116 et la STCom. n'a pas été échantillonné (lacune d'observation) : de ce fait, il n'a pas été possible de préciser si la limite inférieure de la dinozone B3 est à placer sur la LS116, sur la STCom. ou entre les deux.

- **dinozone B2** : acmé de *D. cerviculum*, *S. silyba* (plate-forme externe et bassin uniquement) et *Oligosphaeridium* spp. (seulement dans le bassin).

- **dinozone B1** : acmé de *D. cerviculum*, *Oligosphaeridium* spp. et de *S. silyba* (plate-forme externe et bassin uniquement) ainsi que de *M. reticulatum* (bassin exclusivement) ; apparition de *N. monoculatus* ; extinction de *B. varigranosum*, *C. albertii* et *A. trycheria*.

- **dinozone H5** : acmé de *D. cerviculum*, *Oligosphaeridium* spp. (plate-forme uniquement) et *D. globulum* (plate-forme externe et bassin seulement) ; apparition de *C. oceanica* et probablement d'*O. operculata* (bien que cette dernière espèce ait été signalée de façon sporadique dans des niveaux plus anciens).

- **dinozone H4** : acmé de *K. polypes*, *D. cerviculum*, *D. globulum* (plate-forme externe et bassin uniquement) et *Oligosphaeridium* spp. (plate-forme seulement) ; apparition de *C. albertii* et *A. eilema* ; disparition de *M. extensiva extensiva*.

- **dinozone H3** : acmé de *K. polypes* ; apparition de *F. laciniata* ; extinction de *N. kostromiensis* ; "dernière occurrence" de *H. peridictya* et *B. granulatum* dans le domaine téthysien nord-occidental.

- **dinozone H2** : acmé de *K. polypes*, et *C. validum*,et dans le bassin uniquement, de *M. reticulatum* et *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp. ; apparition de *M. imparilis* et *H. membraniphorum*.

- **dinozone H1'** : acmé de *C. validum / Surculosphaeridium* sp., *D. globulum* (plate-forme externe et bassin uniquement) et, dans le bassin, de *M. reticulatum* et *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp. ; apparition de *B. granulatum*.

- **dinozone H1** : acmé de *C. validum / Surculosphaeridium* sp. (plate-forme seulement), *D. globulum* (plate-forme externe et bassin uniquement) et, dans le bassin, de *M. reticulatum* et *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp. ; apparition de *M. pariata*, *M. staurota* et *H. peridictya*.

- **dinozone Va'** : acmé de *C. validum / Surculosphaeridium* sp. (plate-forme uniquement) et, dans le bassin, de *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp..

- **dinozone Va** : acmé de *C. validum / Surculosphaeridium* sp. (plate-forme exclusivement), *D. globulum* (plate-forme externe et bassin uniquement) et, dans le bassin, de *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp..

Nous remarquons que pour les kystes de Dinoflagellés (fig. 99), les apparitions ou les extinctions des marqueurs stratigraphiques ne coïncident par de manière systématique avec le début ou la fin des zones palynoplanctoniques. Ceci est compréhensible car les limites de la dinozonation adoptée ont été placées indépendamment des occurrences de ces marqueurs. Ces limites marquent un ou plusieurs changements d'acmés, ce qui fait que leur positionnement devient légèrement subjectif. Ce type de découpage stratigraphique (zonation par assemblages *sensu* SIGAL, 1984) a pourtant été privilégié car il s'appuie sur des coupures faciles à déceler puisque marquées par des taxons dont les fréquences relatives sont fortement croissantes ou décroissantes. Inversement, le nombre d'individus des marqueurs stratigraphiques est rarement élevé, rendant aléatoire le positionnement les limites de zones (zones de rencontre ou de concomittance). L'utilisation de ces marqueurs dans la dinozonation synthétique adoptée est importante car c'est elle qui va amplifier la valeur stratigraphique de la zonation par assemblage. En résumé, les périodes d'épanouissement ont été utilisées pour préciser la position des limites des dinozones et ce sont les occurrences des marqueurs qui confèrent à cette dinozonation sa valeur stratigraphique.

La prise en compte simultanée des indications d'ordre quantitatif (acmés) et qualitatif (occurrences) fournies par cette synthèse (fig. 99) doit permettre, à partir d'un document palynoplanctonique quelconque, une datation précise de l'Hauterivien téthysien, tant en domaine distal que proximal.

III - COMPARAISONS DES RÉSULTATS OBTENUS

Partant du document de base qu'est la synthèse à laquelle nous sommes parvenus ci-dessus, la dinozonation est comparée ici aux cadres stratigraphiques (biostratigraphie, stratigraphie séquentielle). Nous nous attacherons plus particulièrement aux découpages palynologiques (assemblages) adoptés pour les coupes des Buissières et de Vergons.

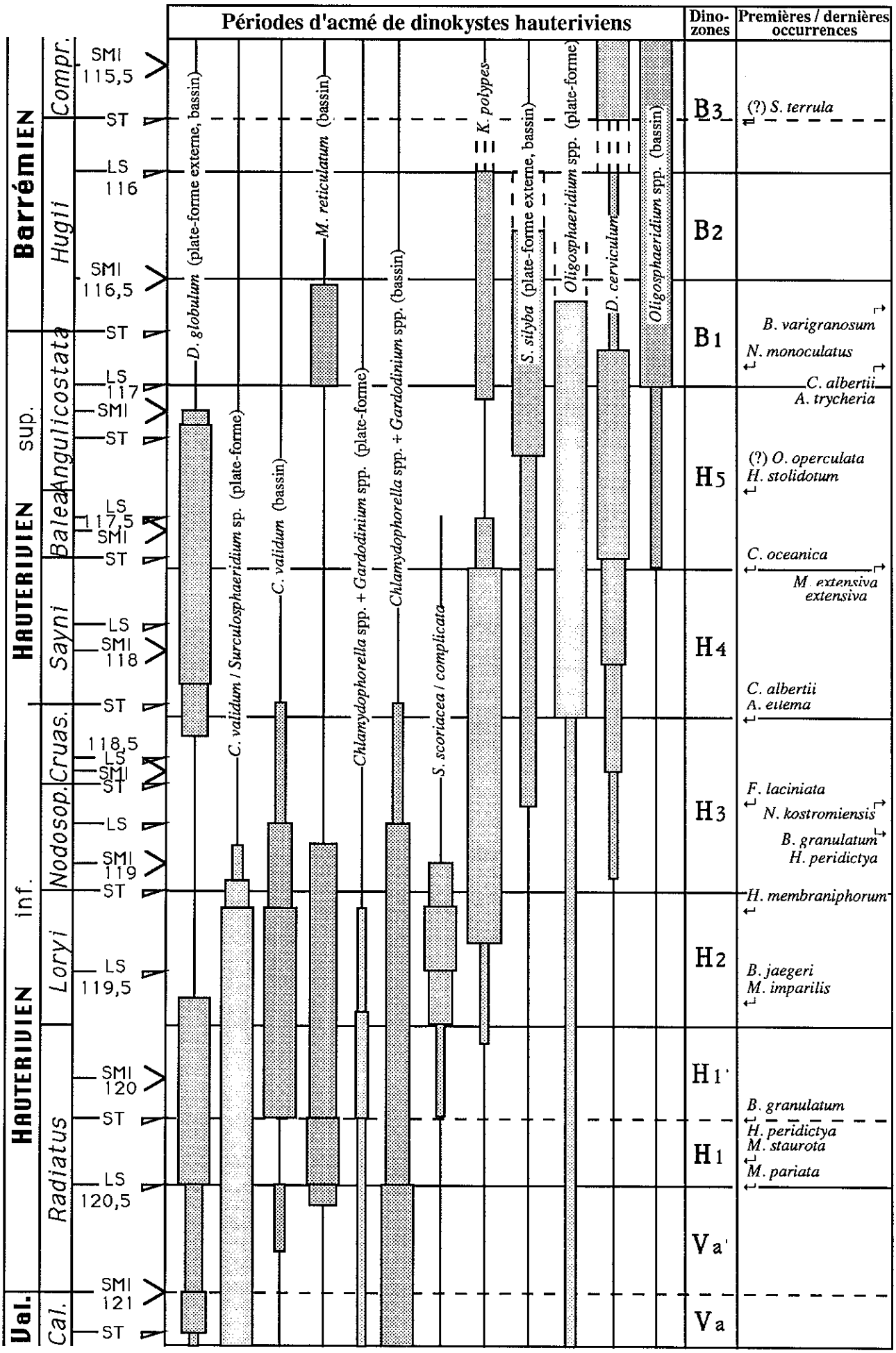


Fig. 99 : Synthèse de l'extension stratigraphique de quelques taxons de dinokystes hauteriviens du domaine téthysien nord-occidental.

Des comparaisons seront également effectuées entre la dinozonation synthétique de l'Hauterivien nord-ouest téthysien et celles proposées pour les grands bassins présents au Crétacé inférieur. Ces comparaisons porteront sur les apparitions/extinctions des marqueurs stratigraphiques (dinokystes) de ces différents domaines et, lorsque la documentation disponible le permet, ces comparaisons s'étendront aux périodes de dominance des taxons communs au domaine téthysien et à chacun de ces bassins.

A - AVEC LA BIOZONATION DES AMMONITES

La correspondance entre les zones d'Ammonites et la biozonation basée sur les kystes de Dinoflagellés est illustré par la figure 99.

1 - BILAN

Tel que défini à partir des faunes de Céphalopodes, l'Hauterivien téthysien est constitué de 7 zones d'Ammonites. Pour cet intervalle de temps, les kystes de Dinoflagellés permettent de distinguer 5 dinozones propres à l'Hauterivien et 2 intermédiaires, respectivement à cheval sur les passages Valanginien/Hauterivien (dinozone Va) et Hauterivien/Barrémien (dinozone B1).

De même que pour les zones d'Ammonites, la durée des dinozones est variable (d'une dinozone à l'autre). De plus, l'extension stratigraphique d'une dinozone apparaît non proportionnelle à celle de l'ammonitozone la plus proche. Les limites des dinozones ne coïncident qu'occasionnellement avec des changements d'ammonitozones.

Cette dernière remarque est valable pour les dinozones synthétiques, mais également pour les assemblages de dinokystes définis aux Buissières et à Vergons, où rares sont les limites d'assemblages synchrones avec un changement faunistique. Ceci rejoint tout-à-fait les observations de POURTOY (1989, p. 94) à ce sujet : celui-ci note pour le Crétacé inférieur de la Veveyse de Châtel-St-Denis que la comparaison des zonations basées sur les Ammonites et les dinokystes montre qu'aucune relation stricte concernant les changements affectant les populations de ces deux groupes ne peut être mise en évidence.

2 - DISCUSSION

Les zones d'Ammonites sont des zones oppelliennes, basées sur les apparitions ou les extinctions de taxons choisis pour leurs extensions stratigraphiques courtes ou relativement courtes. Compte tenu du volume (parfois important) de roche à fouiller pour exhumer les Ammonites de zones, la délimitation des ammonitozones sur le terrain suit les aléas de la découverte de ces taxons (densité des restes présents, durée des fouilles, facteur chance...). Ainsi, la première occurrence d'un taxon correspond souvent, sur le plan pratique, plutôt à la base de sa première période d'abondance (R. BUSNARDO, communication personnelle). Au contraire, les kystes de Dinoflagellés sont généralement abondants dans une quantité réduite de sédiment (moins de 100 gr.) ce qui rend leur récolte plus facile et le recensement des espèces index plus précis, puisque généralement effectué à partir d'un grand nombre d'individus. Le positionnement des limites des zones définies à partir de ces kystes peut donc être considéré comme plus précis que dans le cas des Ammonites. Ceci constitue un des premiers éléments

pouvant expliquer les décalages entre les dinozones et les ammonitozones.

Notons également que les échantillonnages palynologiques ont été effectués presque exclusivement dans les interbancs marneux, alors qu'à l'inverse, les Ammonites sont plutôt recherchées dans les bancs calcaires. Or, COTILLON *et al.* (1979, 1980), DARMEDRU (1982a, 1982b), DARMEDRU *et al.* (1982), FERRY *et al.* (1985) ont montré que les conditions paléoenvironnementales régissant le dépôt des bancs calcaires et des interbancs marneux sont différentes puisque les assemblages paléontologiques y sont distincts (*cf.* fig. 38).

A elles seules, ces raisons ne peuvent cependant pas expliquer les écarts parfois importants entre ces deux échelles de biozonation, de même que, notamment dans le cas présent de l'Hauterivien téthysien, une zone d'Ammonites puisse représenter plusieurs dinozones et inversement. De plus, nous le voyons dans le cas traité ici, le nombre des zones d'Ammonites n'est pas le même que celui des dinozones. D'autres raisons, sans doute d'ordre écologique, sont donc à rechercher pour expliquer ces décalages.

Réalisant la photosynthèse, les Dinoflagellés vivent dans la tranche d'eau superficielle (zone photique) alors que les Ammonites vivaient non seulement dans les masses d'eau de surface, mais étaient également liées aux eaux intermédiaires et profondes. On peut imaginer que les organismes vivant dans les eaux peu profondes pouvaient se propager d'une mer à l'autre (dans la mesure où leur tolérance écologique le permettait), alors que les organismes tels que les espèces d'Ammonites vivant dans les eaux plus profondes devaient voir leur propagation plus facilement limitée durant les périodes de bas niveau marin. On peut supposer que durant ces périodes, les hauts-fonds ou les accidents paléobathymétriques jouaient un effet de seuil : - pendant les périodes de bas niveau marin des séquences de type 1 (baisse du niveau marin au delà du talus), l'effet de seuil était le même pour tous les organismes marins, quelle que soit la tranche d'eau dans laquelle ils vivaient ; - alors que durant les régressions des séquences de type 2, la propagation des organismes vivant dans les eaux superficielles devait être très supérieure à celle des organismes vivant dans les eaux plus profondes.

Pour l'Hauterivien, toutes les séquences sont de type 2. Dans la mesure où les Ammonites de zones avaient une préférence écologique pour les eaux intermédiaires ou profondes, ceci pourrait expliquer le décalage et même le nombre différent des zones de chacune des échelles comparées ici (Dinoflagellés / Ammonites). Pour tester cette hypothèse, il faudrait voir si les décalages observés ici (dans le cas de séquences de type 2) sont aussi importants dans le cas de séquences de type 1, et/ou comparer la zonation des dinokystes avec celles d'organismes vivant eux aussi exclusivement dans les eaux superficielles.

Venant étayer cette hypothèse, nous remarquons que, au moins pour l'intervalle de temps qui nous intéresse (Valanginien terminal - Barrémien inférieur), la majorité des zones d'Ammonites débute sur une surface de transgression : ces périodes sont réputées correspondre à des périodes de plus grande abondance faunistique et, avec la transgression, l'effet de seuil se fait de moins en moins sentir, s'accompagnant de migrations et de la colonisation de nouvelles niches écologiques.

Les Ammonites représentent un outil fondamental pour la géologie de terrain, mais la

lourdeur du mode d'échantillonnage nécessaire pour leur récolte les rend inutilisables dans les autres cas (forages...). Inversement, les kystes de Dinoflagellés sont facilement échantillonnables, tant sur le terrain qu'en forage (carottage ou "cutting") et, l'exemple de l'Hauterivien le montre, ils permettent d'obtenir une biozonation aussi fine que celle basée sur les Ammonites.

B - AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE

Avant d'entamer toute discussion, rappelons que le cadre stratigraphique séquentiel adopté ici pour l'Hauterivien est celui établi par P. VAIL et J. HARDENBOL en juillet 1989 (communication personnelle). Le calage des zonations de dinokystes par rapport à la stratigraphie séquentielle a pu se faire grâce aux coupes de Vergons, Buissières et Châtel-St-Denis où les discontinuités séquentielles ont été positionnées de façon précise par P. VAIL et J. HARDENBOL.

Concernant la dinozonation synthétique définie plus haut, le début de 7 des 10 zones (ou sous-zones) palynoplanctoniques coïncide avec une discontinuité séquentielle (*cf.* fig. 99). Les surfaces sur lesquelles reposent ces dinozones se répartissent en 3 limites de séquences, 2 surfaces de transgression et 2 surfaces d'innondation maximum.

Il apparaît donc que toutes les dinozones synthétiques ne correspondent pas systématiquement à un événement séquentiel et que le type de celui-ci est variable (LS, ST ou SMI). De plus, la grande majorité des discontinuités séquentielles présentes durant le Valanginien terminal - Barrémien inférieur ne correspond à aucun événement palynoplanctonique particulier.

En ce qui concerne les apparitions/extinctions globales, nous avons vu [chapitre VII, § B.1 "Les apparitions / extinctions ; Sur le plan quantitatif"] que leur nombre est souvent plus important au niveau des surfaces basales de progradation, et souvent minimal au-dessus des limites de séquences. Ces deux constatations ne se vérifient cependant pas de façon suffisamment systématique pour que l'on puisse en faire une règle générale.

A l'échelle des assemblages de dinokystes, on remarque que pour les coupes des Buissières et de Vergons les conclusions sont sensiblement les mêmes que lorsqu'on raisonne au niveau des dinozones synthétiques : - certains événements séquentiels coïncident avec une limite d'assemblage ; - certaines discontinuités séquentielles ne correspondent à aucun événement palynoplanctonique ; - des assemblages de dinokystes peuvent avoir une existence plus longue que la durée d'un cycle eustatique, alors que d'autres ont leur étendue stratigraphique limitée à un seul cortège sédimentaire (PBP, IT, PHN). Notons que la proportion des discontinuités séquentielles coïncidant avec des limites d'assemblages est difficile à évaluer car, tant aux Buissières qu'à Vergons, un certain nombre de changements d'assemblages se fait de part et d'autre de discontinuités séquentielles, sans que l'on puisse préciser si le changement se fait avant, après, ou de manière synchrone avec l'événement séquentiel considéré.

La confrontation des événements séquentiels et des événements palynologiques (dinozonation synthétique, nombre d'apparitions/extinctions spécifiques, position des assemblages de dinokystes)

montre qu'aucune relation précise ne peut être mise en évidence de façon systématique entre ces éléments.

Se basant sur les coupes de Vergons et des Buissières, mais également sur la synthèse de plusieurs séries hauteriviennes, nous devons considérer que :

- seules les SMI et les LS peuvent être occasionnellement individualisées par des événements palynologiques (respectivement augmentation et diminution du nombre des apparitions et/ou des extinctions spécifiques de dinokystes).

- les événements palynologiques ne sont pas systématiquement synchrones avec des discontinuités séquentielles.

- aucun type d'événement palynologique (assemblages, acmés, apparitions/extinctions...) n'est particulier à un type de cortège sédimentaire (PBP, IT, PHN).

Les résultats auxquels nous parvenons sont similaires à ceux de POURTOY (1989, p. 99) sur les dinokystes du Crétacé inférieur de la Veveyse de Châtel-St-Denis. Cet auteur remarque que «chaque type de limite de la stratigraphie séquentielle n'est pas systématiquement marqué par le même type d'événement palynologique» et que «la réponse palynologique à un type de cortège sédimentaire (PBN, IT, PHN) n'est pas systématiquement de même type» (*ibid.*).

Sur un point, nos résultats diffèrent cependant notablement de ceux obtenus par POURTOY : cet auteur observe en effet que, sur la série qu'il a étudiée, «toutes les limites de la stratigraphie séquentielle (limites de séquences, surfaces de transgressions, surfaces basales de progradations) sont marquées par une limite palynologique» (*op. cit.*, p. 99). Ce résultat semble devoir être nuancé, car le pas d'échantillonnage sur la coupe de Châtel-St-Denis est tel, qu'entre deux échantillons palynologiques successifs assimilés à deux assemblages distincts, c'est souvent deux (et non pas une) discontinuités séquentielles qui sont intercalées : par exemple, l'intervalle entre les assemblages de dinokystes 61 et 62 englobe deux surfaces de discontinuité (SMI + LS de la zone à *Angulicostata*) ; l'espace entre les assemblages 22 et 23 renferme trois discontinuités (ST + SMI + LS120,5).

C - AVEC LES AUTRES DOMAINES PALÉO-OCÉANIQUES

1 - INTRODUCTION

Après avoir synthétisé la distribution des dinokystes dans le domaine téthysien nord-occidental, nous abordons ici la comparaison avec les autres grands domaines paléogéographiques : reste du domaine téthysien, domaine boréal, Atlantique nord et sud, Pacifique est, domaines indien, arctique et austral. Cette confrontation, uniquement basée sur les marqueurs stratigraphiques n'est possible que dans la mesure où les informations propres à ces domaines ont été publiées et replacées dans un cadre chronostratigraphique précis. Lorsqu'elles sont disponibles, les indications d'abondance d'un taxon seront également prises en considération et comparées avec les zones d'épanouissement observées dans le domaine téthysien nord-occidental.

Certains auteurs ont proposé des dinozonations plus ou moins formelles, valables pour les secteurs qu'ils ont étudiés : citons plus particulièrement DAVEY (1979c, 1982b) pour le domaine boréal ; HABIB (1975, 1978), HABIB & KNAPP (1982), HABIB & DRUGG (1983, 1987) pour

l'Ouest de l'Atlantique nord ; WILLIAMS (1975), BUJAK & WILLIAMS (1978) pour le Nord de l'Atlantique nord ; WILLIAMS (1978) pour l'Est de l'Atlantique nord ; BURNS & BEIN (1980), HELBY *et al.* (1987), DAVEY (1987) pour le domaine austral ; WARREN (1967) pour le Pacifique est... Ces dinozonations ne seront pas ici comparées directement avec nos propres résultats, mais la répartition stratigraphique de chacun des taxons utilisés comme marqueurs dans le domaine téthysien nord-occidental sera discutée pour chaque domaine paléo-océanographique.

La liste des publications prises en compte est fournie par la légende de la figure 100. Sur un fond de carte retraçant la paléogéographie mondiale au début de l'Hauterivien, cette figure indique la position des séries qui ont été étudiées d'un point de vue palynoplanctonique avec un cadre chronostratigraphique satisfaisant.

Remarque : Sur les figures 101 à 107 sont reportées les extensions stratigraphiques des taxons présentant un intérêt stratigraphique. Si une espèce est citée dès la base d'une coupe ou d'un sondage stratigraphiquement réduit, l'extension stratigraphique de cette espèce est reportée sur l'une des figures 101 à 107 telle qu'elle a été signalée dans le cadre de l'étude en référence, sans pour autant que sa première occurrence au sein de cet intervalle soit à considérer comme sa première occurrence stratigraphique.

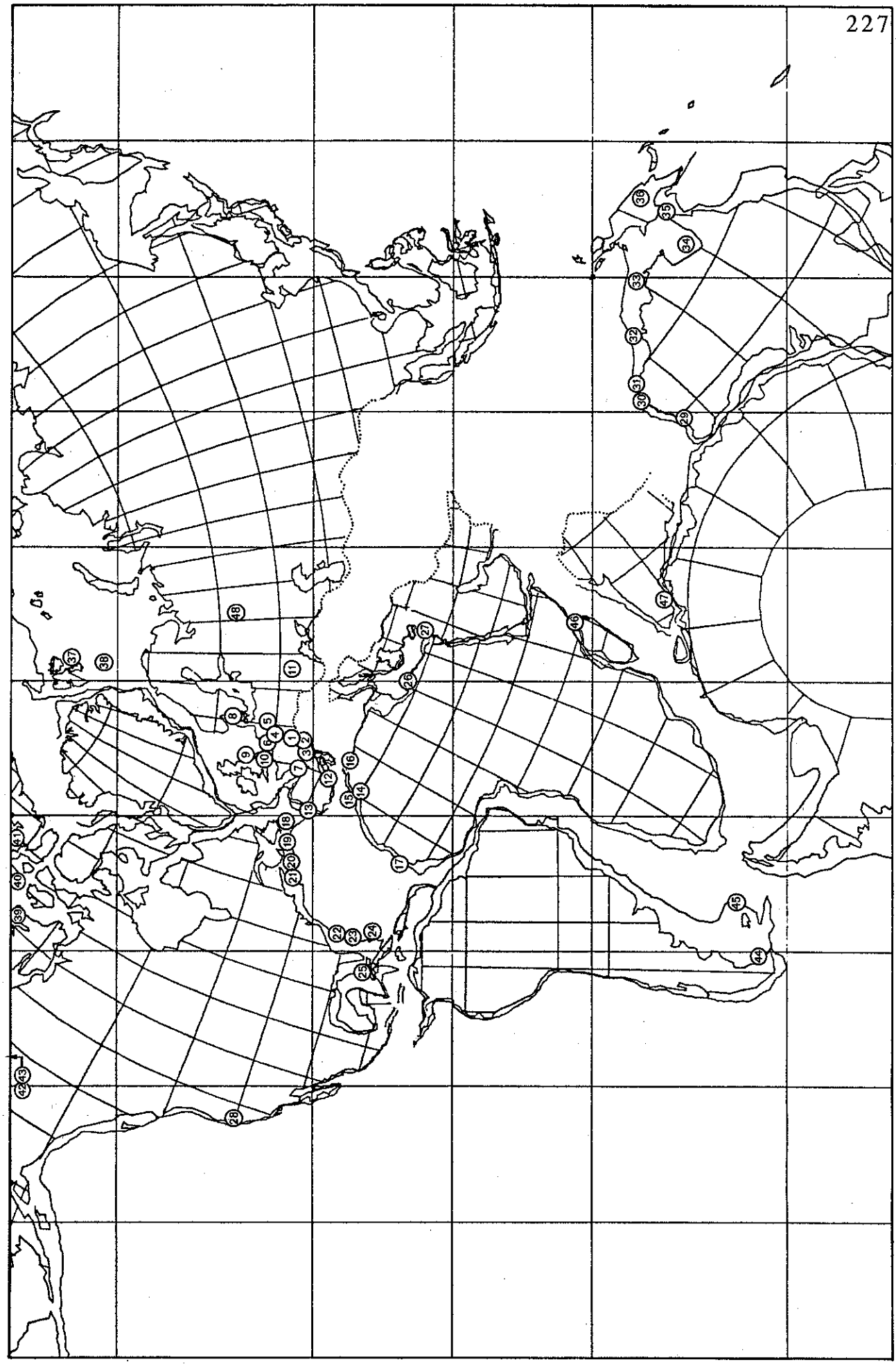
2 - DOMAINE TÉTHYSIEN

La dinozonation synthétique qui a été proposée dans les paragraphes précédents ne concerne que le domaine téthysien nord-occidental. Nous allons maintenant comparer nos résultats avec ceux provenant d'autres provinces téthysiennes. Les documents sur lesquels nous

---

Fig. 100 : Localisation des études palynologiques concernant au moins une partie de l'Hauterivien et comportant une répartition stratigraphique détaillée des kystes de Dinoflagellés. Le fond de carte correspond à la position des continents au début de l'Hauterivien (vers -120 Ma) en projection Mercator (d'après SMITH & BRIDEN, 1977).

Domaine téthysien : **1** = MILLIOUD, 1967, 1969, FAUCONNIER, 1982, POURTOY, 1989 (Suisse) ; **2** = MILLIOUD, 1969, DE RENÉVILLE & RAYNAUD, 1981 (France SE.) ; **3** = MONTEIL, 1985 (France S. - Ardèche) ; **11** = ANTONESCU & AVRAM, 1980 (Roumanie occid.) ; **12** = MASURE, 1987 (Espagne SE.) ; **16** = GÜBELI, HOCHULI & WILDI, 1984 (N. Maroc - Rif) ; **26** = THUSU & VAN DER EEM, 1985, UWINS & BATTEN, 1988 (Libye NE.) ; **27** = BRENNER, 1974 (Israël) - **Domaine boréal** : **4** = ALBERTI, 1961 (Allemagne) ; **5** = ASHRAF & BELOW, 1988 (Allemagne NE.) ; **6** = GOCHT, 1959 (Allemagne NW.) ; **8** = DAVEY, 1982b (N. Danemark) ; **9** = DAVEY, 1974, DUXBURY, 1977 (Angleterre SE.) ; **10** = HARDING, 1986a (Angleterre S.) ; **48** = VOZZHENNIKOVA, 1971 - **Atlantique nord** : **7** = PUJOL, 1969 (France SW.) ; **13** = BERTHOU & LEEREVELD, 1986 (Portugal) ; **14** = BELOW, 1981a, 1982a (SW. Maroc) ; **15, 17** = WILLIAMS, 1978, WILLIAMS & BUJAK, 1980 (Offshore Maroc) ; **18, 19** = WILLIAMS, 1975, BUJAK & WILLIAMS, 1978 (Offshore Canada - Terre-Neuve, Nouvelle-Ecosse) ; **20, 21** = BUJAK & WILLIAMS, 1978 (Offshore Canada - Terre-Neuve, Nouvelle-Ecosse) ; **22, 23, 24** = HABIB, 1972, 1975, HABIB & KNAPP, 1982, HABIB & DRUGG, 1983, 1987 (Offshore Bahamas) ; **25** = RILEY & FENTON, 1984 (SE. Golfe du Mexique) - **Atlantique sud** : **44** = CORNU, 1986 (Argentine S.) ; **45** = HEDLUND & BEJU, 1976 (Est Falkland) - **Pacifique est** : **28** = WARREN, 1967 (U.S.A. - Californie) - **Domaine austral** : **29** = EDGELL, 1964, STOVER & HELBY, 1987d, BACKHOUSE, 1987, 1988 (Offshore SW. Australie occid. - Bassin de Perth) ; **30** = WISEMAN, 1980 (Australie occid.) ; **31** = STOVER & HELBY, 1987c (Offshore NW. Australie occid.) ; **32, 33** = HELBY, MORGAN & PARTRIDGE, 1987 (Australie NE. - N. Queensland) ; **34, 35** = EVANS, 1966a, 1966b, BURGER, 1980b, 1982 (Australie NE. - N. Queensland) ; **36** = EVANS, 1966b, DAVEY, 1987 (Nouvelle Guinée - Papouasie) - **Domaine arctique** : **37, 38** = THUSU, 1978 (Norvège - Svalbard, mer de Barents) ; **39, 40, 42** = BRIDEAUX, 1975 (Canada arctique) ; **41** = DAVIES, 1983 (Canada arctique) ; **43** = BRIDEAUX & MYHR, 1976 (Canada arctique - delta du Mackenzie) - **Domaine indien** : **46** = CHEN, 1978 (N. Madagascar), **47** = MEHROTRA & SARJEANT, 1986 (Inde SE.).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

nous appuyons proviennent de :

ANTONESCU & AVRAM (1980) pour la Roumanie occidentale ; MASURE (1987) pour le SE de l'Espagne ; GÜBELI, HOCHULI & WILDI (1984) pour le Nord du Maroc (Rif) ; THUSU & VAN DER EEM (1985) et UWINS & BATTEN (1988) pour le NE de la Libye ; BRENNER (1974) en Israël.

La répartition verticale des taxons cités par ces auteurs et présentant un intérêt stratigraphique est reportée sur la figure 101.

- Ces répartitions sont en accord avec ce qui a été observé dans la partie nord-occidentale du domaine téthysien, à l'exception de *Coronifera oceanica* qui est signalée par GÜBELI *et al.* (1984, fig. 2) de façon sporadique ou incertaine dès l'Hauterivien inférieur, mais dont la première occurrence sûre est reconnue à partir de la base du Barrémien. Notons que ces auteurs signalent également *Subtilisphaera terrula* et *Hapsocysta peridictya* à partir de l'Albien moyen à supérieur.

Ceci implique que si la dernière occurrence de *H. peridictya* se situe durant la fin de l'Hauterivien inférieur dans le secteur nord-occidental de la Téthys, cela ne correspond pas à l'extinction de l'espèce.

- UWINS & BATTEN (1988, fig. 6) n'observent *Ovoidinium diversum*, *Subtilisphaera perlucida* et *S. terrula* qu'à partir de l'Albien inférieur, *Coronifera oceanica* et *Florentinia laciniata* qu'à partir de l'Albien supérieur. Confortant les observations de GÜBELI *et al.* (*ibid.*) au sujet de *S. terrula*, ceci laisse envisager que dans le domaine téthysien méridional ces taxons apparaissent beaucoup plus tardivement que dans le secteur nord-occidental.

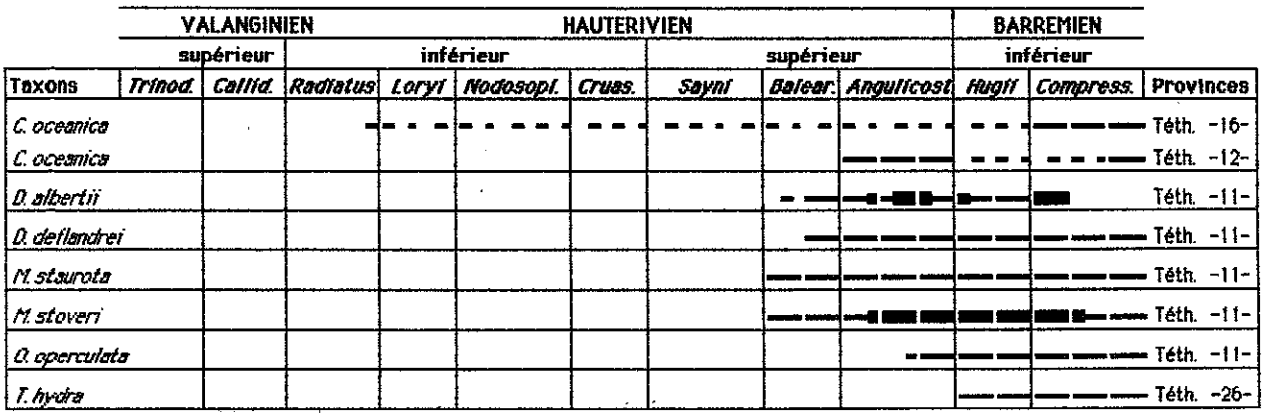


Fig. 101 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien de la Téthys et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental.
11 : d'après ANTONESCU & AVRAM (1980) - **12** : d'après MASURE (1987) - **16** : d'après GÜBELI *et al.* (1984) - **26** : d'après UWINS & BATTEN (1988).

- MASURE (1987, p. 353, tab. 3) mentionne également *S. terrula* mais, dans la coupe qu'elle a étudiée, un seul échantillon représente tout l'Hauterivien (lithologiquement très réduit) et le spécimen illustré sous ce nom (*op. cit.*, pl. 6, fig. 14) semble plutôt appartenir à l'espèce *S. perlucida*. Cette citation de *S. terrula* n'est par conséquent pas prise en compte ici.

- ANTONESCU & AVRAM (1980, pl. IV) observent quant à eux la première occurrence de *C. oceanica* à partir du Barrémien supérieur.

- Les variations d'abondance de *Dingodinium albertii* (= *D. cerviculum albertii*) illustrées par ANTONESCU & AVRAM (*ibid.*) montrent des périodes d'acmés particulièrement proches de celles signalées dans le domaine nord-occidental. L'épanouissement maximum de ce taxon se produit au cours de la zone à *Angulicostata* en Roumanie, donc légèrement plus tardivement que dans la partie nord-occidentale (au plus tard base de la zone à *Balearis*). Cependant, dans les deux cas, la zone à *Hugii* correspond à une moindre abondance de ce taxon.

Conclusion : Dans la limite des informations palynoplanctoniques dont nous disposons actuellement sur le domaine téthysien *s.l.* (informations bien plus nombreuses dans le secteur nord-occidental que pour le reste de la Téthys), il apparaît que les occurrences des taxons utilisables en biostratigraphie sont sensiblement les mêmes pour l'ensemble du domaine téthysien, avec cependant une certaine précocité dans le secteur nord-occidental pour la première occurrence de *H. peridictya*, *O. diversum*, *S. terrula*, *C. oceanica* et *F. laciniata* ainsi que pour le premier maximum d'abondance de *D. cerviculum s.l.*.

3 - DOMAINE BORÉAL

Ce domaine correspond au Nord-Ouest de l'Europe. La documentation disponible concernant le Crétacé inférieur de ce domaine provient de : SARJEANT (1966b), DAVEY (1972, 1974), DUXBURY (1977), HARDING (1986a) pour l'Angleterre ; ALBERTI (1961), ASHRAF & BELOW (1988) pour la R.F.A. ; DAVEY (1982b) pour le Danemark ; et VOZZHENNIKOVA (1971) pour la Russie (région moscovite).

Les zones d'Ammonites du domaine boréal ne sont pas basées sur les mêmes taxons que pour le domaine téthysien, mais la transposition du cadre stratigraphique de l'un vers l'autre de ces domaines est rendue possible grâce aux résultats de KEMPER *et al.* (1981)(*cf.* chapitre II, § II "Correspondance entre les biozonations du domaine téthysien et boréal d'après l'ammonitofaune", fig. 11).

Les répartitions verticales des taxons considérés dans ce développement sont reportées sur la figure 102, dans un cadre stratigraphique ramené à son équivalent téthysien. Nous pouvons constater que la majorité des extensions stratigraphiques est compatible avec celles de leurs homologues téthysiens. Malheureusement, aucune indication d'ordre quantitatif n'accompagne les tableaux de répartition figurés par les auteurs cités ci-dessus.

- La position stratigraphique de l'extrémité supérieure du forage étudié par DAVEY (1982b) n'est pas reconnue de manière certaine. De ce fait, la dernière occurrence de *Batioladinium varigranosum*, *Nelchinopsis kostromiensis* et *Muderongia extensiva* est imprécise : le point d'interrogation placé sur la figure 102 au niveau des taxons concernés exprime cette imprécision.

- Le même type d'incertitude affecte la position stratigraphique de la dernière occurrence de *N. kostromiensis* signalée par DUXBURY (1977, texte-fig. 21).

- *Muderongia imparilis* a originellement été décrite dans le Barrémien moyen et supérieur d'Angleterre (Speeton Clay) par DUXBURY (1980, pp. 127-128). Un spécimen de cette espèce a également été illustré par ALBERTI (1961, pl. 6, fig. 4) sous *Odontochitina* sp. A dans des sédiments de R.F.A. ; ALBERTI (*op. cit.*, tab. c) observe ce taxon entre le Barrémien supérieur et

l'Aptien inférieur. Donc, contrairement au domaine téthysien nord-occidental où *M. imparilis* existe dès la zone à *Loryi* (Hauterivien inférieur), cette espèce ne semble apparaître qu'à partir du Barrémien moyen dans le domaine boréal.

- Dans le domaine boréal, *Muderongia staurota* est essentiellement observée dans le Barrémien inférieur mais sa première occurrence se situe au début de l'Hauterivien supérieur (*cf.* fig. 102), soit légèrement plus tard que dans le domaine téthysien.

- Signalé pour la première fois dans le Barrémien supérieur de R.F.A. par ALBERTI (1961), *Batioladinium jaegeri* a également été rencontré par ASHRAF & BELOW (1988) en R.F.A., mais dans des sédiments valanginiens et peut-être aussi hauteriviens (*cf.* fig. 102). DUXBURY (1977, texte-fig.21) signale également cette espèce à partir de l'Hauterivien supérieur d'Angleterre. L'apparition boréale de *B. jaegeri* semble donc plus précoce que dans le domaine téthysien.

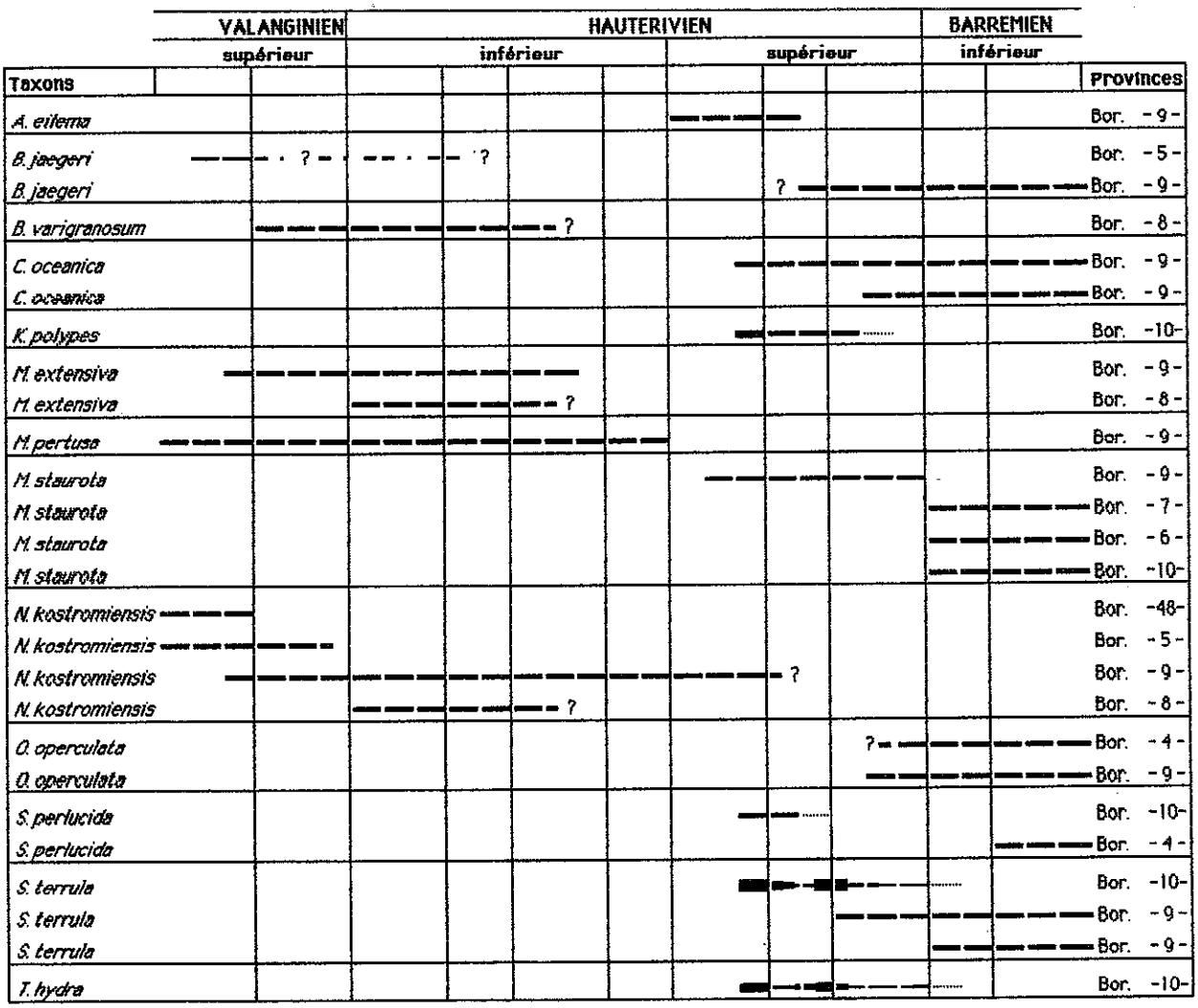


Fig. 102 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien boréal et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental.
4 : d'après ALBERTI (1961) - **5** : d'après ASHRAF & BELOW (1988) - **6** : d'après SARJEANT (1974) - **7** : d'après DAVEY (1972) - **8** : d'après DAVEY (1982b) - **9** : d'après DAVEY (1974), DUXBURY (1977) - **10** : d'après HARDING (1986a) - **48** : d'après VOZZHENNIKOVA (1971).

- Seul ALBERTI (1959b, 1961) a répertorié *Subtilisphaera perlucida* dans le Barrémien inférieur et supérieur (de R.F.A.), donc légèrement plus tardivement que dans la Téthys nord-occidentale.

- Signalée par ALBERTI (1961, tab. c) et DAVEY (1974) dès l'Hauterivien terminal, *Odontochitina operculata* n'est observée qu'à partir de la base du Barrémien moyen par DUXBURY (1980, texte-fig. 3).

- *Hystrichostrogylon stolidotum* et *Muderongia pariata* sont des espèces présentes dans le domaine boréal, mais non recensées durant l'Hauterivien. La première occurrence de *H. stolidotum* se produit à la base du Barrémien moyen (DUXBURY, 1980, texte-fig. 3), et celle de *M. pariata* au début de l'Aptien (DUXBURY, 1983, texte-fig. 2 ; LISTER & BATTEN, 1988, tab. 1B). On doit donc considérer que ces espèces ont immigré dans les mers boréales bien après leur apparition dans le domaine téthysien nord-occidental.

- *Dissiliodinium globulum* et *Ovoidinium diversum* sont signalés par LISTER & BATTEN (1988, tab. 1C-D) seulement à partir de l'Aptien inférieur et supérieur (respectivement).

- Aucune des références boréales n'indique les variations de fréquences relatives de *Dingodinium cerviculum*. Dans une étude sur l'Aptien-Albien du Sud de l'Angleterre, DUXBURY (1983, texte-fig. 2) observe une nette augmentation d'abondance de *D. albertii* une nette augmentation d'abondance à partir de l'Albien inférieur (ammonitozone à *Deshayesi*). Nous verrons par la suite à quelle conclusion nous amène cette remarque.

Conclusions : Il semble donc que *N. kostromiensis* puisse avoir une extension stratigraphique légèrement plus prolongée dans le domaine boréal que dans le domaine téthysien.

De plus, la première apparition franche de *Subtilisphaera terrula* se produit plus tôt (équivalent de la zone à *Balearis*) dans le domaine boréal.

Inversement, *Muderongia staurota* n'est citée qu'à partir de la base de l'Hauterivien supérieur, alors que sa première occurrence dans la Téthys est signalée dès la base de cet étage. Toutefois, ce décalage est à relativiser car, actuellement, seulement deux citations mentionnent cette espèce dans le domaine boréal. La même prudence est à suivre en ce qui concerne l'apparition de *M. imparilis*.

Les cas de *M. staurota*, *M. imparilis* et *S. terrula* montrent que certains événements communs aux domaines boréal et téthysien se produisent de manière asynchrone, avec une antériorité attribuable tantôt à l'une, tantôt à l'autre de ces provinces paléogéographiques (*cf.* fig. 108). Il n'est donc pas possible de dire si au cours de l'Hauterivien il y a eu influence de l'un sur l'autre de ces domaines mitoyens, à moins qu'une telle influence se soit faite de façon alternative.

Dans sa comparaison de la coupe de Châtel-St-Denis au domaine boréal [représenté par le seul forage de Haldager n°1 (DAVEY, 1982b)] POURTOY (1989, pp. 127-128) observe un décalage stratigraphique presque généralisé entre les taxons communs au domaine boréal et à la coupe de Châtel-St-Denis (Suisse). En ce qui concerne les marqueurs stratigraphiques, ce décalage est loin d'apparaître de façon systématique, mais peut avoir été interprété comme tel par POURTOY (*ibid.*) du fait que sa confrontation porte sur un nombre réduit de documents, et sur des informations non synthétisées.

4 - DOMAINES ATLANTIQUES

Un grand nombre d'études de forages (continentaux, offshores ou "Legs" DSDP) ou de terrain concerne ce domaine dont la division en deux provinces (Nord et Sud) était encore plus significative à l'Hauterivien qu'à l'heure actuelle, puisqu'à cette époque le continent africain était encore très près de l'Amérique du Sud, notamment au niveau du Brésil (*cf.* fig. 100). Bien que l'Atlantique sud avait déjà bien entamé son processus d'ouverture, les communications océaniques entre l'Atlantique nord et l'Atlantique sud étaient certainement réduites et sans aucune comparaison possible avec celles en place actuellement.

4.1 - L'Atlantique Nord

Les études retenues pour les tableaux de répartitions des dinokystes décrivant au moins une partie de l'Hauterivien sont celles de : PUJOL (1969)(France SW.), BERTHOU & LEEREVELD (1986)(Portugal), BELOW (1981a, 1982a)(SW. Maroc), WILLIAMS (1978), WILLIAMS & BUJAK (1980)(Offshore Maroc) pour la marge est-atlantique ; WILLIAMS (1975), BUJAK & WILLIAMS (1978)(Offshore Canada - Terre-Neuve, Nouvelle-Ecosse) pour la marge nord ; HABIB (1972, 1975), HABIB & KNAPP (1982), HABIB & DRUGG (1983, 1987)(Offshore Bahamas), RILEY & FENTON (1984)(SE. Golfe du Mexique) pour la marge ouest ; WILLIAMS (1978), WILLIAMS & BUJAK (1980)(Offshore Maroc) pour la marge SE.

Un grand nombre des études reprises pour l'argumentation de ce paragraphe est basé sur des documents issus de forages. De ce fait, les cadres biostratigraphiques accompagnant les répartitions des kystes de Dinoflagellés ne sont pas basés sur les marqueurs conventionnels que sont les Ammonites, et sont plus ou moins précis. Seuls les travaux de BELOW (1981a, 1982a) et BERTHOU & LEEREVELD (1986) sont issus de documents de terrain, avec un cadre biostratigraphique établi à l'aide de macrofossiles (Ammonites, Lamellibranches, Echinides...) ; dans les autres cas, le cadre biostratigraphique est directement établi d'après la répartition stratigraphique de micro- ou de nannofossiles appartenant à des groupes tels que les Foraminifères, les Tintinnidés, les Spores/Pollens... ou même, les Dinoflagellés !

Tenant compte des imprécisions entourant le cadre stratigraphique des échantillons issus de forages, les occurrences des espèces communes aux domaines atlantique et téthysien, et utilisées pour la dinozonation téthysienne sont reportées sur la figure 103. La majorité des taxons utilisés comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien est présente sur pratiquement toutes les marges de l'Atlantique nord.

- *Coronifera oceanica* est observée par BUJAK & WILLIAMS (1978) et HABIB (1978) respectivement sur les marges nord et ouest de l'Atlantique nord avant la limite Valanginien/Hauterivien, indiquant pour cette espèce une occurrence plus précoce que dans la Téthys.

- *Coronifera albertii* est mentionnée par DAVEY (1979b) dans l'Aptien et l'Albien du Golfe de Gascogne, donc plus tardivement que dans le domaine téthysien.

- La même remarque concerne *Batioladinium jaegeri* qui est observé par BUJAK &

WILLIAMS (1978) et WILLIAMS (1975) respectivement depuis le Berriasien supérieur et la base de l'Hauterivien. Dans les deux cas, l'extension stratigraphique de cette espèce ne dépasse pas la limite Hauterivien/Barrémien.

- De même, *Subtilisphaera terrula* se rencontre sur la marge orientale dès le début de l'Hauterivien supérieur (*cf.* BERTHOU & LEEREVELD, 1986, tab. 1-2). Cette espèce est également signalée par DAVEY (1979b) dans l'Aptien et l'Albien du Golfe de Gascogne.

- *Taleisphaera hydra* est également citée avec une grande précocité par rapport à ses homologues téthysiens et boréaux : dans ces deux derniers domaines, la première occurrence de *T. hydra* est connue à partir de la fin de la zone à *Sayni* (début de l'Hauterivien supérieur), alors que sur la bordure atlantique du Maroc, BELOW (1982a, texte-fig. 9a) l'observe avant la fin du Valanginien.

- Sur la marge occidentale, *Odontochitina operculata* est reconnue par HABIB (1978) dès la base de l'Hauterivien supérieur.

- Inversement, *Muderongia staurota* n'apparaît que tardivement (début de l'Hauterivien supérieur) par rapport au domaine téthysien (base de l'Hauterivien inférieur).

- *Florentinia laciniata* est présente dans l'Atlantique, mais n'est mentionnée qu'à partir de l'Aptien (BUJAK & WILLIAMS, 1978, texte-fig. 7) ou du Cénomanien (RILEY & FENTON, 1984, fig. 3).

- *Muderongia pariata* n'est présente que sur la bordure orientale de l'Atlantique nord. Cette espèce est présente un peu avant la fin de l'Hauterivien sur la bordure ouest-ibérique (BERTHOU & LEEREVELD, 1986, tab. 1-2) et sur la bordure ouest-marocaine à partir de la fin du Barrémien (BELOW, 1981a, texte-fig. 89)[1]. *M. pariata* n'a pas été signalée dans le reste de l'Atlantique nord.

- Cité uniquement sur la bordure portugaise par BERTHOU & LEEREVELD (1986, tab. 1-2), *Muderongia imparilis* montre sa première occurrence dans l'Atlantique à partir du Barrémien terminal, donc plus tardivement que dans le domaine téthysien nord-occidental.

- *Ovoidinium diversum* a été signalé à partir de l'Aptien du Golfe du Mexique par RILEY & FENTON (1984) et du Golfe de Gascogne par DAVEY (1979b), et sur la bordure portugaise par BERTHOU & LEEREVELD (*ibid.*) à partir du Barrémien terminal, donc bien plus tardivement que dans la Téthys.

- Mentionnée par DAVEY (1979b) et HABIB & DRUGG (1987), l'extension stratigraphique de *Hapsocysta peridictya* est, dans l'Atlantique nord, limitée aux étages Aptien et Albien. La première occurrence de *H. peridictya* est donc très nettement postérieure à celle de cette espèce dans le domaine téthysien. (base de l'Hauterivien).

- *Muderongia extensiva* n'est jamais citée dans l'Hauterivien de l'Atlantique nord et n'est qu'exceptionnellement observée dans cet océan. RILEY & FENTON (1984, p. 677, fig. 2) mentionnent *M. extensiva* dans le Berriasien supérieur du Golfe du Mexique : dans le domaine atlantique, cette espèce n'a pas été observée au-delà de cet étage.

---

1) En accord avec DUXBURY (1983, p. 36), les spécimens décrits et illustrés par BELOW (1981a, pp. 16-17; texte-fig. 11; pl. 2, fig. 7) sous le nom *Muderongia perforata* sont ici considérés comme appartenant à l'espèce *Muderongia pariata*.

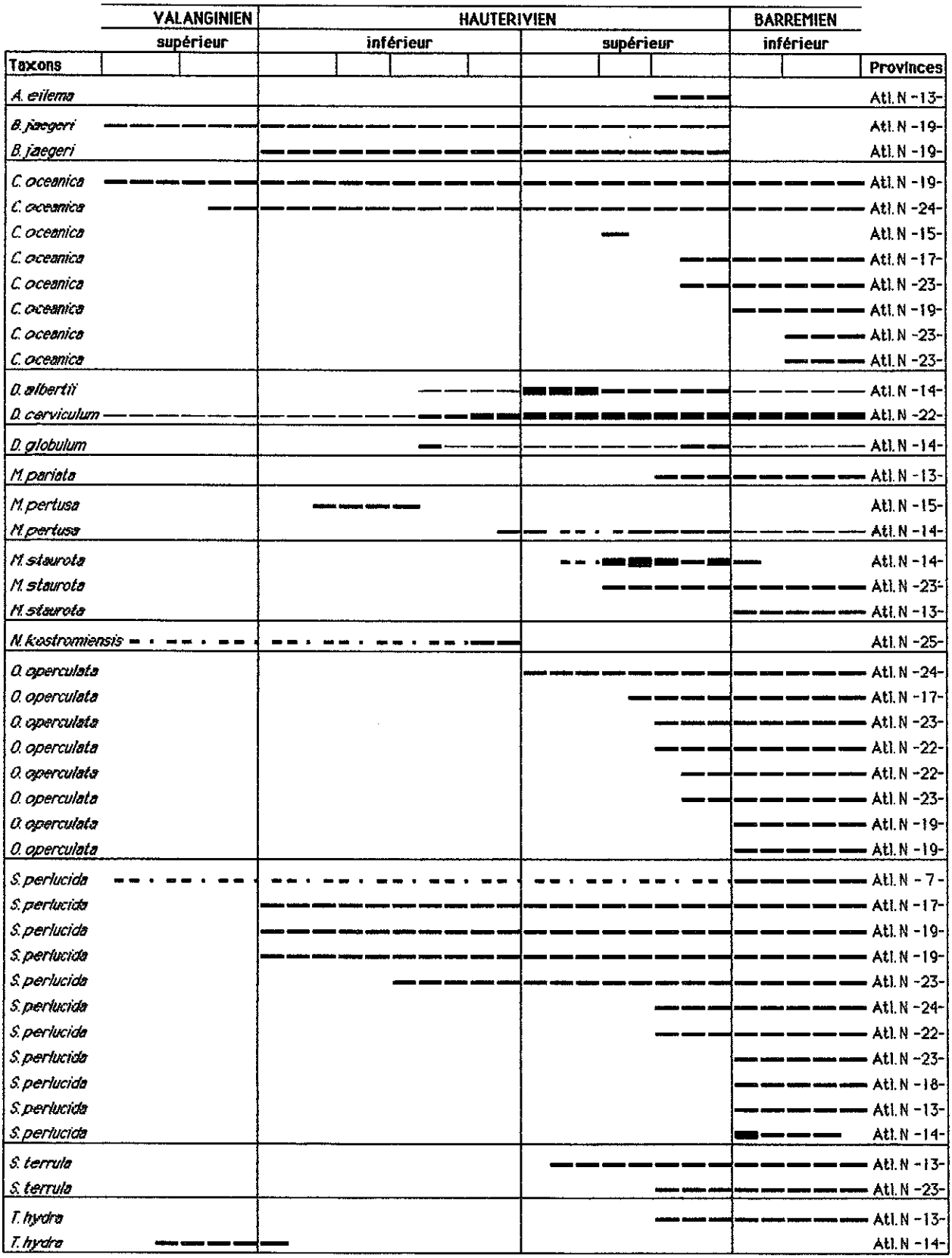


Fig. 103 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien de l'Atlantique nord et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental.

7 : d'après PUJOL (1969) - **13** : d'après BERTHOU & LEEREVELD (1986) - **14** : d'après BELOW (1981a) - **15** : d'après BELOW (1982a) - **17** : d'après WILLIAMS (1978) - **18** : d'après BRIDEAUX (1977) - **19** : d'après WILLIAMS (1975) et BUJAK & WILLIAMS (1978) - **22** : d'après HABIB (1975) et HABIB & KNAPP (1982) - **23** : d'après HABIB (1972) et HABIB & DRUGG (1983) - **24** : d'après HABIB (1978) - **25** : d'après RILEY & FENTON (1984).

- En ce qui concerne les analogies, *Aprobolocysta eilema* et *Nelchinopsis kostromiensis* montrent une répartition stratigraphique tout à fait similaire à celle de leurs homologues téthysiens.

- Parmi les nombreuses citations mentionnant *Subtilisphaera perlucida*. dans le domaine atlantique, seule celle de PUJOL (1969, tab. 16) signale cette espèce avant la limite Valanginien/Hauterivien. Notons que dans le cas présent, PUJOL (*op. cit.*, tab. 17) ne reconnaît la présence de *S. perlucida* (alors sous *Deflandrea*) que de façon incertaine ou sporadique entre le Berriasien et le Barrémien du littoral aquitain (France). Les autres citations de *S. perlucida* laissent envisager une première occurrence hauterivienne pour ce qui est de l'ensemble du domaine atlantique.

- Seul VAN HELDEN (1986) cite *Batioladinium varigranosum* dans le domaine nord-atlantique (limite Jurassique/Crétacé, Canada). Cependant, les spécimens qu'illustre cet auteur (*op. cit.*, pl. 5, fig. 4, pl. 6, fig. 6) ne semblent pas appartenir à cette espèce, mais plus vraisemblablement à la forme *B.* cf. *varigranosum* de DAVEY (1982b, p. 22, pl. 5, fig. 10). En effet, cette forme possède une corne apicale, contrairement à *B. varigranosum s.s.* qui n'en développe jamais et dont l'apex est arrondi. La citation de *B. varigranosum* par VAN HELDEN (*op. cit.*) n'est donc pas ici prise en compte, d'autant que l'imprécision concernant l'extension stratigraphique de cette forme n'apporte aucune information exploitable pour notre étude.

- Les variations d'abondance de *Dingodinium cerviculum* illustrées par HABIB (1975, texte-fig. 3) sont elles aussi très proches de ce que nous avons pu observer dans le domaine téthysien. Dans l'Atlantique nord, *D. cerviculum* devient abondant avant la fin de l'Hauterivien inférieur et se montre très abondant à codominant (avec *Druggidium deflandrei*) à partir de la base de l'Hauterivien supérieur. La période de dominance semble être atteinte avec une légère anticipation sur le domaine téthysien, mais l'âge du début de l'abondance de *D. cerviculum* est le même pour ces deux domaines océaniques.

- Les variations d'abondance de *Dissiliodinium globulum* telles que rapportées par BELOW (1981a, texte-fig. 87-90) ne se corrèlent pas du tout avec celles observées dans l'Hauterivien du domaine téthysien nord-occidental.

Conclusions : L'Atlantique nord constitue encore un domaine où la grande majorité des espèces présentes est commune aux paléo-océans voisins (Téthys, mer boréale). Bien que qualitativement proches, les flores palynoplanctoniques de ces océans montrent des diachronismes plus ou moins importants au niveau de l'occurrence des taxons utilisés comme marqueurs stratigraphiques.

B. jaegeri, *C. oceanica*, *S. terrula*, *T. hydra* et *O. operculata* apparaissent d'abord dans le domaine nord atlantique, alors qu'inversement, la première occurrence de *M. staurota*, *F. laciniata*, *M. pariata*, *M. imparilis*, *O. diversum* et *H. peridictya* se produit d'abord dans le domaine téthysien.

A. eilema, *N. kostromiensis*, *D. cerviculum* et *S. perlucida* sont des espèces qui présentent les mêmes répartitions stratigraphiques dans le domaines téthysien et atlantique.

4.2 - L'Atlantique Sud

Malheureusement très peu d'études concernent ce secteur, et de plus, aucune d'entre elles ne propose une stratigraphie précise : HEDLUND & BEJU (1976) ne différencient pas les étages composant le Néocomien ; HARRIS (1977) n'obtient pas de meilleure estimation que Crétacé inférieur (= "Aptien-Néocomien") ; et CORNU (1986) se base sur des ensembles lithologiques.

En ce qui concerne l'étude de CORNU (*op. cit.*), celle-ci porte sur la Formation Springhill (faciès continentaux ou marins peu profonds), reconnue dans des sections carottées de forages d'exploration en mer implantés en Argentine, à l'est de la Terre de Feu (fig. 100). Le cadre stratigraphique de ces séries n'est pas connu avec précision et n'a pu être approché qu'à partir des assemblages sporopolliniques. Seules servent de références chronologiques les variations lithologiques dont le premier ensemble ("Springhill continental") est daté du Berriasien-Valanginien et le second ("Springhill marin" et "Inoceramus inférieur") de l'Hauterivien-Barrémien (CORNU, *op. cit.*, p. 84). Un faciès intermédiaire, à cheval sur ces deux ensembles, est nommé "Arcilla intermedia". Pour pouvoir comparer les résultats de CORNU avec nos propres observations du domaine téthysien, la limite Valanginien/Hauterivien a été considérée comme se situant au sein de la formation "Arcilla intermedia".

Les assemblages palynoplanctoniques décrits par HEDLUND & BEJU (1976) et HARRIS (1977) ne présentent que très peu d'espèces communes avec le domaine téthysien. Par contre, un bon nombre des taxons reconnus par CORNU (*op. cit.*) est présent dans le domaine téthysien. Mais parmi ces taxons, peu font partie du groupe des marqueurs stratigraphiques : il s'agit de *Coronifera oceanica*, *Odontochitina operculata*, *Batioladinium jaegeri*[1] pour les marqueurs "oppelliens", et de *Dingodinium cerviculum*, *Dissiliodinium globulum*, *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp., *Oligosphaeridium* spp. pour les espèces marquantes (dans la Téthys) par leurs acmés.

- Les extensions verticales de *C. oceanica* et *O. operculata* ne sont pas indiquées par CORNU (*op. cit.*), coupant court à toute tentative de comparaison biostratigraphique basée sur les occurrences de ces taxons. HEDLUND & BEJU (1976, fig. 2) ne mentionnent *O. operculata* qu'à partir de l'Albien.

- Bien que non déterminée sous ce nom, *Muderongia australis* est également une espèce présente dans l'Atlantique sud (voir la remarque concernant cette espèce dans la "Systématique", en annexe). Sa première apparition dans ce secteur est enregistrée par CORNU (*op. cit.*) dans l'Hauterivien-Barrémien.

- CORNU (*op. cit.*) mentionne *D. globulum* uniquement dans le puits 8 (*op. cit.*, pl. 21), mais les fréquences relatives de cette espèce ne présentent aucun acmé dans l'Hauterivien, donc aucune similitude avec la répartition de *D. globulum* dans le domaine téthysien. Notons que les faciès marins étudiés par CORNU sont tous des faciès littoraux ou de plate-forme

---

[1] Le spécimen illustré par CORNU (1986, pl. 17, fig. 8) sous le nom *Imbatodinium jaegeri* ne semble pas appartenir à cette espèce, mais plutôt à un autre taxon du genre *Batioladinium*.

interne, et que même dans le domaine téthysien, *D. globulum* était absent de ces milieux.

- Malgré un cadre stratigraphique tout à fait imprécis, nous pouvons remarquer que les variations d'abondance de *D. cerviculum* représentées par CORNU (1986) apparaissent homogènes, et comparables à celles des autres océans. Très peu à non représenté dans les niveaux valanginiens, *D. cerviculum* se développe à partir (puits 1 et 2 ; *op. cit.* pl. 3 et 6) ou au delà (puits 7, 8 et 9 ; *op. cit.* pl. 18, 21 et 24) de la formation "Arcilla intermedia" (début de l'Hauterivien ?) et montre, au sein de la période d'abondance qui s'en suit, un intervalle de faible représentation (puits 2, 7 et 9) qui n'est pas sans rappeler la nette baisse d'abondance de *D. cerviculum* à la base de Barrémien téthysien.

- Dans toutes les sections étudiées par CORNU, mais surtout dans les puits 7, 8 et 9 (*op. cit.*, pl. 18, 21 et 24), *Oligosphaeridium* spp. montre une période d'épanouissement se développant au cours du "Springhill marin", c'est-à-dire pendant l'Hauterivien. Ce phénomène peut être considéré comme identique et globalement synchrone de ce que nous avons observé pour ce genre dans la Téthys nord-occidentale.

- Toujours suivant les travaux de CORNU, les variations verticales de *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp. n'apparaissent pas toujours homogènes d'un puits à l'autre, mais l'évolution des fréquences relatives de ces taxons dans les puits 2 et 7 montre une période d'épanouissement située de part et d'autre de la limite entre le "Springhill continental" et le "Springhill marin", c'est-à-dire commençant avant la fin du Valanginien et continuant durant le début de l'Hauterivien. Allant dans le sens de cette abondance stratigraphiquement limitée, *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp. sont absents du puits 9 où seul est présent le sommet du "Springhill marin". Sans que cette conclusion se vérifie pour tous les puits étudiés, les variations d'abondance de *Chlamydophorella* spp. + *Gardodinium* spp. peuvent être considérées comme allant généralement dans le même sens que les observations faites à propos de ces taxons dans le domaine téthysien nord-occidental (*cf.* fig. 99).

Conclusions : Malgré la distance énorme qui, déjà à l'Hauterivien, sépare le domaine sud-atlantique du domaine téthysien nord-occidental, et la petite quantité d'"espèces stratigraphiques" communes, de nombreuses similitudes s'observent entre ces deux domaines, tant dans les variations d'abondance que dans le synchronisme de ces variations visibles chez les marqueurs téthysiens présents notamment sur le paléo-littoral argentin.

5 - DOMAINE AUSTRAL

Les travaux antérieurs consultés pour comparer nos résultats avec ceux du domaine austral sont ceux publiés par : WISEMAN (1980), STOVER & HELBY (1987c), STOVER & HELBY (1987d), BACKHOUSE (1987, 1988) pour l'Australie occidentale ; BURGER (1980b, 1982) pour l'Australie du NE. (N. Queensland) ; DAVEY (1987) pour la Nouvelle Guinée - Papouasie ; et MORGAN (1980) et HELBY, MORGAN & PARTRIDGE (1987) pour une synthèse de l'ensemble de l'Australie.

Bien que très largement ouvert sur la Téthys, l'océan austral ne présente que peu d'espèces de Dinoflagellés communes aux deux domaines.

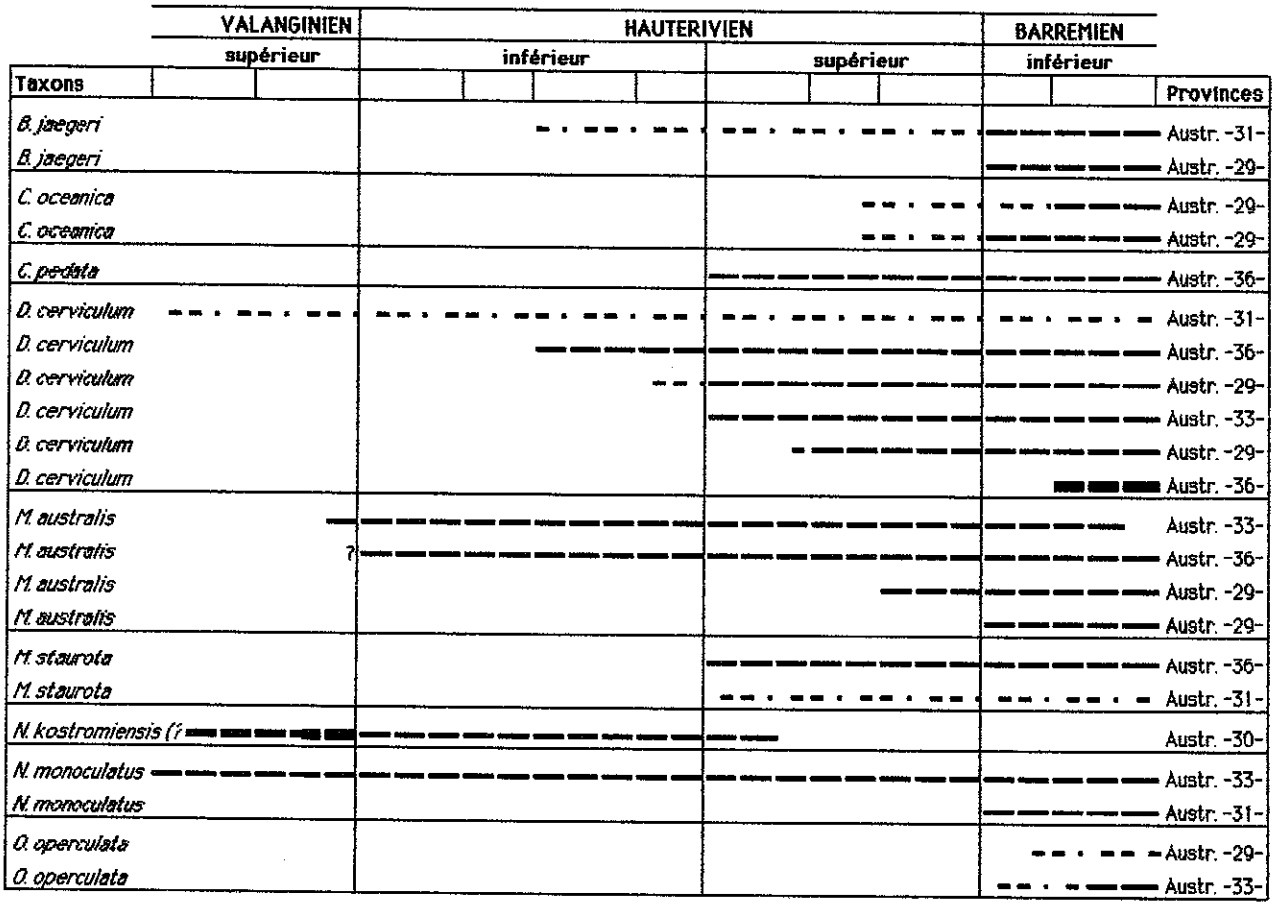


Fig. 104 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien du domaine austral et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental.
29 : d'après BACKHOUSE (1987, 1988) - **30** : d'après WISEMAN (1980) - **31** : d'après MORGAN (1980) - **33** : d'après HELBY *et al.* (1987) - **36** : d'après DAVEY (1987).

- La première occurrence stratigraphique de *Coronifera oceanica* est observée par BACKHOUSE (1987, fig. 3, 1988, fig. 35) au début de l'Hauterivien supérieur, donc de manière pratiquement synchrone avec son homologue téthysienne. Notons que DAVEY (1987, fig. 6, 8) rencontre *Coronifera pedata* également à partir de la base de l'Hauterivien supérieur, et que cette espèce a une morphologie très proche de celle de *C. oceanica* ; la mise en synonymie de ces deux taxons a d'ailleurs été proposée par SARJEANT (1985b, pp. 145-147)(voir la remarque taxonomique concernant cette dernière espèce dans la partie "Systématique", en annexe).

- MORGAN (1980, fig. 8) n'observe *Nummus monoculatus* qu'à partir de la fin du Néocomien supérieur, mais HELBY *et al.* (1987, fig. 26) signalent cette espèce depuis le milieu de la dinozone à *Systematophora areolata*, à laquelle est attribuée un âge valanginien inférieur à moyen (*cf.* HELBY *et al.*, 1987, p. 43). La première occurrence téthysienne de *N. monoculatus* est donc nettement postérieure à celle de cette espèce dans le domaine austral.

- Inversement, *Muderongia staurota* fait sa première apparition au début de l'Hauterivien supérieur, c'est-à-dire plus tardivement que dans l'hémisphère nord.

- *Batioladinium jaegeri* est observé par MORGAN (1980, fig. 8) à partir du début du Néocomien supérieur (= ? milieu de l'Hauterivien inférieur) alors que BACKHOUSE (1988, fig. 35) ne rencontre cette espèce qu'à partir du Barrémien. L'apparition australe de *B. jaegeri* est

donc très proche de sa première occurrence téthysienne.

- Il en est de même pour *Odontochitina operculata* qui apparaît au début du Barrémien.

- Parmi les marqueurs ayant une première occurrence nettement moins précoce que dans le domaine téthysien, signalons : *Hapsocysta peridictya* rencontrée dans l'Aptien supérieur à l'Albien terminal par DAVEY (1987, fig. 6, 8) et MORGAN (1980, fig. 8) ; *Hystrichostrogylon stolidotum* à partir de l'Aptien supérieur (DAVEY, 1987, fig. 6) ; *Florentinia laciniata* à partir de la fin de l'Albien inférieur (DAVEY, 1987, fig. 8) ou supérieur (MORGAN, 1980, fig. 8) ; et *Bourkidinium granulatum* rencontré par MORGAN (1975) dans des terrains du Crétacé inférieur et plus précisément de l'Albien inférieur à moyen (MORGAN, 1980, fig. 8).

- WISEMAN (1980) est le seul auteur à mentionner *Nelchinopsis kostromiensis* dans le domaine austral. Les vastes études réalisées par STOVER & HELBY (1987c, 1987d), HELBY, MORGAN & PARTRIDGE (1987) ou BACKHOUSE (1987, 1988) ne mentionnent pourtant pas cette espèce. L'illustration donnée par WISEMAN (*op. cit.*, pl. 1, fig. 14) de *N. kostromiensis* ne paraît pas correspondre à cette espèce, mais plus vraisemblablement à un représentant du genre *Chlamydophorella* ou *Gardodinium*. L'extension stratigraphique que donne WISEMAN (1980, texte-fig. 5) de cette forme est reportée, à titre indicatif seulement, sur la figure 104 (Tithonique à base de l'Hauterivien supérieur), sans que celle-ci soit prise en compte ici.

- *Muderongia australis* est connue dans le domaine austral depuis le Valanginien terminal. A l'heure actuelle, seule la coupe de Vergons (bassin vocontien) a révélé la présence de cette espèce dans le domaine téthysien. Malgré sa présence très rare et sporadique dans la Téthys nord-occidentale (zone à *Radiatus* - zone à *Sayni*), il est intéressant de noter que sa première occurrence téthysienne n'est que très peu décalée par rapport à son apparition australe.

- Sur le continent australien, *Dingodinium cerviculum* n'apparaît qu'au cours de l'Hauterivien inférieur, donc bien plus tard que dans la Téthys. La première occurrence de *D. cerviculum* est observée par MORGAN (1980, fig. 8) dans des terrains malheureusement mal datés (base du Néocomien supérieur), attribués ici à l'équivalent de l'Hauterivien inférieur. Signalée par DAVEY (1987, fig. 6) une période d'acmé se manifeste pour cette espèce à partir du Barrémien inférieur, donc là encore, plus tardivement que dans le domaine téthysien.

Conclusions : La comparaison entre les domaines téthysien et austral est rendu difficile du fait que très peu d'espèces sont communes. Parmi les quelques marqueurs stratigraphiques téthysiens se rencontrant dans le domaine austral, seule l'espèce *C. oceanica* présente de réelles similitudes entre les deux provinces paléo-océaniques.

6 - DOMAINE ARCTIQUE

Dans le cadre de ce travail, la répartition des kystes de Dinoflagellés dans le domaine arctique est approchée grâce aux publications de : THUSU (1978) pour l'île de Svalbard (Norvège) et la mer de Barents ; BRIDEAUX (1975), BRIDEAUX & MYHR (1976), DAVIES (1983) pour le Canada arctique.

Le domaine arctique étant sans communication directe avec la Téthys, les dinokystes communs aux deux océans sont assez rares : peu de marqueurs stratigraphiques utilisables dans

le domaine téthysien ont été mentionnés dans les travaux cités ci-dessus (fig. 105).

- Dans le Néocomien arctique, la dernière occurrence de *Nelchinopsis kostromiensis* se termine avec l'étage Valanginien, soit sensiblement plus tôt que dans la Téthys. Il faut toutefois signaler que, dans le domaine arctique, *N. kostromiensis* ne fait l'objet que d'une seule citation avec une datation relative précise (DAVIES, 1983). WIGGINS (1972, pp. 301-302) cite *N. kostromiensis* dans le Néocomien d'Alaska, mais sans préciser l'étage.

- *Odontochitina operculata* et *Batioladinium jaegeri* sont également présents au Canada arctique, mais avec une extension stratigraphique débutant bien avant la fin du Valanginien, donc très antérieurement à la première occurrence de ces mêmes taxons dans le domaine téthysien.

- Inversement, *Coronifera oceanica* n'est présente au Canada septentrional que seulement à l'Albien (*cf.* BRIDEAUX & MYHR, 1976, fig. 43.3).

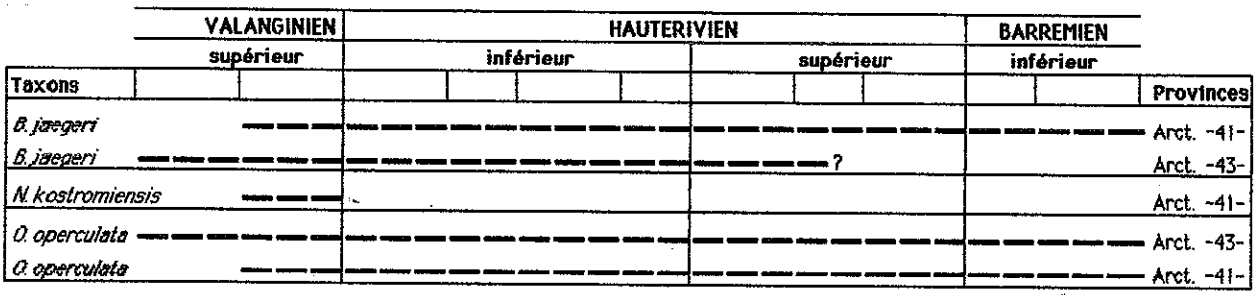


Fig. 105 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien du domaine arctique et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental.
41 : d'après DAVIES (1983) - **43** : d'après BRIDEAUX & MYHR (1976).

Conclusions : Les conclusions auxquelles nous amène la comparaison des extensions stratigraphiques des dinokystes entre le domaine arctique et la Téthys nord-occidentale sont les mêmes que celles auxquelles a abouti POURTOY (1989, p. 121) : une très grande dissimilitude s'observe ; outre le fait que les taxons communs à ces deux domaines sont peu nombreux, leurs extensions stratigraphiques sont particulièrement discordantes. Une corrélation entre les dinozonations de ces domaines est donc difficilement envisageable.

7 - DOMAINE INDIEN

Rares sont les études qui s'appliquent au Crétacé inférieur de ce domaine, géographiquement encore très réduit à l'Hauterivien (*cf.* fig. 100). CHEN (1978) dans le Nord de Madagascar, et MEHROTRA & SARJEANT (1986) dans le SE de l'Inde ont décrit des assemblages palynoplanctoniques présents dans l'Hauterivien de ce qui deviendra l'Océan indien.

Curieusement, un grand nombre des espèces mentionnées par CHEN (*op. cit.*) ou par MEHROTRA & SARJEANT (*op. cit.*) est commun aux domaines indien et téthysien. Par contre, peu de marqueurs stratigraphiques téthysiens se retrouvent dans le secteur indien.

- Non citée sous ce nom, *Muderongia australis*.(= *Muderongia* cf. *mcwhaei* - MEHROTRA & SARJEANT, 1986, pl. 11, fig. 3 ; = *Muderongia* sp. - MEHROTRA & SARJEANT, 1986, pp. 726-727, pl. 11, fig. 4 ; = *Muderongia mcwhaei* - CHEN, 1978, fig. 44, n° 297-299 ; =

Muderongia mcwhaei - JAIN & KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN, 1984, pp. 37-38, pl. II, fig. 2, 4 ; pl. III, fig. 3) est cependant présente dans le domaine indien. MEHROTRA & SARJEANT (*op. cit.*) la rencontrent dans le Sud de l'Inde depuis le Valanginien (?) ou l'Hauterivien (voir la remarque concernant cette espèce dans la "Systématique", en annexe). Dans le même secteur géographique, JAIN & KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN (*op. cit.*) l'observent dans le Néocomien et dans l'Aptien. Dans la province malgache (CHEN, 1978), *M. australis* est présente depuis le Néocomien (sans précision d'étage).

- *Dingodinium cerviculum* montre, tant en Inde qu'à Madagascar, de nettes variations de fréquences relatives : celles-ci sont plus ou moins bien datées en Inde, et stratigraphiquement très mal calées à Madagascar.

Bien que basées sur très peu de valeurs de comptage (1 à 2 pour chaque étage), les observations de MEHROTRA & SARJEANT (1986, tab. 1) indiquent que l'évolution du nombre relatif des représentants de *D. cerviculum* montre une nette progression entre le Valanginien et l'Hauterivien (respectivement 2% et 13 à 9%), puis entre le Barrémien et l'Aptien (respectivement 11% et 19 à 20%). Bien que très mal datés, les changements d'abondance illustrés par CHEN (1978, fig. 2) pour *D. cerviculum* montrent des variations corrélables avec celles rapportées par MEHROTRA & SARJEANT (*ibid.*)(*cf.* fig. 106).

- *Oligosphaeridium complex* montre de très nets changements d'abondance dans le Néocomien malgache, malheureusement sans que ceux-ci puissent être calés stratigraphiquement. Si l'on admet la corrélation des variations de *D. cerviculum* en Inde et à Madagascar, on peut estimer que la première acmé de *O. complex* se situe aux environs de l'Hauterivien supérieur, c'est-à-dire sensiblement dans la même fourchette de temps que l'acmé d'*Oligosphaeridium* spp. dans le domaine téthysien. Cette conclusion ne semble toutefois pas pouvoir être extrapolée au secteur indien méridional car MEHROTRA & SARJEANT (1986, tab. 1) ne recensent des représentants du genre *Oligosphaeridium* et en particulier *O. complex* qu'à partir de l'Aptien.

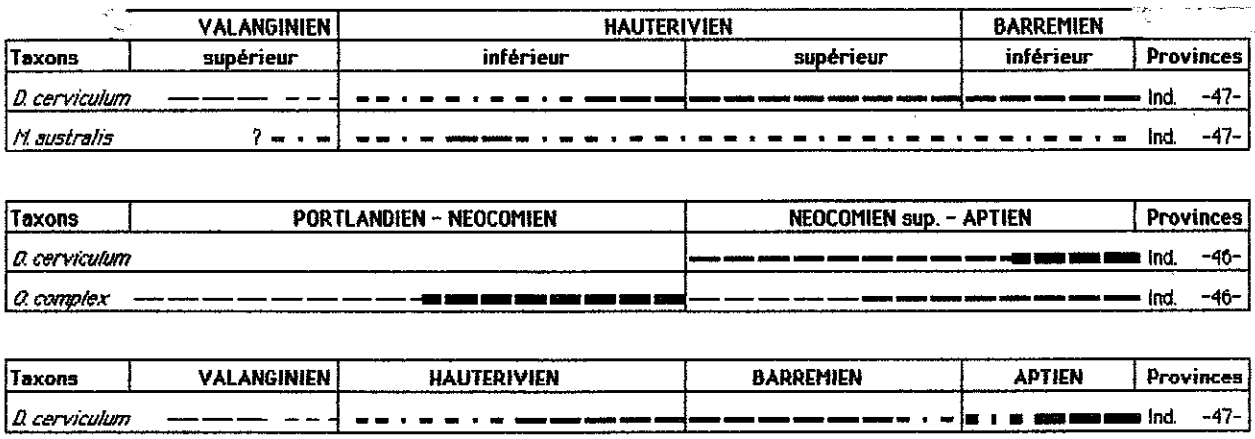


Fig. 106 : Répartitions verticales des espèces citées dans l'Hauterivien du domaine indien et considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine téthysien nord-occidental.
46 : d'après CHEN (1978) - **47** : d'après MEHROTRA & SARJEANT (1986).

Conclusions : Malgré le nombre important d'espèces communes à la Téthys et au futur Océan indien, très peu de taxons supportent une comparaison biostratigraphique entre ces deux

domaines. Un plus grand nombre de similitudes semble toutefois exister entre la province malgache et la Téthys qu'entre le Sud de l'Inde et le domaine téthysien.

8 - PACIFIQUE EST

A l'heure actuelle, seul WARREN (1967) s'est penché sur le plancton organique du Crétacé inférieur de la marge occidentale des U.S.A.. Au sein de la liste des taxons que cet auteur a recensés dans les sédiments tithoniques à albiens du secteur oriental du futur océan Pacifique, très peu d'espèces sont communes avec le domaine téthysien. Parmi ces espèces, seule *Odontochitina operculata* présente un intérêt stratigraphique.

- *Odontochitina operculata* n'est mentionnée qu'à partir de l'Aptien, mais la dinozone dont elle est l'espèce index commence avant la fin de l'Hauterivien (*cf.* WARREN, 1967, pl. 2). La première occurrence d'*O. operculata* est donc difficilement comparable à son équivalent téthysien car datée de façon ambiguë.

WARREN (1967) a inventé deux espèces nouvelles, *Dingodinium conocornutum* (*op. cit.*, pp. 94-96, pl. 6, fig. 3-7) et *Muderongia californica* (*op. cit.*, pp. 260-262, pl. 24, fig. 10-11) dont la morphologie les rapproche respectivement de *D. cerviculum* et de *M. australis*.

- L'extension stratigraphique de *D. conocornutum* est réduite au Berriasien terminal-Valanginien inférieur à moyen, donc est sans rapport avec celle de *D. cerviculum*.

- *M. californica* a une durée de vie réduite à l'Hauterivien (*cf.* fig. 107) dont la date de première occurrence rappelle fortement celle de *M. australis*, espèce dont elle est morphologiquement proche. Rappelons que la forme appelée *Muderongia* sp. cf. *M. mcwhaei* par BINT (1986, pl. 9, fig. 6) est considérée comme appartenant à l'espèce *M. australis*. Cette forme a été rencontrée par BINT dans le Néocomien de Californie, mais sans précision d'étage.

Conclusions : Seule la répartition verticale d'*O. operculata* peut véritablement être comparée à celle du domaine téthysien, mais les extensions de *D. conocornutum* et de *M. californica* peuvent également être prises en compte si l'on considère ces espèces comme des équivalents morphologiques de *D. cerviculum* et *M. australis*.

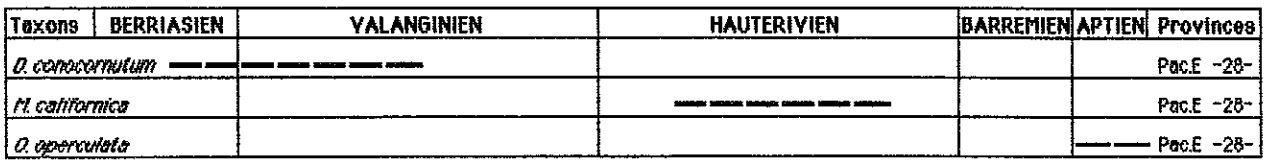


Fig. 107 : Répartitions verticales des espèces citées dans le Crétacé inférieur du Pacifique est et considérées comme marqueurs stratigraphiques (ou leurs équivalents morphologiques) dans le domaine téthysien nord-occidental.
28 : d'après WARREN (1967).

9 - DISCUSSION

Comme nous avons pu le constater, les comparaisons que nous venons d'effectuer se heurtent à plusieurs facteurs limitants :

- les déterminations spécifiques des kystes de Dinoflagellés par les autres auteurs ne sont

pas toujours correctes. Seules les illustrations peuvent permettre de contrôler la conformité de l'acceptation donnée aux taxons recensés. Il est évident que toute tentative de corrélation biostratigraphique est vouée à l'échec si au départ les éléments que l'on compare ne représentent pas la même entité.

- la précision du cadre stratigraphique est également un élément extrêmement important. De cette précision dépendra celle du calage stratigraphique des événements paléontologiques que l'on observe et que l'on veut confronter ; d'elle dépend aussi l'estimation de l'intervalle de temps qui sépare ces événements. Les indications stratigraphiques regroupant plusieurs étages (ex. Néocomien...) ne sont donc pas propices à de bonnes comparaisons.

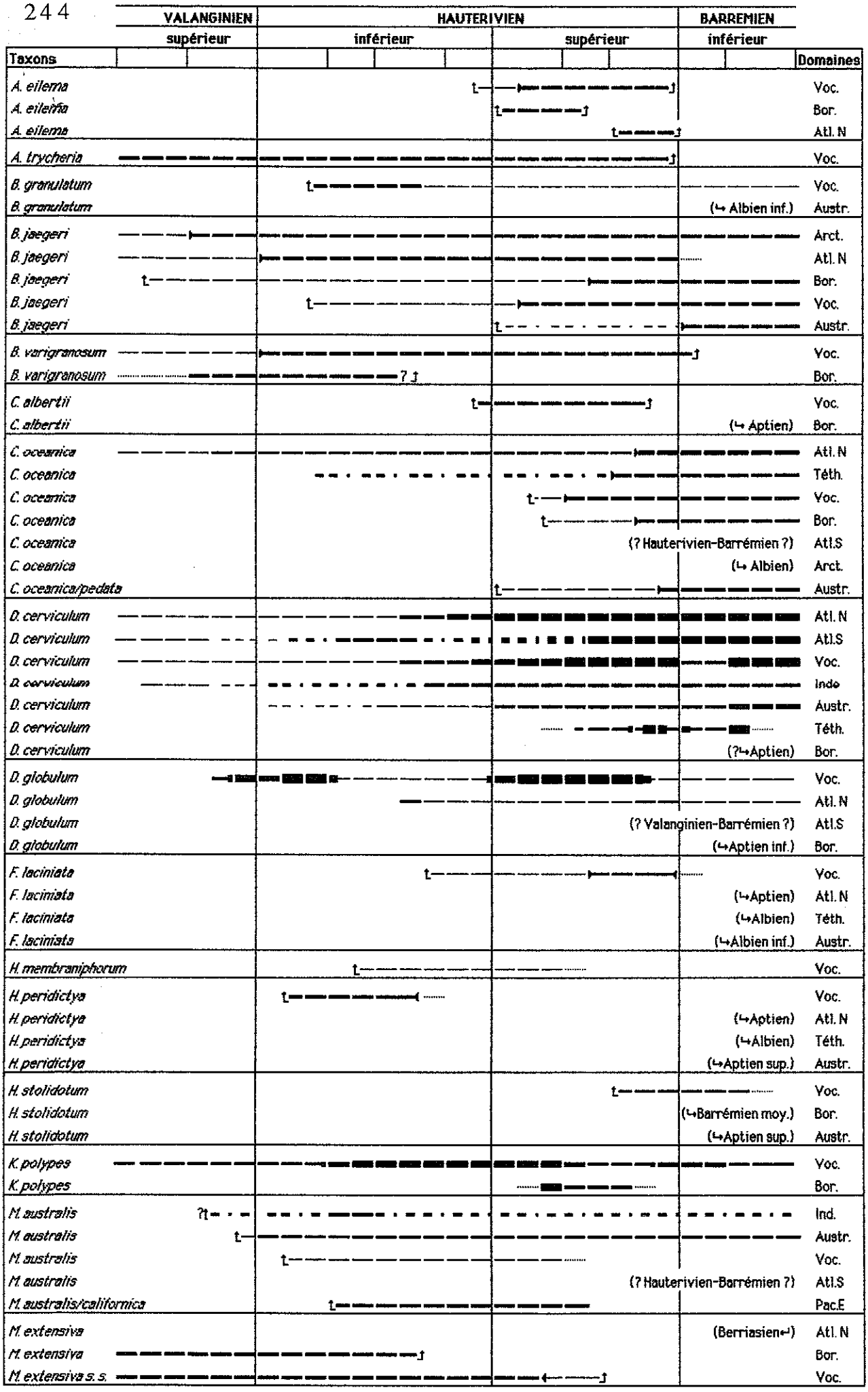
- le nombre des taxons communs joue également un rôle restrictif ; toute comparaison sera d'autant plus limitée que ce nombre sera réduit.

Malgré ces handicaps, les comparaisons ont pu être effectuées de manière satisfaisante au moins sur les bassins adjacents au domaine téthysien nord-occidental. En effet, les études concernant ces domaines (Téthys, domaine boréal, Atlantique nord) disposent en général d'une stratigraphique précise (surtout le domaine boréal) et le nombre des espèces communes avec le domaine téthysien nord-occidental est majoritaire au sein des assemblages palynoplanctoniques.

Si l'on se réfère à l'ensemble des comparaisons effectuées ci-dessus, ainsi qu'au nombre des taxons utilisables dans chacun des cas traités, il s'avère que les espèces de Dinoflagellés (et leurs marqueurs biostratigraphiques) ayant une aire de distribution paléogéographique s'étendant simultanément sur plusieurs bassins océaniques ne sont pas rares. C'est là un des avantages de ces organismes qui, contrairement à d'autres groupes (notamment parmi les macrofossiles) nécessitent des domaines et des formes intermédiaires pour réaliser des corrélations d'un bassin à un autre. Nous avons par exemple vu une telle conjoncture dans le cas de la corrélation entre les Ammonites de zones des domaines téthysien et boréal (*cf.* chapitre II, § II "Correspondance entre les biozonations des domaines téthysien et boréal d'après l'ammonitofaune").

Sur la figure 108 sont reportées les extensions stratigraphiques synthétiques des marqueurs cités dans chacun des domaines océaniques analysés ci-dessus. Nous pouvons constater qu'un grand nombre de ces marqueurs a été recensé dans la majorité des océans hauteriviens. Les espèces les plus ubiquistes sont ***O. operculata*** et ***C. oceanica*** (observées dans tous les océans du Crétacé inférieur, sauf dans le domaine indien) ; ***D. cerviculum*** *s.l.* (absent uniquement dans le domaine arctique) ; ***M. staurota, B. jaegeri, M. australis***, ...

L'extension stratigraphique de chacune de ces espèces n'est pas systématiquement synchrone d'un domaine océanique à l'autre. Le fait qu'un même taxon soit présent dans plusieurs mers du globe augmente l'intérêt de ce taxon en tant que marqueur biostratigraphique, mais les exemples que nous venons de citer montrent que les "apparitions" d'un taxon ne sont synchrones , et donc corrélables, qu'entre certains bassins. A titre d'exemple, la première occurrence pratique d'***O. operculata*** se situe vers la limite Hauterivien/Barrémien dans les domaines téthysien, boréal, nord- et sud-atlantique et austral, mais est pré-hauterivienne dans


VALANGINIEN
supérieur
HAUTERIVIEN
inférieur
supérieur
BARREMIEN
inférieur
Taxons
Domaines
A. eilema
Voc.
A. eilema
Bor.
A. eilema
Atl. N
A. trycheria
Voc.
B. granulatum
Voc.
B. granulatum
(↳ Albien inf.)
Austr.
B. jaegeri
Arct.
B. jaegeri
Atl. N
B. jaegeri
Bor.
B. jaegeri
Voc.
B. jaegeri
Austr.
B. varigranosum
Voc.
B. varigranosum
Bor.
C. albertii
Voc.
C. albertii
(↳ Aptien)
Bor.
C. oceanica
Atl. N
C. oceanica
Téth.
C. oceanica
Voc.
C. oceanica
Bor.
C. oceanica
(? Hauterivien-Barrémien ?)
Atl.S
C. oceanica
(↳ Albien)
Arct.
C. oceanica/pedata
Austr.
D. cerviculum
Atl. N
D. cerviculum
Atl.S
D. cerviculum
Voc.
D. cerviculum
Indo
D. cerviculum
Austr.
D. cerviculum
Téth.
D. cerviculum
(?↳Aptien)
Bor.
D. globulum
Voc.
D. globulum
Atl. N
D. globulum
(? Valanginien-Barrémien ?)
Atl.S
D. globulum
(↳Aptien inf.)
Bor.
F. laciniata
Voc.
F. laciniata
(↳Aptien)
Atl. N
F. laciniata
(↳Albien)
Téth.
F. laciniata
(↳Albien inf.)
Austr.
H. membraniphorum
Voc.
H. peridictya
Voc.
H. peridictya
(↳Aptien)
Atl. N
H. peridictya
(↳Albien)
Téth.
H. peridictya
(↳Aptien sup.)
Austr.
H. stolidotum
Voc.
H. stolidotum
(↳Barrémien moy.)
Bor.
H. stolidotum
(↳Aptien sup.)
Austr.
K. polypes
Voc.
K. polypes
Bor.
M. australis
Ind.
M. australis
Austr.
M. australis
Voc.
M. australis
(? Hauterivien-Barrémien ?)
Atl.S
M. australis/californica
Pac.E
M. extensiva
(Berriasien↵)
Atl. N
M. extensiva
Bor.
M. extensiva s. s.
Voc.

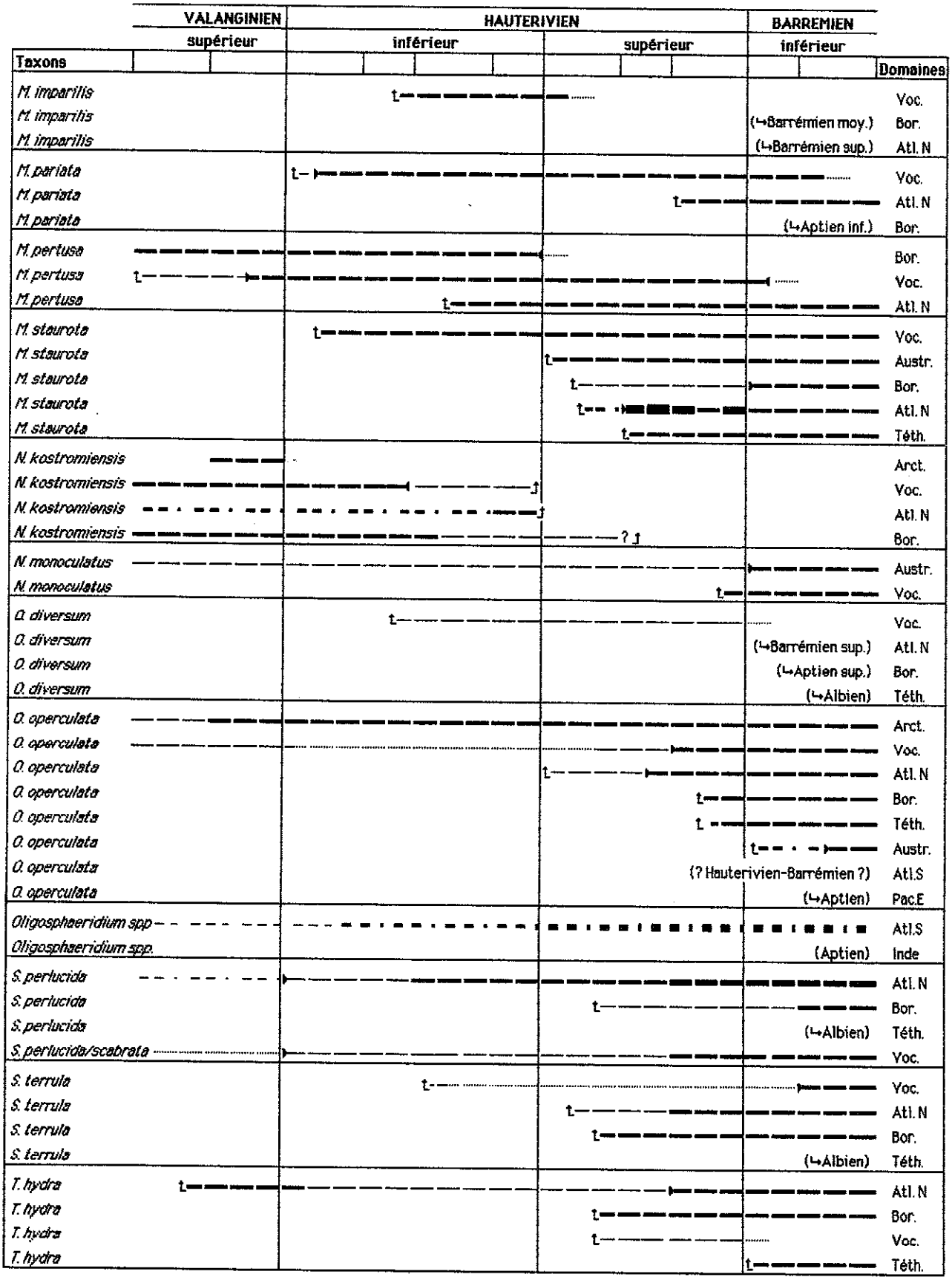


Fig. 108 : Extensions stratigraphiques synthétiques des principaux marqueurs (dinokystes) cités dans les grands domaines océaniques pour l'intervalle Valanginien-Barrémien.

l'Arctique et aptienne (?)[1] en Californie (Pacifique est). De même, la première occurrence pratique de ***C. oceanica*** se produit durant l'Hauterivien supérieur dans la Téthys, le domaine boréal, l'Atlantique nord, l'Atlantique sud et le domaine austral, mais elle est albienne dans le domaine arctique.

Hapsocysta peridictya montre une occurrence illustrant un phénomène très particulier, dont cette espèce est le seul exemple parmi tous les taxons recensés au cours de ce travail : plusieurs fois signalée dans l'Hauterivien inférieur de la Téthys nord-occidentale (FAUCONNIER, 1982, 1989 ; POURTOY, 1989 ; cette étude), *H. peridictya* "disparaît" avant la fin de l'Hauterivien inférieur. Etrangement, *H. peridictya* réapparaît dans les domaines téthysien, nord-atlantique et austral à l'Aptien-Albien (c'est-à-dire plus de 7 Ma plus tard), sans aucune manifestation de présence entre ces deux périodes. Compte tenu de la morphologie très particulière de *H. peridictya* rendant cette espèce facilement reconnaissable, l'absence de *H. peridictya* dans les sédiments d'âge Hauterivien supérieur et Barrémien (plus de 5,5 Ma) n'est pas imputable à d'éventuelles erreurs ou absence de détermination, et sa forme caractéristique permet d'affirmer qu'il s'agit bien de la même espèce entre l'Hauterivien inférieur et l'Aptien ou l'Albien. Les raisons d'un tel hiatus et d'un tel décalage entre les périodes d'occurrence de *H. peridictya* sont actuellement sans explication. Etant donné que l'occurrence vocontienne maximale de cette espèce est centrée sur la zone à *Loryi*, il est possible d'envisager que des conditions écologiques particulières, présentes à cette époque dans la Téthys nord-occidentale, se seraient renouvelées au cours de l'Aptien-Albien, et seulement à ce moment là, dans les domaines téthysien, nord-atlantique et austral.

Se démarquant des taxons intéressants par leur apparition ou leur extinction, ***D. cerviculum*** *s.l.* est une espèce pérenne dont les variations d'abondance relative présentent de nettes similitudes entre plusieurs paléodomaines océaniques : apparaissant au cours du Valanginien, cette espèce devient abondante à partir de l'Hauterivien inférieur à supérieur. Le maximum d'abondance de *D. cerviculum* se produit simultanément dans la Téthys nord-occidentale, l'Atlantique nord et vraisemblablement l'Atlantique sud et le domaine indien (base de l'Hauterivien supérieur), puis dans le reste de l'océan téthysien (milieu de l'Hauterivien supérieur) et, plus tardivement, dans le domaine boréal (Albien inférieur).

Comme le montre l'exemple de *D. cerviculum*, il apparaît que chez les Dinoflagellés, existent des taxons dont la période d'épanouissement peut se produire de manière synchrone dans plusieurs bassins océaniques. Un tel événement, se répercutant sur la majorité des mers du globe, doit avoir une origine globale. Dans le cas de *D. cerviculum*, nous venons de voir que l'augmentation généralisée de son abondance se produit au milieu de l'Hauterivien. Or, la charte des cycles eustatiques publiée par HAQ *et al.* (1987b, fig. 2) indique que la limite Hauterivien inférieur/Hauterivien supérieur correspond au début d'un supercycle de 2ème ordre, c'est-à-dire à un événement eustatique particulièrement important, même à l'échelle planétaire. Il est donc fort probable que l'événement palynologique que nous venons de souligner et cet événement

1) Voir la remarque du paragraphe 8 "Pacifique Est", concernant la datation de l'occurrence d'*O. operculata* dans ce domaine océanique.

séquentiel soient à mettre en parallèle.

Nous voyons que le début du supercycle de 2ème ordre suivant se situe à la base de l'Aptien. Or, corroborant l'hypothèse énoncée ci-dessus, les données palynologiques de DUXBURY (1983, texte-fig. 2-3), RILEY & FENTON (1984, fig. 3) et MEHROTRA & SARJEANT (1986, tab. 1) concernant *D. cerviculum* indiquent une nette augmentation des fréquences relatives de cette espèce au début de l'Aptien.

Nous pouvons donc déduire de ces deux exemples que les variations relatives de *D. cerviculum* sont corrélables avec des événements séquentiels (au moins de 2ème ordre). Et cela prouve qu'une espèce pérenne, a priori inintéressante d'un point de vue biostratigraphique, peut par ses périodes d'épanouissement apporter en fait de très bonnes indications, tant biostratigraphiques que stratigraphiques séquentielles.

Connaissant la date de première occurrence d'un taxon dans les différents océans qu'il occupe (ou qu'il a successivement occupés), il semble possible d'avoir une idée du lieu d'origine de ce taxon, dans la mesure où les citations de ce taxon sont suffisamment nombreuses pour permettre une telle déduction. Un taxon apparu de façon précoce dans une province océanique non étudiée ne pourra évidemment pas être reconnu comme étant originaire de cette province.

Parmi les espèces hauteriviennes étant apparues primitivement dans le domaine téthysien nord-occidental, citons : ***Hapsocysta peridictya***, ***Muderongia staurota***, ***Muderongia pariata***, ***Aprobolocysta eilema***, ***Bourkidinium granulatum***, ***Florentinia laciniata***, ***Muderongia imparilis***, ***Hystrichostrogylon stolidotum***, ***Ovoidinium diversum***... Nous pouvons donc considérer que ces espèces sont typiquement ouest téthysiennes et que leur présence dans des assemblages palynoplanctoniques d'autres océans implique une influence téthysienne sur ces autres milieux.

La majorité de ces espèces montre une "apparition extra-téthysienne" se produisant au delà de l'étage Hauterivien. Seulement 3 espèces présentent un décalage temporel peu important entre leur apparition téthysienne et leur première occurrence dans un autre bassin :

- ***M. staurota*** apparaît dans la Téthys nord-occidentale au milieu de la zone à *Radiatus*. Cette espèce est ensuite présente dans les domaines austral, boréal et nord-atlantique à partir du début de l'Hauterivien supérieur (équivalent de la zone à *Sayni*).

- L'apparition vocontienne de ***M. pariata*** se produit également au milieu de la zone à *Radiatus*. Cette espèce s'implante successivement dans l'Atlantique nord (Hauterivien terminal) et, bien plus tard, dans le domaine boréal (Aptien inférieur).

- ***A. eilema*** apparaît dans la Téthys nord-occidentale à la fin de l'Hauterivien inférieur (zone à *Cruasense*) puis s'étend au domaine boréal (équivalent de la zone à *Sayni*) et à l'Atlantique nord (Hauterivien terminal).

Ces 3 espèces, considérées comme typiquement téthysiennes, représentent un trop petit nombre de cas pour tenter de savoir de façon déterminante s'il y a eu, durant l'Hauterivien, des périodes où les Dinoflagellés vivant dans les eaux téthysiennes ont eu l'occasion de s'intégrer au contenu phytoplanctonique des mers adjacentes.

D'après ces 3 cas, une influence téthysienne a pu se manifester sur le domaine boréal

durant la zone à *Sayni* (passage d'*A. eilema* et *M. staurota* vers le domaine boréal), ainsi que sur le domaine nord atlantique avant la fin de l'Hauterivien supérieur (implantation dans l'Atlantique d'*A. eilema* et *M. pariata*). Des données supplémentaires sont nécessaires pour identifier avec certitude les raisons de ces transferts de taxons d'un océan vers l'autre. Ce phénomène peut être imputable à des circulations océaniques nouvellement créées, ou à des conditions paléoécologiques récemment mises en place et créant des niches écologiques exploitables par les taxons téthysiens qui ont réussi à s'implanter dans les domaines voisins. Ces deux possibilités ne s'excluent pas mutuellement et peuvent avoir fonctionné de pair.

Si, avec la même optique, nous cherchons à dégager les taxons néocomiens primitivement issus du domaine boréal, et s'étant établis dans la Téthys au cours de l'Hauterivien, il s'avère qu'aucune espèce ne répond à ce critère. Non déterminant à lui seul, cet argument laisse supposer qu'en ce qui concerne les masses d'eaux superficielles, aucune influence boréale ne s'est faite sentir sur le domaine téthysien durant tout l'Hauterivien.

Par contre, *S. perlucida*, *B. jaegeri*, *C. oceanica*, *O. operculata* et *T. hydra* sont des espèces apparues en premier dans le domaine nord atlantique et montrant ensuite leur première occurrence "extra-atlantique" dans le domaine téthysien. Les 2 premières de ces espèces apparaissent dans la Téthys au cours de l'Hauterivien basal (zone à *Radiatus*), et les 3 suivantes se développent à partir du début de l'Hauterivien supérieur (zone à *Sayni*). Egalement au cours de l'Hauterivien basal, l'espèce australe *M. australis* s'implante dans le domaine téthysien nord-occidental.

On peut donc envisager un modèle paléo-océanologique, où la Téthys nord-occidentale aurait été sous influence atlantique (et ponctuellement australe ?) au cours de l'Hauterivien basal, avec le passage des espèces *S. perlucida* et *B. jaegeri* de l'Atlantique nord vers la Téthys, et également à la base de l'Hauterivien supérieur où *C. oceanica*, *O. operculata* et *T. hydra* s'implantent dans la Téthys mais où *M. staurota* investit simultanément le domaine nord-atlantique. Pour cette seconde période, il semble donc que l'on puisse parler d'échange océanique plutôt que d'influence d'un domaine sur l'autre.

10 - CONCLUSION

L'étude biostratigraphique que nous venons d'effectuer a permis de sélectionner des kystes de Dinoflagellés dont les périodes d'apparition, d'extinction ou d'épanouissement constituent de réels points de repères biostratigraphiques, aussi bien à l'échelle d'une province que des bassins qui lui sont limitrophes.

De telles études montrent que les dinokystes peuvent permettre une datation relative à la fois fiable et précise, applicable à partir d'une quantité minime de sédiment.

Ces qualités montrent que l'outil palynologique, et tout particulièrement les kystes de Dinoflagellés sont d'un grand intérêt pour les études biostratigraphiques. La grande répartition paléogéographique des marqueurs palynoplanctoniques (ne nécessitant pas l'utilisation de domaines intermédiaires), leur haute résolution biostratigraphique et leur abondance dans les sédiments font des kystes de Dinoflagellés un outil très intéressant

TROISIEME PARTIE

ESSAI DE PALÉOÉCOLOGIE BASÉE SUR L'ÉTUDE DES DINOKYSTES

CHAPITRE IX

CONTRIBUTION PALÉOÉCOLOGIQUE DES DINOFLAGELLÉS

CHAPITRE IX

CONTRIBUTION PALÉOÉCOLOGIQUE DES DINOFLAGELLÉS

I - UTILISATION DU COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*" p. 253

A - POURQUOI LE COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*" ? ..... p. 253

1 - OBSERVATIONS ANTÉRIEURES ..... p. 253

2 - OBSERVATIONS PERSONNELLES PRÉLIMINAIRES ..... p. 253

B - DÉFINITIONS ..... p. 254

1 - LIMITES TAXONOMIQUES DU COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*" ..... p. 254

2 - CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET ORNEMENTAUX ..... p. 255

C - ANALYSE DES DONNÉES RÉCOLTÉES DANS LE VALANGINIEN TERMINAL - BARRÉMIEN INFÉRIEUR VOCONTIEN ..... p. 256

1 - DONNÉES DE BASE, MÉTHODOLOGIE ..... p. 256

2 - TRAITEMENT DES INFORMATIONS ..... p. 257

2.1 - Rapport *Muderongia / Phoberocysta* ..... p. 257

2.2 - Analyse par histogrammes pondérés ..... p. 257

2.3 - Discussion ..... p. 257

D - COMPARAISONS, INTERPRÉTATIONS ..... p. 260

1 - COMPARAISON AVEC L'ÉPAISSEUR DES DOUBLETS "CALCAIRE-MARNE" ..... p. 261

2 - COMPARAISON AVEC LA LITHOLOGIE ..... p. 264

2.1 - Avec la calcimétrie ..... p. 264

2.2 - Avec la proportion de calcaire au sein des doublets ..... p. 264

3 - COMPARAISON AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ..... p. 264

3.1 - Avec les cortèges sédimentaires ..... p. 264

3.2 - Avec les discontinuités séquentielles ..... p. 266

3.3 - Avec les variations eustatiques ..... p. 266

4 - COMPARAISON AVEC LA COURBE DU $\partial^{13}C$ ..... p. 268

5 - INTERPRÉTATIONS ..... p. 269

II- APPROCHE PALÉOÉCOLOGIQUE DE CERTAINS TAXONS ..... p. 271

A - DONNÉES PALÉOÉCOLOGIQUES APPORTÉES PAR LES PÉRIDINIENS ..... p. 271

1 - RAPPEL DES DONNÉES ANTÉRIEURES ..... p. 271

2 - LES PÉRIDINIENS DANS LE VALANGINIEN TERMINAL – BARRÉMIEN INFÉRIEUR DU DOMAINE VOCONTIEN ..... p. 273

2.1 - Proportion des péridiniens par rapport aux grandes familles de Dinoflagellés ... p. 273

2.2 - Cas particuliers de quelques péridiniens ..... p. 275

a - L'antagonisme *Dingodinium / Gardodinium* ..... p. 275

b - Contribution du genre *Subtilisphaera* ..... p. 276

2.3 - Remarque sur *Ovoidinium diversum* ..... p. 278
B - GENRES À AFFINITÉ OCÉANIQUE ..... p. 278
1 - LE GROUPE "*PTERODINIUM-LEPTODINIUM*" ..... p. 278
2 - CONSIDÉRATIONS SUR *HAPSOCYSTA PERIDICTYA* ..... p. 279

III - CONCLUSIONS ..... p. 282

I - UTILISATION DU COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*"

A - POURQUOI LE COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*" ?

Au cours de ce travail, un grand nombre de kystes appartenant aux genres *Muderongia* ou *Phoberocysta* ont été rencontrés au sein des résidus palynologiques étudiés. Outre leur abondance (dans presque tous les échantillons observés), ces formes présentent également l'intérêt d'être aisément déterminables, au moins sur le plan générique. De plus, mais cela a déjà été énoncé dans les paragraphes précédents, certaines espèces appartenant à ce complexe s'avèrent être d'excellents marqueurs stratigraphiques (ex. *M. extensiva*, *M. staurota*, *M. pariata*, *M. australis*...).

1 - OBSERVATIONS ANTÉRIEURES

MONTEIL (1985) a déjà amplement développé l'aspect évolutif des genres *Muderongia* et *Phoberocysta* au cours du Jurassique supérieur–Crétacé inférieur, montrant qu'au sein de ce complexe, plusieurs lignées évolutives pouvaient être dégagées. Suite à son travail sur ce complexe, MONTEIL (*op. cit.*, p. 267) conclut par ces mots : «comme le montre l'exemple de *M. simplex*, l'ornementation des espèces de ce complexe doit pouvoir apporter des données stratigraphiques et paléoécologiques».

Au cours d'un travail sur des sédiments néocomiens de la plate-forme sud argentine, CORNU (1986, p. 114) observe un relais entre *P. neocomica*, bien représentée dans les dépôts «littoraux», et *Muderongia*, abondante dans les dépôts de «plate-forme» (= plate-forme externe ?).

Par le parallèlisme évolutif observé entre les genres *Muderongia* et *Phoberocysta*, ainsi que par le calcul des fréquences sélectives de ces genres, MONTEIL & CORNU (1988, p. 90) concluent à l'influence des conditions physico-chimiques du milieu aquatique sur l'acquisition de processus chez *Phoberocysta*.

2 - OBSERVATIONS PERSONNELLES PRÉLIMINAIRES

Lors de l'observation du matériel palynologique des Buissières et de Vergons, trois points importants ont été remarqués :

- la proportion de l'un ou de l'autre des genres constituant le complexe "*Muderongia / Phoberocysta*" pouvait varier rapidement sur une courte période de temps (de l'ordre de quelques centaines de milliers d'années).

- au sein d'un même échantillon, l'ornementation des représentants du genre *Phoberocysta* s'est avérée extrêmement variable d'un individu à l'autre. Cette particularité des *Phoberocysta* a depuis longtemps été signalée : déjà GOCHT (1957, pp. 172-178) l'avait mentionnée pour l'espèce *neocomica*, qu'il avait subdivisée en 6 variants (ou "forma") principaux, et en avait conclu que le type d'ornementation développé par cette espèce ne permettait pas d'établir une classification précise ; dans la diagnose générique de *Phoberocysta*, MILLIOUD (1969, pp. 431-432) note la distribution irrégulière des processus à la surface du kyste et leurs formes hétérogènes. Nombreux sont les autres auteurs a avoir remarqué ce phénomène ornemental.

- que presque toutes les espèces du genre *Muderongia* présentes dans notre matériel trouvaient leur homologue morphologique chez *Phoberocysta*, si l'on faisait abstraction de l'ornementation (épines, processus...). Cette particularité s'observe d'autant mieux que

l'ornementation des *Phoberocysta* est moins développée. Les espèces originellement décrites sous *Muderongia* et observées ici avec les caractères ornementaux les rapprochant des *Phoberocysta* ont été placées sous ce dernier nom de genre, mais ont arbitrairement été nommées avec le même nom d'espèce (celui sous *Muderongia*) placé entre guillemets : par exemple *Muderongia extensiva extensiva* et *Phoberocysta "extensiva extensiva"*. La dualité *Muderongia - Phoberocysta* que nous observons pour les espèces des Buissières et de Vergons existe pour d'autres espèces, non présentes dans ces deux coupes. A titre d'exemple, les formes australiennes *Muderongia testudinaria* BURGER, 1980 et *Phoberocysta edgellii* HELBY, 1987b possèdent toutes les deux les mêmes caractéristiques morphologiques (cornes latérales longues, cornes antapicales longues et au nombre de 2...).

Ces observations renforcent l'idée que *Muderongia* et *Phoberocysta* sont des genres dont l'individualité est (dans ce cas précis) liée à une habitude taxonomique (ornementale) ne correspondant à aucune réalité biologique (génétique). Il est fort probable que les espèces trouvant leur homologue morphologique dans les deux genres soient issues d'une même thèque. L'individualité de *Muderongia* et de *Phoberocysta* est tolérable dans la mesure où celle-ci repose en fait sur des critères parataxonomiques puisque basée sur des kystes et non sur les thèques, qui elles seules représentent la forme motile des Dinoflagellés.

Tenant compte de l'ensemble de ces considérations, un regard tout à fait particulier a donc été porté sur les représentants du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*" contenus dans les sédiments des coupes des Buissières et de Vergons. Les résultats auxquels nous sommes parvenus sont exposés ci-dessous.

B - DÉFINITIONS

1 - LIMITES TAXONOMIQUES DU COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*"

Lorsqu'il a été créé par COOKSON & EISENACK (1958, p. 40-41), le genre *Muderongia* ne comprenait que l'espèce type, *M. mcwhaei*. Aujourd'hui, ce genre en compte plus d'une douzaine, présentant toutes comme caractéristiques communes : 1 corne apicale, 2 cornes latérales (parfois irrégulièrement développées) et 1 ou 2 cornes antapicales (elles aussi de longueur parfois inégale) ; l'archéopyle est apical de type [tA] et la paratabulation est 4', 6", 6c, 1p, 6‴, 1⁗, ?xs.

Bien que la diagnose générique originale de *Muderongia* par COOKSON & EISENACK (*ibid.*) précise que l'épikyste est prolongé par 4 cornes de même longueur, plusieurs auteurs (HELBY, 1987, p. 297 ; STOVER & WILLIAMS, 1987, p. 181 ; LENTIN & WILLIAMS, 1989, pp. 251, 308) réfutent l'érection du genre *Pseudomuderongia* que JAIN & KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN (1984, p. 40) ont créé pour y incorporer les espèces possédant 2 cornes antapicales (*M. asymmetrica* et *M. testudinaria*).

Suivant mes propres observations ainsi que celles de HELBY (1987, p. 303), l'espèce *imparilis* est maintenue dans le genre *Muderongia* (voir la remarque taxonomique concernant cette espèce dans la partie "Systématique", en annexe). A l'exception de *M. imparilis*, sont ici

considérées comme appartenant au genre *Muderongia* toutes les espèces acceptées sous ce nom par LENTIN & WILLIAMS (1989, pp. 251-252).

Telle qu'énoncée par MILLIOUD (1969, pp. 431-432) puis HELBY (1987, p. 307), la diagnose de *Phoberocysta* montre que ce genre est morphologiquement extrêmement proche de *Muderongia*. Outre l'ornementation (développée par le périkyste), les caractères morphologiques communs aux différentes espèces de *Phoberocysta* sont les mêmes que ceux communs aux différentes espèces de *Muderongia*.

Bien que certaines espèces du genre *Odontochitina* développent une ornementation épineuse (*O. spinosa*, *O. indigena*), la même dualité morphologique que celle observée entre *Muderongia* et *Phoberocysta* peut s'observer entre *Odontochitina* et *Xenascus* COOKSON & EISENACK, 1969 *emend.* STOVER & HELBY, 1987a (voir MONTEIL & CORNU, 1988, p. 90). Appartenant eux aussi à la famille des Ceratiaceae, *Odontochitina* et *Xenascus* s'individualisent de *Muderongia* et *Phoberocysta* par la possession d'une seule corne latérale. Le même phénomène est également connu chez les Wetzeliellaceae, mais là , les différences génériques se font sur le type d'archéopyle plutôt que sur la présence ou l'absence de processus.

2 - CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET ORNEMENTAUX

L'acceptation donnée ici à ces termes doit être clairement définie car elle relève de phénomènes semble-t-il très différents :

- sont entendus ici comme caractères morphologiques les particularités d'origine évolutive, telles que le nombre et la longueur relative des cornes (particulièrement celles latérales ou antapicales), la présence d'encoches parasulcales... Chaque combinaison de ces caractères est typique d'une seule espèce.

- les caractères ornementaux sont, eux, considérés ici comme ayant une origine d'ordre paléoécologique et non purement évolutive. Ces caractères se manifestent par la présence de processus ou d'épines de longueur plus ou moins importante et recouvrant la surface du périkyste de manière plus ou moins espacée. En fonction de la longueur des processus, plusieurs stades ornementaux ont été définis (*sensu* E. MONTEIL, communications personnelles) :

* stade 1 : quelques processus sont présents sur le kyste et des échancrures peuvent altérer l'ambitus du périkyste au niveau pré- et postcingulaire. (*cf.* fig. S.6 ; pl. III, fig. 9 ; pl. V, fig. 2..., en annexe).

* stade 2 : les processus sont plus nombreux, suffisamment pour parfois refléter la paratabulation. Les échancrures marquent le périkyste au niveau du corps central et sur la partie proximale des cornes. (*cf.* fig. S.5 ; pl. III, fig. 8..., en annexe).

* stade 3 : les processus sont nombreux, et les échancrures affectent tout le périkyste. (*cf.* pl. VIII, fig. 7-8..., en annexe).

* stade 4 : les échancrures sont tellement importantes que leur développement rend difficile la distinction entre les cornes et les échancrures. (*cf.* pl. VIII, fig. 9, en annexe).

* stade 0 : l'ornementation est nulle, c'est le cas de la majorité des *Muderongia*.

* stade -1 : par analogie avec les processus, les perforations semblent pouvoir être considérées comme une ornementation. Cette analogie me paraît toutefois devoir être

restreinte aux perforations affectant la totalité de la surface du périkyste (comme c'est parfois le cas chez *M. staurota* - *cf.* pl. VI, fig. 1), et non celles localisées sur certaines parties spécifiques du kyste (par exemple l'extrémité distale des cornes chez *M. pariata*). Les perforations qui, chez une même espèce, sont toujours présentes et toujours localisées au même endroit doivent être considérées comme un caractère spécifique, donc morphologique. Par contre, les perforations présentes sur toute la surface du kyste, avec, pour une même espèce, une densité différente selon les individus doit être considérée comme un caractère purement ornemental, au même titre que les processus ou les épines chez les *Phoberocysta*. Confortant cette opinion, les perforations ne sont présentes que chez certains *Muderongia* alors qu'elles sont toujours absentes chez *Phoberocysta*. Ceci laisse supposer qu'il s'agit bien là d'un caractère ornemental et non morphologique car, si cette dernière alternative se vérifiait, les perforations devraient également se retrouver chez certains *Phoberocysta*.

Six stades ornementaux sont donc ainsi définis, représentant des ornementations positives (stades 1 à 4), négative (stade -1) ou nulle (stade 0). Toutes les formes présentant une ornementation positive ont été classées dans le genre *Phoberocysta*. Celles présentant une ornementation nulle ou négative appartiennent au genre *Muderongia*. Comme nous l'avons signalé précédemment, une même espèce peut développer plusieurs stades ornementaux.

C - ANALYSE DES DONNÉES RÉCOLTÉES DANS LE VALANGINIEN TERMINAL - BARRÉMIEN INFÉRIEUR VOCONTIEN

Suite aux observations de MONTEIL (*op. cit.*) et de CORNU (*op. cit.*), il paraît intéressant de suivre les variations du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*" au cours du Valanginien terminal - Barrémien inférieur vocontien. Des comptages particuliers ont ainsi été effectués pour tenter de savoir dans quelles mesures la proportion des *Muderongia* par rapport aux *Phoberocysta* varie dans les séries abordées ici, et si l'on peut observer des variations significatives de l'ornementation des représentants de ce complexe.

Ces investigations ont été menées uniquement dans le but d'une étude paléoécologique. L'aspect évolutif ou biostratigraphique du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*" a déjà été traité par MONTEIL (1985, chapitre II) et ne sera pas repris ici.

1 - DONNÉES DE BASE, MÉTHODOLOGIE

Les kystes de *Muderongia* et de *Phoberocysta* ont été comptabilisés sur tous les échantillons palynologiques prélevés sur les coupes des Buissières et de Vergons, y compris ceux n'ayant pas fait l'objet de comptages de fréquences relatives pour les autres genres.

Dans la plupart des cas, les comptages des *Muderongia* + *Phoberocysta* ont été réalisés sur une somme de base égale ou supérieure à 30 individus. Seuls les niveaux Bu42' (PBP, zone à *Sayni*) et Bu47 (PBP, zone à *Angulicostata*) des Buissières ne contiennent aucun kyste appartenant au complexe "*Muderongia / Phoberocysta*".

Chaque niveau a fait l'objet d'un comptage où étaient reportés le nombre de kystes de

chaque espèce de *Muderongia* et de *Phoberocysta*, ainsi que le nombre de kystes appartenant à chacun des stades ornementaux définis ci-dessus. Les résultats de ces comptages sont reportés sur les tableaux A.11-12, en annexe.

2 - TRAITEMENT DES INFORMATIONS

A partir des valeurs issues des comptages, plusieurs types de graphes ont été réalisés.

2.1 - Rapport *Muderongia / Phoberocysta*

Les variations du rapport des kystes de $\frac{Muderongia}{Muderongia + Phoberocysta}$ sont reportées sur les figures 109 et 110, respectivement pour les Buissières et pour Vergons (par commodité, ce rapport sera appelé rapport *Muderongia / Phoberocysta*). Pour une meilleure visualisation des résultats, les courbes illustrant ce rapport ont été lissées à 3 points.

Pour l'une comme pour l'autre de ces séries, il apparaît très nettement que les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta* suivent un certain nombre de cycles, présentant des amplitudes et des longueurs d'onde variables.

2.2 - Analyse par histogrammes pondérés

Employée par BOISSEAU & DUPONT (1989) pour visualiser les variations progressives des environnements de dépôt à partir de microfaciès, l'analyse par histogrammes pondérés «met l'accent sur l'aspect quantitatif des données en sélectionnant un certain nombre d'éléments, considérés comme étant des indicateurs fiables des milieux, et en visualisant leurs variations de fréquence dans une succession verticale» (*op. cit.*, p. 22).

D'un point de vue méthodologique, les éléments significatifs sont regroupés en "n" classes affectées chacune d'un coefficient dont la valeur varie de 1 à "i" en fonction du paramètre que l'on cherche à mettre en valeur. Pour BOISSEAU & DUPONT (*op. cit.*), ce coefficient a la valeur 1 pour les éléments paléogéographiquement les plus externes et la valeur "i" pour ceux les plus internes.

Dans le cas du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*", les classes correspondent aux stades ornementaux, mais aucune estimation paléoécologique ou paléogéographique n'est actuellement certaine. Néanmoins, le coefficient 6 a été affecté au stade ornemental 4 (maximum d'ornementation), et le coefficient 1 est affecté au stade -1 (perforations), sans que pour l'instant nous puissions attribuer aux stades ornementaux une connotation paléogéographique.

Les courbes d'histogrammes pondérés pour les séries des Buissières et de Vergons sont reportées sur les figures 109 et 110. Là encore, des variations cycliques se dégagent très nettement, en phase avec les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta.*

2.3 - Discussion

La cyclicité des courbes du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, ainsi que celle des histogrammes pondérés montre que les variations enregistrées (tant aux Buissières qu'à Vergons) ne sont pas aléatoires et sont induites par un phénomène ayant une extension au

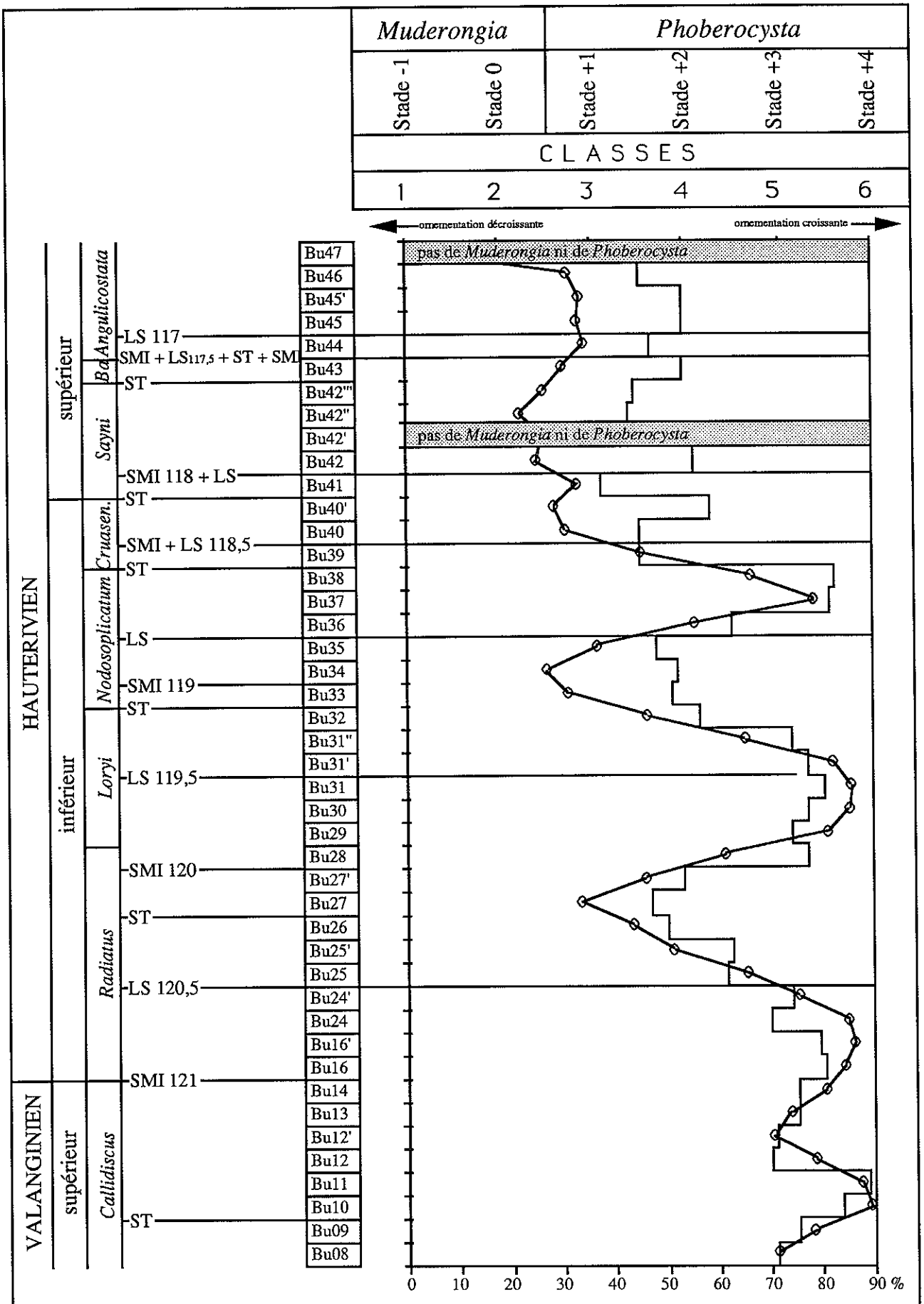


Fig. 109 : Coupe des Buissières ; application de la méthode d'analyse par histogrammes pondérés au complexe "*Muderongia / Phoberocysta*", et comparaison avec la courbe lissée du rapport *Phoberocysta / Muderongia + Phoberocysta* (exprimé en %).

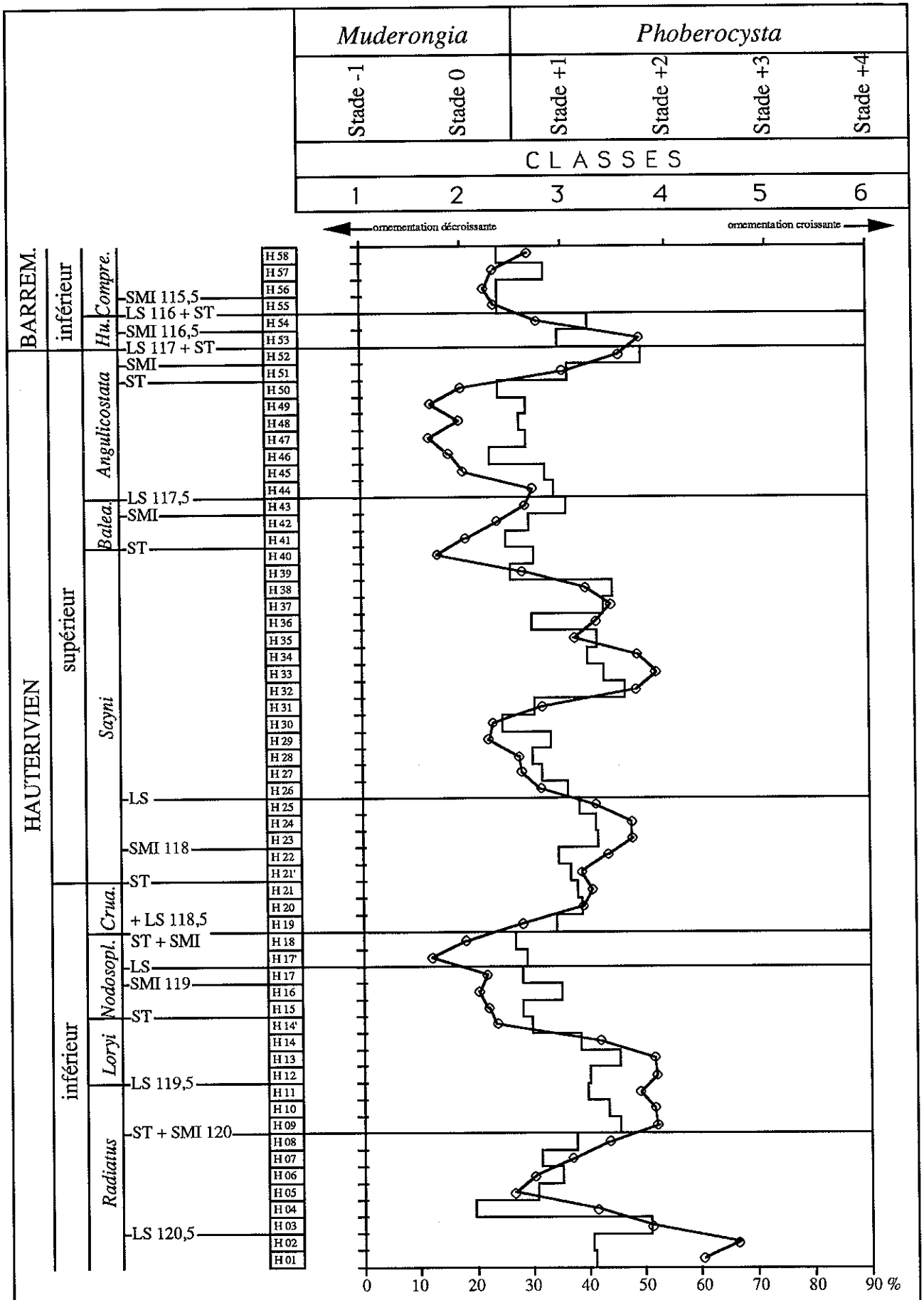


Fig. 110 : Coupe des Vergons ; application de la méthode d'analyse par histogrammes pondérés au complexe "*Muderongia* / *Phoberocysta*", et comparaison avec la courbe lissée du rapport *Phoberocysta* / *Muderongia* + *Phoberocysta* (exprimé en %).

moins régionale.

La comparaison entre les courbes issues des Buissières et celles provenant de Vergons amène plusieurs remarques :

- le rapport *Muderongia / Phoberocysta* montre de plus fortes amplitudes de variations aux Buissières qu'à Vergons.
- les valeurs de ce rapport ainsi que celles calculées avec la méthode des histogrammes pondérés montrent que celles-ci sont plus décalées vers les formes ornementées (*Phoberocysta*) aux Buissières qu'à Vergons.
- la courbe des Buissières comme celle de Vergons montre une nette tendance à la diminution des formes les plus ornementées au fur et à mesure que l'on remonte l'échelle stratigraphique.
- les cycles de variations sont aussi bien marqués aux Buissières qu'à Vergons. Il est toutefois surprenant de constater que les extremums de ces cycles ne sont pas systématiquement synchrones entre les deux coupes. Cette particularité est bien visible sur la figure 115 (courbes "% de *Muderongia*")où les courbes du rapport *Muderongia / Phoberocysta* ont été superposées après avoir été ramenées à la même échelle verticale de temps.

Les minima de *Phoberocysta* observés à la base de la zone à *Radiatus* ainsi que durant la zone à *Loryi* peuvent être considérés comme synchrones entre les deux coupes, mais le minimum suivant se situe entre les zones à *Nodosoplicatum* et à *Cruasense* aux Buissières alors qu'il ne se manifeste pas avant la zone à *Sayni* à Vergons. Ce décalage est trop important pour être attribué à une imprécision du cadre stratigraphique, d'autant plus que celui-ci est basé sur un double contrôle : biostratigraphique (reconnaissance des zones d'Ammonites par R. BUSNARDO après un échantillonage serré) et stratigraphique séquentiel (reconnaissance *in situ* des discontinuités séquentielles par P. VAIL et J. HARDENBOL) !

Le fait que les formes observées aux Buissières (milieu hémipélagique) soient globalement plus ornementées que celles présentes à Vergons (milieu pélagique) est un argument favorable à l'idée que, au sein du complexe "*Muderongia/Phoberocysta*", les formes les moins ornementées sont proportionnellement plus abondantes dans les milieux distaux.

On remarque que c'est aux Buissières que se manifestent les plus fortes amplitudes dans la cyclicité des valeurs du rapport *Muderongia / Phoberocysta*. Ceci laisse supposer que, par rapport au domaine pélagique, le domaine hémipélagique est plus sensible au(x) paramètre(s) induisant les cycles observés au sein du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*".

D - COMPARAISONS, INTERPRÉTATIONS

A partir des données disponibles sur le complexe "*Muderongia / Phoberocysta*", nous allons tenter d'interpréter les variations cycliques observées dans le rapport *Muderongia / Phoberocysta* au cours du Valanginien terminal - Barrémien inférieur, et essayer de savoir si le moteur de ces variations d'ornementation est d'ordre écologique, et si oui à quel paramètre il peut être imputé ? Pour répondre à ces questions, nous allons comparer les variations du rapport *Muderongia /*

Phoberocysta avec d'autres paramètres ; d'ordres lithologique, stratonomique, isotopique...

Pour les comparaisons qui vont suivre, les valeurs enregistrées dans le Barrémien inférieur ne sont pas à prendre en considération car trop éloignées les unes des autres et issues uniquement de la coupe de Vergons.

1 - COMPARAISON AVEC L'ÉPAISSEUR DES DOUBLETS "CALCAIRE-MARNE"

Ainsi que nous l'avons vu plus haut (chapitre IV, § 2.4 "Stratonomie"), FOUCAULT & RENARD (1987) observent une très nette corrélation entre les variations d'épaisseur des doublets "calcaire-marne" et les variations du $\partial^{18}O$; ces auteurs en déduisent qu'il existe un contrôle de l'épaisseur des couches par les variations climatiques [lorsque le $\partial^{18}O$ diminue (corrélé par FOUCAULT & RENARD (1987) à une augmentation de la température), l'épaisseur moyenne des couches augmente].

Partant de cette hypothèse de base, nous avons, pour chaque affleurement, comparé la courbe des variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta* avec celle des variations des doublets "calcaire-marne" (fig. 111-112), cette dernière courbe étant considérée comme un indicateur des fluctuations climatiques régionales. Dans le cas des Buissières, ces doublets correspondent en réalité à des doublets de faisceaux à tendance calcaire-faisceaux à tendance marneuse.

Les valeurs enregistrées sur la coupe des Buissières montrent une médiocre corrélation entre le rapport *Muderongia / Phoberocysta* et les variations d'épaisseur des doublets : lorsque le rapport *Muderongia / Phoberocysta* augmente, les épaisseurs des doublets diminuent et inversement. Ce phénomène n'est pas décelable à Vergons. Pour mieux évaluer la valeur de cette relation sur chacune des deux coupes, un coefficient de corrélation a été calculé entre la courbe du rapport *Muderongia / Phoberocysta* et les épaisseurs des doublets :
soit "r" le coefficient de corrélation ;

$$r^2 = \frac{(Cov_{xy})^2}{V_x \times V_y} \qquad \text{avec} \qquad V_x = \frac{\sum (x_i-x)^2}{N} \qquad \text{et} \qquad Cov = \frac{1}{N}\left[\sum (x_i-x)(y_i-y)\right]$$

Ce coefficient peut varier entre -1 et +1 uniquement. On estime qu'il y a une bonne corrélation lorsque "r "a des valeurs proches de +1 ou de -1. La corrélation est mauvaise pour les valeurs situées autours de 0.

Pour la coupe des Buissières r = 0,51 ; alors que pour Vergons ce coefficient dépasse à peine 0,05 !

La disparité entre les valeurs du coefficient de corrélation pour Vergons et pour les Buissières, ainsi que la médiocre représentativité de ce coefficient aux Buissières, ne permettent pas de conclure à un contrôle purement climatique pour les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, mais, si l'on privilégie les observations faites aux Buissières, nous pouvons supposer que la proportion des *Muderongia* par rapport aux *Phoberocysta* n'est pas totalement indépendante du climat.

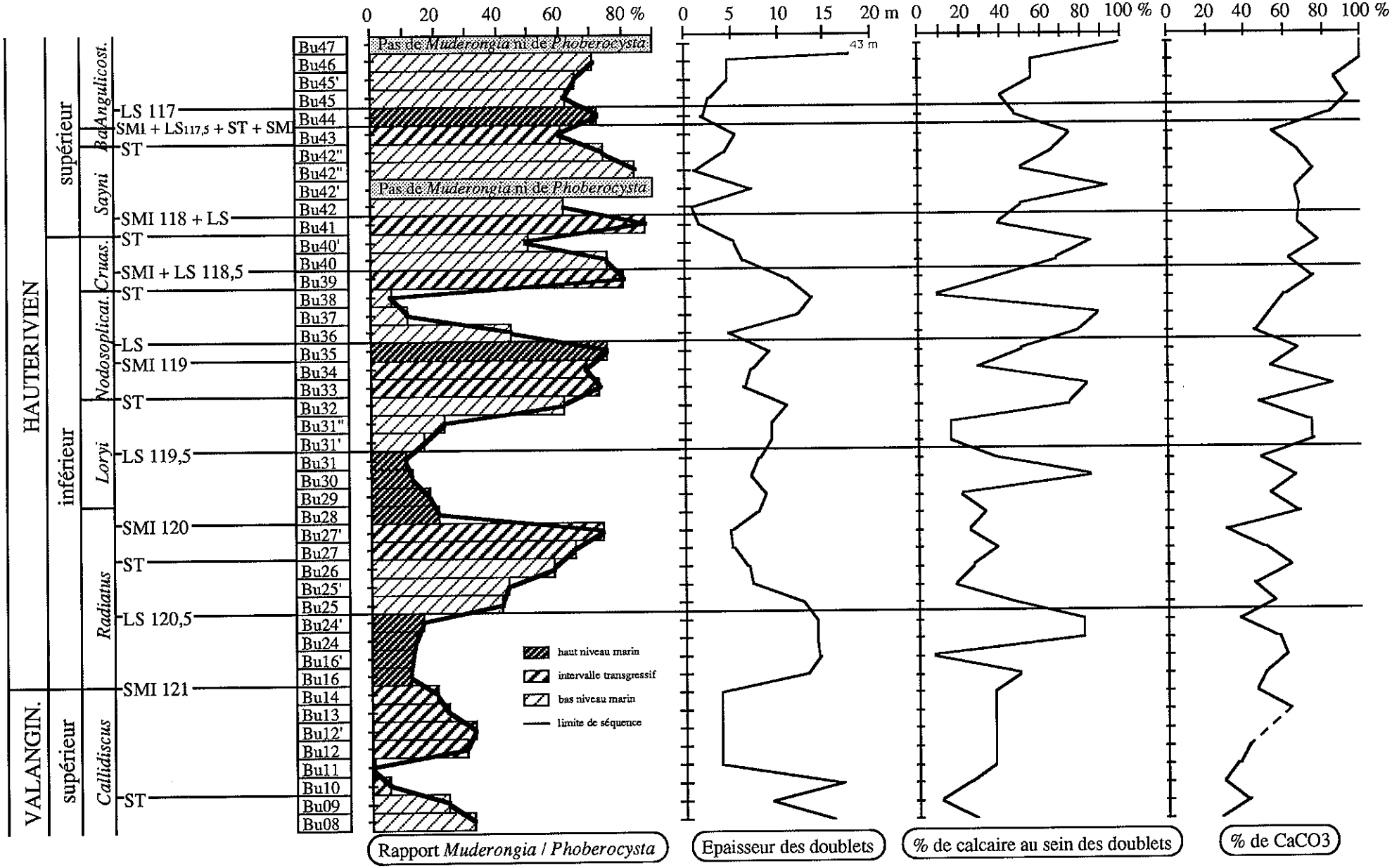


Fig. 111 : Coupe des Buissières ; comparaison entre la courbe du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, les épaisseurs des doublets de faisceaux "calcaire-marne", la proportion de calcaire au sein de ces doublets et la calcimétrie des échantillons prélevés.

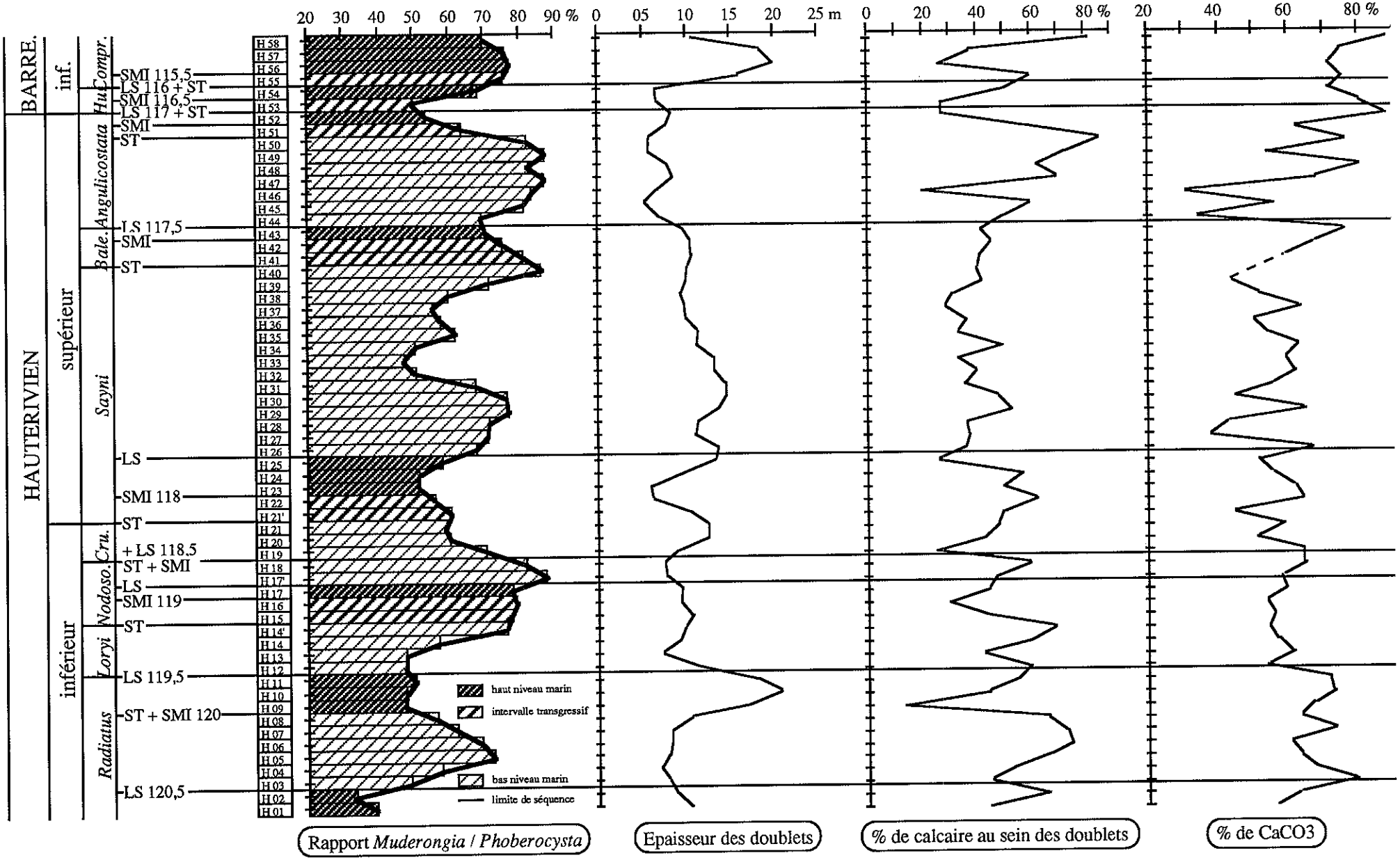


Fig. 112 : Coupe de Vergons ; comparaison entre la courbe du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, les épaisseurs des doublets "calcaire-marne", la proportion de calcaire au sein de ces doublets et la calcimétrie des échantillons.

2 - COMPARAISON AVEC LA LITHOLOGIE

2.1 - Avec la calcimétrie

La teneur en carbonates a été calculée pour chacun des échantillons prélevés (à l'exception de H40 qui a été perdu) et la courbe de calcimétrie obtenue a été comparée à celle des variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta* (fig. 111-112). Tant aux Buissières qu'à Vergons, aucune corrélation n'est visible entre ces deux paramètres. Le calcul du coefficient r indique une corrélation de 0,42 aux Buissières et de 0,23 à Vergons entre la proportion des *Muderongia* au sein du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*" et la teneur en carbonates du sédiment.

Les faibles valeurs de corrélation indiquent que la teneur en carbonates n'intervient pas de façon déterminante sur la proportion des *Muderongia* par rapport aux *Phoberocysta.*

2.2 - Avec la proportion de calcaire au sein des doublets

Prenant pour élément de base les doublets "calcaire-marne" où ont été prélevés les échantillons, nous avons calculé pour chacun d'entre eux la proportion de calcaire au sein de chaque doublet ; c'est-à-dire l'épaisseur du banc calcaire (ou du faisceau à tendance calcaire) sur l'épaisseur totale du doublet. Les courbes obtenues sont illustrée sur les figures 111 et 112.

Il apparaît que la proportion de calcaire au sein des doublets "calcaire-marne" n'a aucune incidence sur le rapport *Muderongia / Phoberocysta.*

3 - COMPARAISON AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE

Deux démarches ont été suivies pour établir les comparaisons qui vont suivre. Dans un premier temps, le rapport *Muderongia / Phoberocysta* de chaque coupe sera comparé avec les principaux paramètres de la stratigraphie séquentielle ; ensuite, le cumul de ces courbes sera comparé avec la courbe globale des variations eustatiques.

3.1 - Avec les cortèges sédimentaires

Les figures 113 et 114 illustrent, pour les échantillons des Buissières et de Vergons, les pourcentages relatifs des *Phoberocysta* par rapport aux *Muderongia* selon chaque type de cortège sédimentaire (prisme de bordure de plate-forme, intervalle transgressif, prisme de haut niveau).

Pour les deux coupes, les pourcentages des *Phoberocysta* par rapport à ceux des *Muderongia* montrent une gamme complète de valeurs, indiquant que celles-ci sont indépendantes des périodes de bas niveau marin.

Il en est de même pour les valeurs correspondant aux prismes de haut niveau marin pour la coupe des Buissières, mais pas tout à fait pour celles de Vergons où les valeurs intermédiaires du rapport *Muderongia / Phoberocysta* sont absentes (valeurs comprises entre 20 et 60 % de *Muderongia*).

En ce qui concerne les intervalles transgressifs, les résultats sont plus ou moins

concordants entre le deux coupes, et assez paradoxaux :

- aux Buissières, les valeurs du rapport *Muderongia / Phoberocysta* sont restreintes à de forts pourcentages pour le genre *Muderongia* (entre 60 et 90 %). Cela pourrait être interprété comme indiquant que les *Muderongia* se développent préférentiellement durant les phases transgressives, mais les résultats obtenus à Vergons ne sont pas aussi systématiques.

- à Vergons, deux séries de valeurs sont nettement isolées : une première série, qui comme aux Buissières regroupe de fortes valeurs de pourcentage de *Muderongia* (entre 70 et 90 %), mais également une autre série regroupant, elle, de fortes valeurs de pourcentage de *Phoberocysta* (de 65 à 95 %). Il est paradoxal d'observer deux réponses opposées pour un même cortège sédimentaire. Notons que le même type de contradiction s'observe pour les valeurs correspondant aux prismes de haut niveau de Vergons.

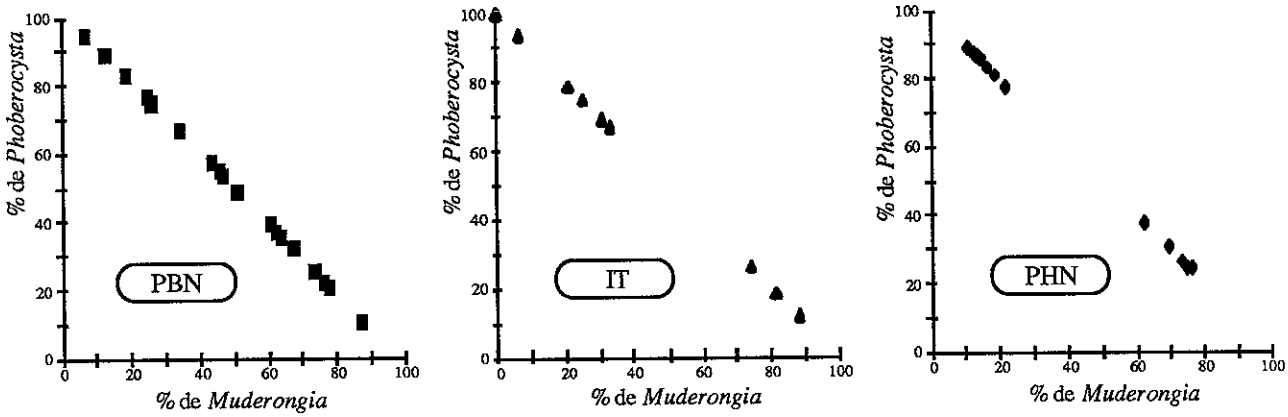


Fig. 113 : Coupe des Buissières ; comparaison de la proportion de *Muderongia* et de *Phoberocysta* suivant le type de cortège sédimentaire.
PBP : prisme de bordue de plate-forme. - **IT** : intervalle transgressif. - **PHN** : prisme de haut niveau marin.

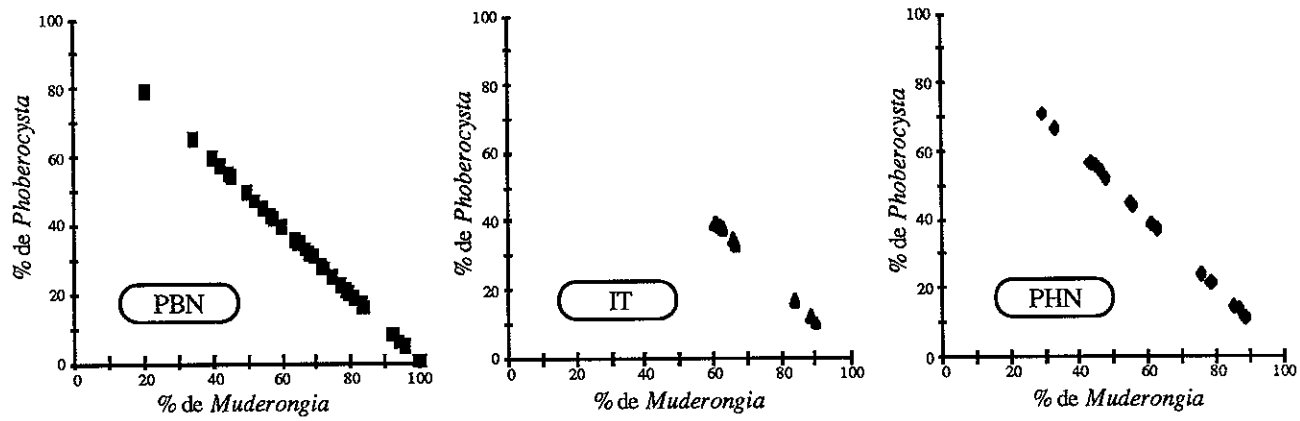


Fig. 114 : Coupe de Vergons ; comparaison de la proportion de *Muderongia* et de *Phoberocysta* suivant le type de cortège sédimentaire.
PBP : prisme de bordue de plate-forme. - **IT** : intervalle transgressif. - **PHN** : prisme de haut niveau marin.

Si l'on se reporte à la figure 115, on voit que, dans les prismes de bas niveau comme de haut niveau marin, les pourcentages de *Muderongia* sont respectivement croissant et décroissant. Ceci explique pourqoi sur les figures 113 et 114 ces cortèges sédimentaires sont

représentés par une grande gamme de valeurs pour le rapport *Muderongia / Phoberocysta*. Par contre, on remarque que les intervalles transgressif sont souvent marqués par de fortes valeurs du pourcentage de *Muderongia*.

3.2 - Avec les discontinuités séquentielles

Bénéficiant pour le rapport *Muderongia / Phoberocysta* de courbes dont les variations sont franches et bien marquées, il est facile de voir s'il y a ou non un synchronisme entre ces courbes et les discontinuités séquentielles.

Visibles surtout dans l'Hauterivien inférieur, deux points essentiels se dégagent :

- les limites de séquences sont presque toujours suivies d'une augmentation du pourcentage de *Muderongia* ; ce phénomène est particulièrement net pour les limites de séquences LS120,5, LS119,5, LSSay., LS117,5...

- les surfaces du maximum d'inondation sont souvent associées à une diminution du rapport *Muderongia / Phoberocysta* ; c'est le cas pour les surfaces SMI121, SMI120, SMI119, SMI118 (à Vergons essentiellement)...

Aux Buissières comme à Vergons, on remarque que ces corrélations sont très nette durant tout l'Hauterivien inférieur, puis deviennent plus difficiles à déceler à partir de la zone à *Sayni*, du fait de la moins grande amplitude dans les oscillations du rapport *Muderongia / Phoberocysta*.

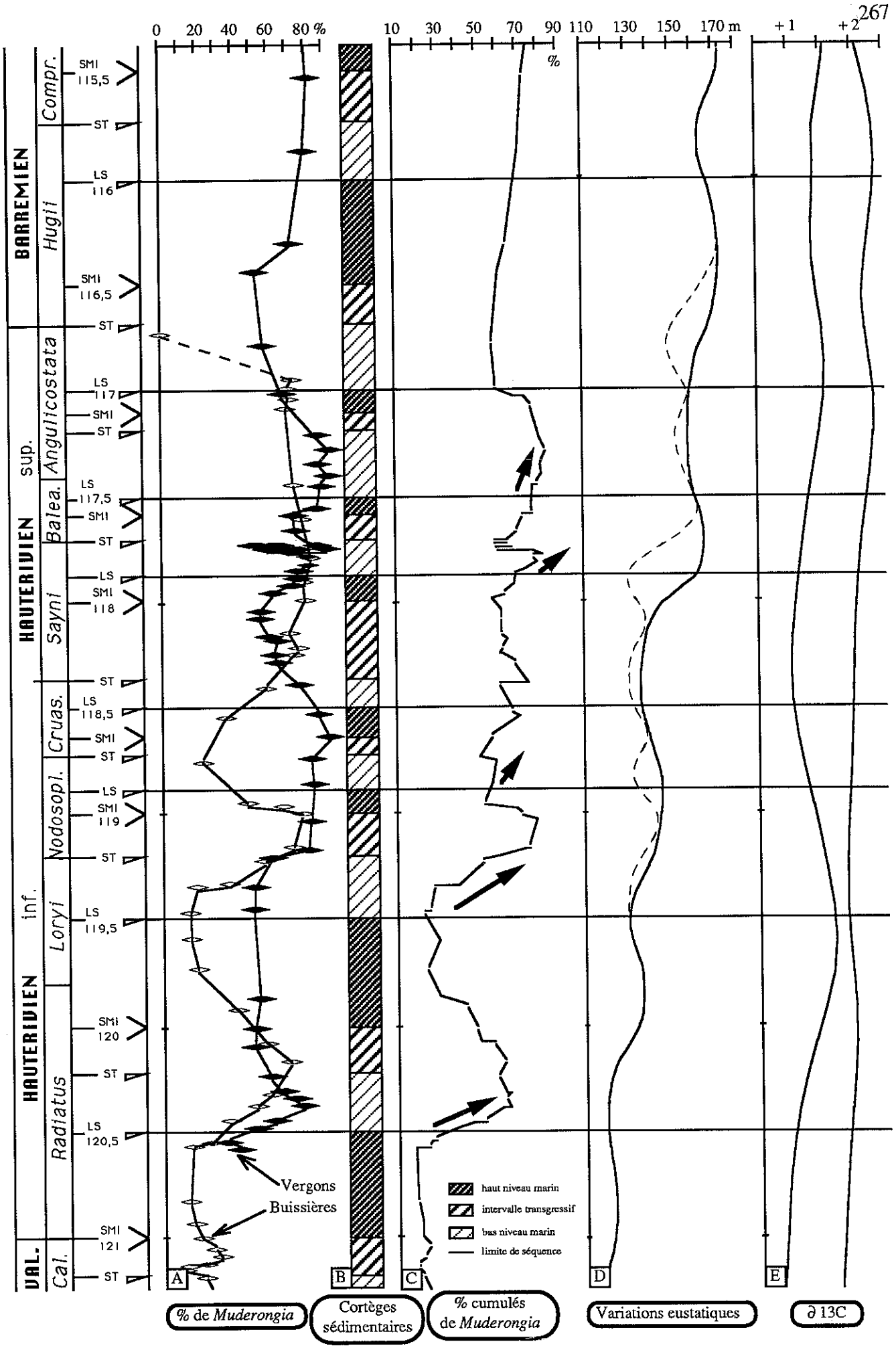
3.3 - Avec les variations eustatiques

Les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta* ont été comparées avec la courbe des variations eustatiques du niveau marin publiée par HAQ *et al.* (1987b, fig. 2). Suite à ce que nous avons vu au cours du chapitre I (§ VII "Application de la stratigraphie séquentielle au Crétacé inférieur (*pro parte*) vocontien") cette courbe ne reflète pas tout à fait l'intégralité des cycles eustatiques de 3ème ordre actuellement pris en compte par P. VAIL, puisque sur ce diagramme ne figurent pas les 3 cycles supplémentaires reconnus pour l'Hauterivien par cet auteur et ses collaborateurs. Ne disposant pas pour l'instant d'une version plus récente de la courbe des variations eustatiques, c'est celle de janvier 1987 qui sera utilisée pour la comparaison qui va suivre.

Ramenées à une échelle de temps commune, les courbes du rapport *Muderongia / Phoberocysta* pour Vergons et les Buissières sont reportées sur la figure 115, à côté de la courbe des variations eustatiques du niveau marin, ramenée elle-aussi à la même échelle verticale. Que ce soit avec la courbe des variations eustatiques selon HAQ *et al.* (1987b)(trait plein) ou d'après les nouvelles limites reconnues par P. VAIL (trait pointillé), la juxtaposition

---

Fig. 115 : Comparaison, à échelle de temps égale : **A** - des courbes du rapport *Muderongia / Phoberocysta* des Buissières et de Vergons ; **B** - des cortèges sédimentaires ; **C** - du cumul lissé des courbes du rapport *Muderongia / Phoberocysta* des Buissières et de Vergons ; **D** - de la courbe des variations eustatiques du niveau marin (—— d'après HAQ *et al.*, 1987b ; - - en tenant compte des nouvelles limites de séquences reconnues par P. VAIL) ; **E** - et de la courbe du $\partial^{13}C$ (d'après RENARD, 1984).


0 20 40 60 80 %
10 30 50 70 90 %
110 130 150 170 m
+1 +2
BARREMIEN
HAUTERIVIEN sup.
HAUTERIVIEN inf.
VAL.
Compr.
Hugii
Angulicostata
Balea.
Sayni
Cruas.
Nodosopl.
Loryi
Radiatus
Cal.
SMI 115,5
ST
LS 116
SMI 116,5
ST
LS 117
SMI
ST
LS 117,5
SMI
ST
LS
SMI 118
ST
LS 118,5
SMI
ST
LS
SMI 119
ST
LS 119,5
SMI 120
ST
LS 120,5
SMI 121
ST
Vergons
Buissières
haut niveau marin
intervalle transgressif
bas niveau marin
limite de séquence
A
B
C
D
E
% de Muderongia
Cortèges sédimentaires
% cumulés de Muderongia
Variations eustatiques
∂ 13C

des courbes des variations eustatiques et des pourcentages de *Muderongia* ne révèle aucune corrélation précise, pour aucune des deux coupes. Seul le sens global de progression est le même entre la courbe des variations eustatiques et le rapport *Muderongia / Phoberocysta* des Buissières comme de Vergons : une nette tendance à l'augmentation des pourcentages de *Muderongia* s'observe en remontant la colonne stratigraphique, augmentation qui peut être mise en parallèle avec une élévation globale du niveau eustatique.

Des calculs de corrélation ont été effectués entre ces paramètres :

- la corrélation entre le rapport *Muderongia / Phoberocysta* aux Buissières et la courbe des variations eustatiques est égale à 0,61.
- le même test de corrélation donne une valeur égale à 0,29 pour la coupe de Vergons.

D'un point de vue mathématique, la corrélation entre la courbe des variations eustatiques (d'après HAQ *et al.*, 1987b) et des courbes du rapport *Muderongia / Phoberocysta* est modérément satisfaisante pour les Buissières et non significative pour Vergons.

Puisque les courbes du rapport *Muderongia / Phoberocysta* aux Buissières et à Vergons présentent la même tendance générale et que l'on cherche à les comparer à un phénomène global, les courbes provenant de ces séries ont été cumulées et, après un lissage à 5 points, ont donné la courbe synthétique illustrée sur la figure 115.

La corrélation mathématique de la courbe synthétique du rapport *Muderongia / Phoberocysta* avec la courbe des variations eustatiques du niveau marin donne alors un coefficient égal à 0,66 (ce qui indique une corrélation modérément significative).

Compte tenu de la bonne corrélation entre les cortèges sédimentaires, les discontinuités séquentielle et les pourcentages de *Muderongia*, on peut donc considérer que la diminution de l'ornementation au sein du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*" peut globalement être corrélée avec une élévation du niveau marin eustatique (assertion vérifiée à 66 % pour les données synthétiques).

4 - COMPARAISON AVEC LA COURBE DU $\partial^{13}C$

Dans un travail sur la géochimie des carbonates, RENARD (1984, fig. 187) illustre une courbe du $\partial^{13}C$ pour une période allant du Jurassique supérieur (-140 Ma) à nos jours. Le tronçon de cette courbe intéressant l'Hauterivien a été extrait de cette figure et ramené à la même échelle de temps que celle utilisée sur la figure 115. Cette opération a étalé et aplati la courbe du $\partial^{13}C$, lui donnant un aspect peu contrasté, tout à fait différent de son aspect original tel qu'illustré par RENARD (*op. cit.*). Les valeurs de la courbe de $\partial^{13}C$ reproduite ici sont cependant tout à fait fidèles à celles que l'on peut observer sur la figure proposée par RENARD.

Telles qu'illustrées par ce dernier auteur, les estimations du $\partial^{13}C$ se situent dans une fourchette de valeurs encadrées par deux courbes, reproduites ici (fig. 115). Les calculs de corrélation exposés ci-dessous ont été effectués à partir de la valeur moyenne de ces deux courbes.

Telles qu'elles sont représentées ici (fig. 115), les valeurs du $\partial^{13}C$ apparaissent très peu contrastées, ce qui visuellement les rend difficiles à comparer aux courbes du rapport

Muderongia / Phoberocysta.

Rappelons que le $\partial^{13}C$ donne une idée du brassage des eaux (oxydation de la matière organique) ; schématiquement, lorsque les valeurs du $\partial^{13}C$ (établies par rapport à un standard international) sont faibles, on considère que le renouvellement des eaux est médiocre, et qu'il est meilleur pour des valeurs plus élevées.

La comparaison effectuée ici n'est tentée qu'à titre expérimental, car RENARD (1984) obtient ses valeurs de $\partial^{13}C$ à partir de la masse totale de carbonates pélagiques. Ceci implique que les sédiments à partir desquels est calculé le $\partial^{13}C$ contiennent des organismes ayant vécu dans plusieurs tranches d'eau, alors que les Dinoflagellés ne vivent que dans les eaux superficielles.

Pour évaluer le degré de similitude entre la moyenne des courbes du $\partial^{13}C$ et les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, des calculs de corrélation ont été effectués, d'abord selon chacune des coupes, puis à partir de la courbe synthétique du rapport *Muderongia / Phoberocysta.*

- le coefficient calculé entre le rapport *Muderongia / Phoberocysta* aux Buissières et la courbe du $\partial^{13}C$ donne une corrélation égale à 0,42.
- le même type de calcul donne un coefficient de corrélation égal à 0,23 pour la coupe de Vergons.
- lorsque le calcul est effectué à partir de la courbe synthétique du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, la corrélation est de 0,50.

Ces trois valeurs de corrélation (très médiocres) indiquent que le lien entre le rapport *Muderongia / Phoberocysta* et la courbe du $\partial^{13}C$ est trop faible pour que l'on puisse considérer que les variations du $\partial^{13}C$ (donc du brassage des eaux) aient une incidence significative sur les fluctuations du rapport *Muderongia / Phoberocysta.*

5 - INTERPRÉTATIONS

A travers les comparaisons qui viennent d'être effectuées, plusieurs paramètres tels que l'éloignement à la côte, le climat, l'eustatisme et la paléohydrologie ont été abordés.

Il ressort de l'ensemble de ces observations que, pour les représentants du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*", les formes les moins ornementées sont proportionnellement plus abondantes dans les milieux distaux que proximaux. Ceci rejoint ce que l'on observe à partir des variations eustatiques où il s'avère que les représentants les moins ornementés (*Muderongia*) ont tendance à prédominer lorsque le niveau marin s'élève. Cette conclusion va dans le sens des remarques de CORNU (1986, p. 114) qui note une augmentation du nombre des kystes de *Muderongia* avec l'éloignement à la côte. Toutefois, il n'est actuellement pas possible de préciser si la préférence des *Muderongia* pour les environnements distaux est liée à des conditions chimiques ou physiques (diminution de l'énergie avec l'éloignement à la côte). La confrontation de nos résultats avec des analyses granulométriques permettraient peut être de savoir si le degré d'ornementation des représentants du complexe"*Muderongia / Phoberocysta*" est lié ou non à des variations du niveau d'énergie des milieux de dépôt.

Toutefois, au sein du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*", le stade 4 (forte ornementation épineuse) peut être considéré comme marqueur d'un milieu proximal (proche du littoral), et inversement le stade -1 (présence de perforations réparties sur toute la surface du kyste) comme marqueur d'un milieu distal (océanique franc).

Les différents calculs de corrélation que nous avons effectués indiquent que parmi les paramètres approchés ce sont les variations du niveau marin qui ont la plus forte incidence sur les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta.*

Liées aux variations du niveau marin, et à l'espace disponible pour les sédiments, les périodes de dépôt (cortèges sédimentaires) semblent également avoir une incidence sur les variations de l'ornementation des représentants du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*" : les pourcentages de *Muderongia* paraissent augmenter durant le dépôt des prismes de bas niveau marin, pour atteindre leur maximum pendant les intervalles transgressifs. Le pourcentage des *Muderongia* diminue ensuite, immédiatement après la surface du maximum d'inondation.

Le climat, la chimie et la circulation des masses d'eau (% $CaCO_3$, $\partial^{13}C$) sont des paramètres intervenant sans doute dans les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, mais de façon peu à non déterminante.

Il est également possible que des paramètres tels que la salinité ou l'oxygénation de l'eau soient directement concernés dans les fluctuations enregistrées chez ce complexe, mais le manque d'information concernant de tels paramètres au cours de l'Hauterivien laisse la question en suspens.

Nous avons pu constater que c'est aux Buissières que s'observent les plus fortes amplitudes du rapport *Muderongia / Phoberocysta*. Le fait que pour tous les paramètres abordés les valeurs des Buissières montrent à chaque fois les meilleures corrélations (contrairement à celles de Vergons) indique que le milieu hémipélagique ou de plate-forme externe est plus sensible et répond mieux aux contraintes environnementales induisant des modifications dans la tranche d'eau superficielle, se traduisant, chez les représentants du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*", par une variation de l'ornementation

Sur la figure 115, nous voyons que, tant aux Buissières qu'à Vergons, les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta* sont beaucoup mieux marquées dans l'Hauterivien inférieur que dans les niveaux sus-jacents. Ceci peut être relier au cycle de 2ème ordre, où l'Hauterivien inférieur représente la fin de l'intervalle transgressif : Vergons et surtout les Buissières auraient été dans des environnements encore sensibles aux paramètres induisant les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta* (énergie du milieu, apports nutritifs, chimie des eaux...) ; alors que l'Hauterivien supérieur représenterait la base du prisme de haut niveau marin de 2ème ordre, où là l'éloignement à la côte serait suffisamment important pour inhiber le ou les paramètre(s) responsable(s) des variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta.*

L'étude de groupes de dinokystes tels que le complexe "*Muderongia / Phoberocysta*", chez qui l'ornementation varie en fonction de paramètres écologiques devrait permettre de rendre les kystes de Dinoflagellés utilisables en matière de paléoécologie dans les séries anciennes, au même titre que certains groupes tels que les Ostracodes chez qui les phénomènes ornementaux du

test (agradation / dégradation...) sont de mieux en mieux connus (ex. PEYPOUQUET *et al.*, 1988 ; CARBONEL & TÖLDERER-FARMER, 1988 ; CARBONEL *et al.*, 1990).

II- APPROCHE PALÉOÉCOLOGIQUE DE CERTAINS TAXONS

A - DONNÉES PALÉOÉCOLOGIQUES APPORTÉES PAR LES PÉRIDINIENS

Les kystes de Dinoflagellés reconnus au cours de ce travail ont été classés dans plusieurs grandes familles dont les Gonyaulacaceae, les Ceratiaceae et les Peridiniaceae sont quantitativement les plus importantes. Quelques Gymnodiniaceae et des kystes à affinité incertaine ont également été rencontrés dans nos sédiments (voir le chapitre "Systématique", en annexe), mais leur représentation est mineure ; ces derniers groupes ne seront donc pas utilisés pour l'étude paléoécologique qui va suivre, leur faible proportion n'étant pas significative sur ce plan là.

1 - RAPPEL DES DONNÉES ANTÉRIEURES

Après avoir défini un "taux de gonyaulacoïdes" (= "gonyaulacacean ratio") égal au nombre d'espèces à affinité gonyaulacoïde divisé par le nombre d'espèces ayant une affinité péridinioïde, HARLAND (1973, pp. 700-701) remarque une nette corrélation entre la diversité spécifique des dinokystes et le "taux de gonyaulacoïdes". [Nous noterons que dans ce rapport, HARLAND (*op. cit.*) ne tient pas compte des kystes cératioïdes].

Dans des séries où s'intercalent des sédiments témoignant d'une mer ouverte et des sédiments témoignant de conditions moins marines (avec des phases lagunaires, saumâtres indiquées par les Foraminifères), HARLAND (1973, p. 701) remarque une étroite similitude entre les phases de mer ouverte et les augmentations du "taux de gonyaulacoïdes". Par voie de conséquence, on peut considérer que les péridinioïdes sont marqueurs d'environnements où la salinité est inférieure à la normale océanique. Dans le cas des sédiments étudiés par HARLAND (*op. cit.*)(Campanien d'Alberta, Canada) les kystes péridinioïdes sont essentiellement représentés par le genre *Deflandrea* EISENACK, 1938b *emend.* LENTIN & WILLIAMS, 1976. Ce genre est totalement absent des niveaux hauteriviens étudiés ici, et les seules conclusions de HARLAND ne permettent de préciser si ces observations sont transposables à toute la grande famille des péridinioïdes.

Dans des sédiments marins de l'Apto-Albien du Nord du Golfe de Gascogne, DAVEY (1979b, p. 553) note une plus grande abondance des péridiniens (avec notamment *Subtilisphaera*, *Ovoidinium*) dans les sites les moins distaux. Les résultats de BATTEN (1979, p. 582) vont tout à fait dans le même sens que ceux obtenus par DAVEY. Se basant sur des travaux antérieurs, DAVEY (*ibid.*) conclut toutefois à une présence préférentiellement océanique de l'espèce *Ovoidinium diversum*.

Suite à une étude sur les assemblages phytoplanctoniques de sédiments anoxiques du Barrémien de R.F.A. nord-occidentale, MUTTERLOSE & HARDING (1987) notent d'importants changements dans les proportions de kystes péridinioïdes (essentiellement *Subtilisphaera terrula* et *Ovoidinium* sp.) par rapport aux gonyaulacoïdes, qui confirment le lien entre ce rapport et l'éloignement à la côte ainsi que la salinité (*op. cit.*, pp. 204-205). Ces résultats confirment tout à

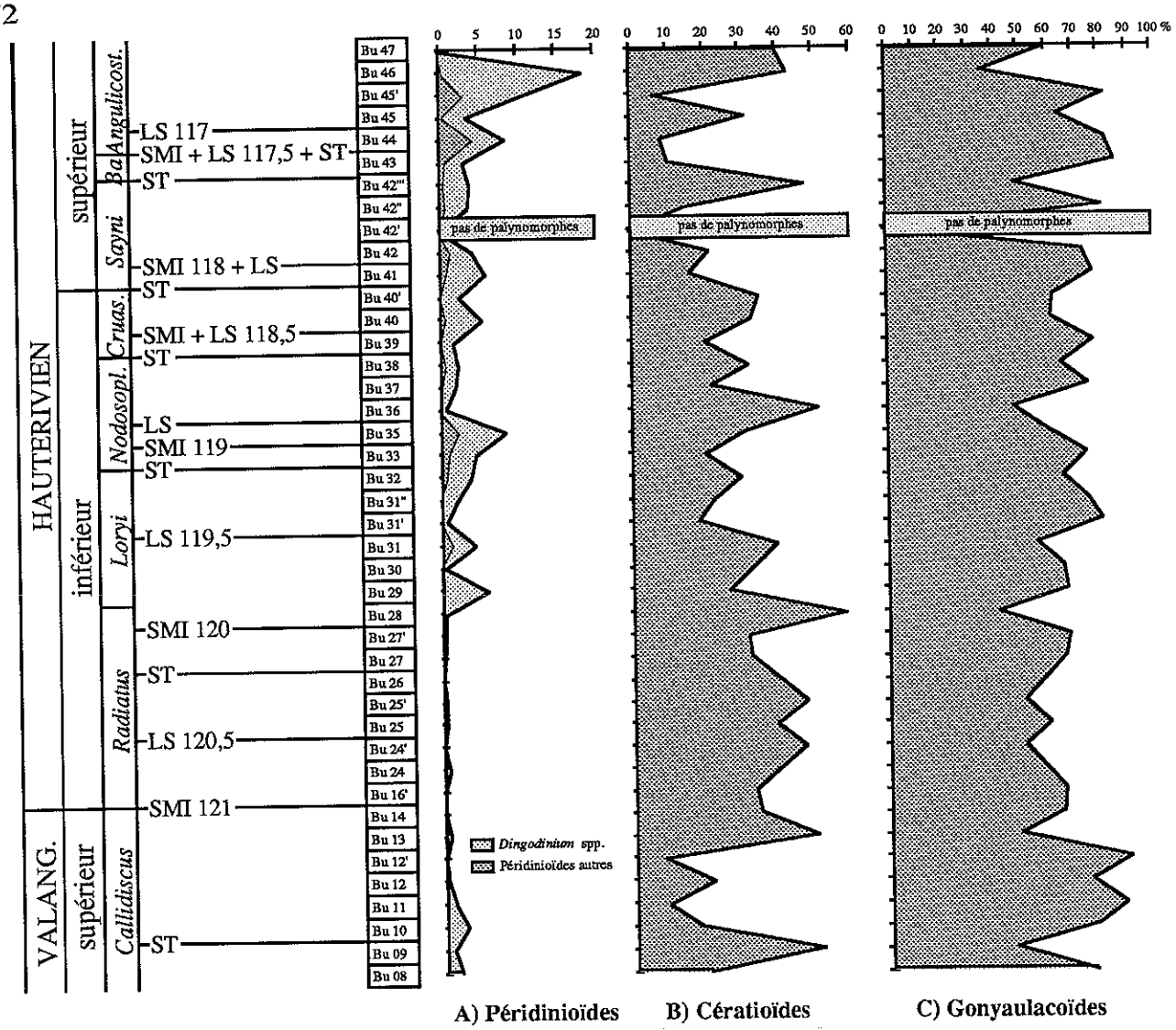


Fig. 116 : Coupe des Buissières ; proportions relatives des trois principales familles de dinokystes.

fait ceux de BATTEN (1985), HUGHES & HARDING (1985) et HARDING (1986a) qui observent une domination des Peridiniaceae dans les assemblages de dinokystes des faciès saumâtres du Wealdien du Sud de l'Angleterre.

LISTER & BATTEN (1988, p. 65) considèrent que les abondances relatives des péridinioïdes, gonyaulacoïdes et cératioïdes peuvent être interprétées comme des indications de proximité à la côte et sont également utilisables comme index de paléosalinité : une augmentation du nombre des péridinioïdes indiquant une salinité réduite alors que les espèces de gonyaulacoïdes tendent à être associées à des conditions marines plus ouvertes.

Dans des niveaux du Kimméridgien supérieur de mer du Nord (zones à *Mutabilis* et à *Eudexus*), R. JAN DU CHENE (communication personnelle) signale de fortes proportions de péridiniens (*Senegalinium*) dans des dépôts profonds (au moins 200 m de profondeur) argileux, très riches en matière organique. Ces éléments sédimentologiques indiquent des milieux confinés et réducteurs.

Concernant des sédiments quaternaires, les travaux de TURON (1984) et de DE VERNAL (1986) montrent que les aires de distribution maximale du kyste de péridinien *Brigantedinium simplex* (WALL, 1965) REID, 1977 dans l'Atlantique nord-oriental et en mer de Baffin

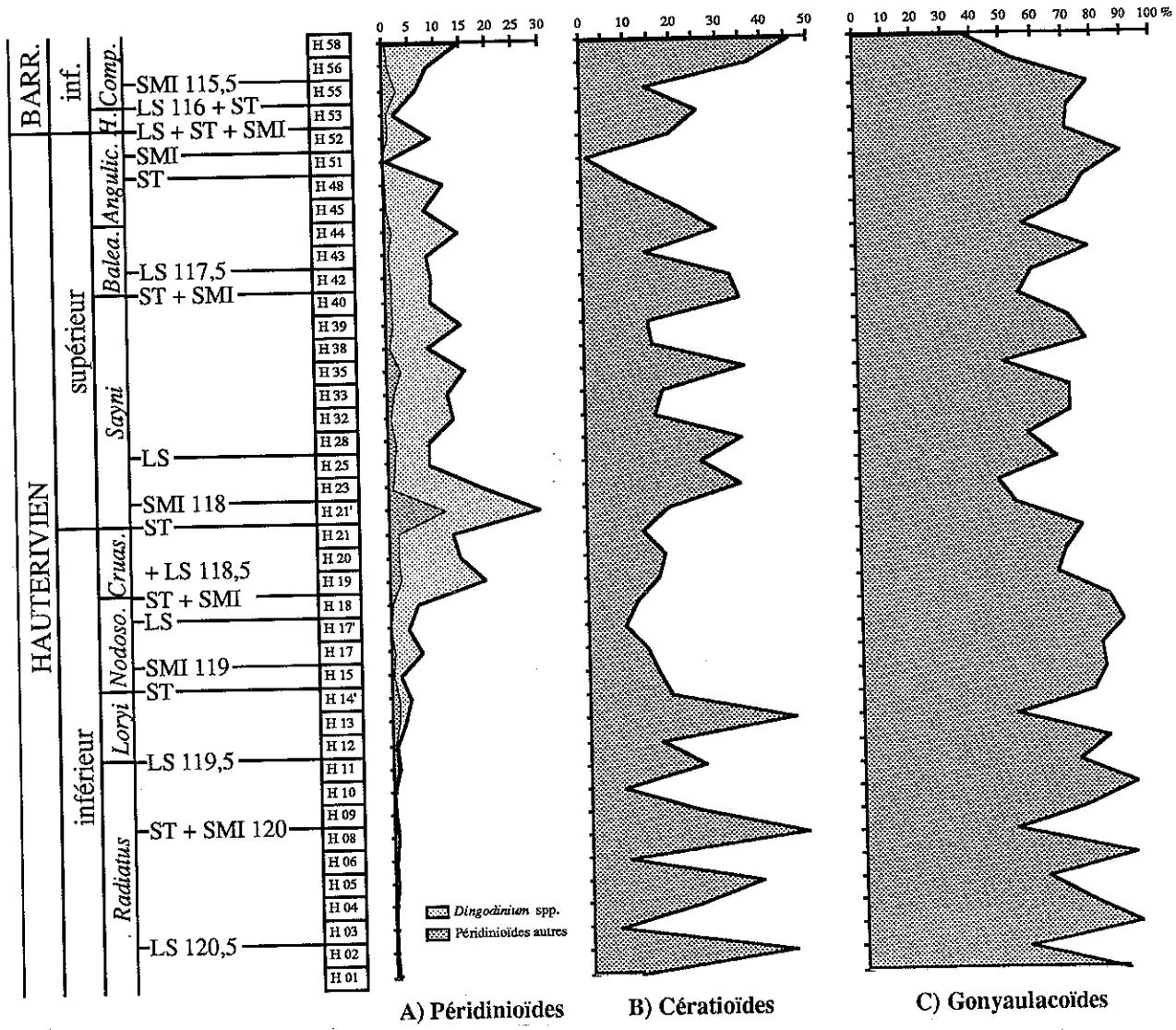


Fig. 117 : Coupe de Vergons ; proportions relatives des trois principales familles de dinokystes.

correspondent à des environnements superficiels de basse salinité. De même, TURON & LONDEIX (1988, p. 326) estiment que, dans le Pléistocène supérieur de la mer d'Alboran, les variations de fréquences relatives de *Brigantedinium* spp. peuvent être reliées à l'évolution dans le temps de masses d'eau superficielles plus ou moins salées.

2 - LES PÉRIDINIENS DANS LE VALANGINIEN TERMINAL – BARRÉMIEN INFÉRIEUR DU DOMAINE VOCONTIEN

2.1 - Proportion des péridiniens par rapport aux grandes familles de Dinoflagellés

A l'instar de LISTER & BATTEN (*op. cit.*) le "taux de gonyaulacoïdes" tel que défini par HARLAND (1973) n'est pas utilisé ici car il semble préférable d'établir ce rapport d'après le nombre d'individus de chaque groupe plutôt que le nombre d'espèces. De plus, les cératioïdes ont ici été reconnus comme un groupe distinct, chose que ne fait pas HARLAND (*op. cit.*).

Les figures 116 et 117 illustrent l'évolution des proportions de chacune des grandes familles de Dinoflagellés le long des coupes des Buissières et de Vergons. En ce qui concerne les kystes péridinioïdes, le genre *Dingodinium* a été représenté avec un figuré particulier car il

présente une écrasante majorité au sein de ce groupe, et montre des variations de fréquences relatives tout à fait particulières, dont l'aspect biostratigraphique a été discuté plus haut (*cf.* chapitres VII et VIII).

Tant aux Buissières qu'à Vergons, les kystes péridinioïdes autres que les *Dingodinium* sont faiblement représentés (généralement moins de 3 %) et ne montrent une timide augmentation de leurs proportions qu'à partir de la zone à *Loryi* (Hauterivien inférieur). Dans les deux coupes, l'augmentation des *Dingodinium* se produit en même temps que celle des autres péridiniens.

Dans un premier temps, il apparaît que la proportion relative des péridiniens n'est pas plus importante aux Buissières (domaine hémipélagique) qu'à Vergons (domaine pélagique) : les *Dingodinium* sont plus abondants à Vergons qu'aux Buissières, mais les autres péridiniens montrent des fréquences relatives globalement similaires.

- En ce qui concerne l'éloignement au rivage, ceci implique que les conclusions de DAVEY (1979b) et BATTEN (1979) ne se vérifient pas pour nos deux coupes.

- En termes de paléosalinité, si nous considérons les conclusions de HARLAND (1973) et LISTER & BATTEN (1988) comme applicables à nos séries, l'augmentation des kystes de péridinioïdes indiquerait une diminution de la salinité des eaux superficielles vocontiennes au cours de l'Hauterivien inférieur, à moins que des phénomènes courantologiques aient amené une plus grande quantité de kystes allochtones dans les sédiments marins francs.

- On peut également imaginer un niveau d'énergie décroissant, et l'augmentation des kystes péridinioïdes serait alors du à des phénomènes d'oxydo-réduction.

La confrontation des courbes de variations du contenu sporopollinique de chaque série, en fréquences relatives ou "semi-absolues" (*cf.* fig. 53-55) ne présente aucune analogie significative avec les pourcentages de *Dingodinium*. De plus, l'augmentation des fréquences relatives de *Dingodinium cerviculum* au cours de l'Hauterivien est un phénomène très généralisé (*cf.* chapitre VIII).

Compte tenu de ce qui est admis au sujet des péridiniens, et quelle que soit l'interprétation que l'on donne à ceux-ci, deux possibilités doivent être considérées :

- les fréquences relatives de *Dingodinium* sont indépendantes des paramètres écologiques affectant les autres péridiniens.

- *Dingodinium* est un genre dont les variations des fréquences relatives sont stimulées par les mêmes facteurs que les autres péridiniens.

Dans le premier cas, l'arrivée timide au cours de l'Hauterivien inférieur (zone à *Loryi*) des kystes de péridiniens autres que *Dingodinium* peut être interprétée comme marquant une très légère baisse de la salinité des eaux de surface à partir de cette période, ou comme indiquant une très faible diminution de l'épaisseur de la tranche d'eau, ou bien encore comme résultant d'une légère diminution des circulations océaniques induisant la présence de conditions légèrement réductrices ; les conditions alors atteintes sembleraient s'être maintenue au moins jusque dans le Barrémien inférieur.

Dans le second cas, les fréquences relatives de*Dingodinium* s'ajoutent à celles des autres péridiniens : les propositions faites ci-dessus restent les mêmes, mais leur impact aurait été

beaucoup plus marqué. Le phénomène responsable de la brusque augmentation des péridiniens pourrait même être considéré comme global, puisque l'augmentation des fréquences absolues de *Dingodinium cerviculum* s'observe au niveau de l'Hauterivien dans la plupart des bassins océaniques du monde. Le fait que (du moins dans les faciès pélagiques du domaine téthysien nord-occidental) *Dingodinium* devienne un des genres dominants au cours de l'Hauterivien supérieur tendrait à signifier que les variations du paramètre impliqué (diminution de la salinité, rapprochement de la ligne de rivage ou mise en place de conditions réductrices) auraient été importantes.

Le coefficient de corrélation entre la courbe des variations des fréquences relatives de *Dingodinium* et celle des autres péridiniens est égal à 0,42 aux Buissières et à 0,45 à Vergons. La corrélation entre ces courbes est donc médiocre, ce qui signifie que, si les variations de la courbe des péridinioïdes sont induites par les fluctuations de la salinité (ou de l'un des autres paramètres), alors les variations d'abondance de *Dingodinium* ne sont que modérément (à peine plus de 40 %) liées à la salinité (ou à l'un des autres paramètres). De ce fait, la première alternative (*Dingodinium* est indépendant des autres péridiniens) devient celle qui est statistiquement la plus probable.

2.2 - Cas particuliers de quelques péridiniens

a - L'antagonisme *Dingodinium* / *Gardodinium*

Dingodinium, *Gardodinium* et *Chlamydophorella* sont des genres morphologiquement très proches mais qui sont habituellement classés dans des familles distinctes : les Peridiniaceae pour le premier, et les Gonyaulacaceae pour les suivants. Sur le plan purement morphologique, rien ne prouve actuellement que *Chlamydophorella* et surtout *Gardodinium* aient une paratabulation de type gonyaulacoïde, celle-ci ainsi que le type de l'archéopyle n'ayant jamais été observés ni décrits de façon formelle. Ce problème de systématique n'a pas pu être résolu ici. D'un point de vue paléoécologique, ces trois genres présentent la particularité de se relayer dans leur dominance : lorsque *Gardodinium* + *Chlamydophorella* sont abondants, *Dingodinium* est très peu représenté, et lorsque *Dingodinium* est abondant, les deux autres genres sont faiblement développés (*cf.* fig. 118-119).

Ce phénomène d'antagonisme s'observe aussi dans le Berriasien - Barrémien inférieur de la coupe de Châtel-St-Denis (Suisse) d'après les diagrammes illustrés par POURTOY (1989, fig. 19, 21).

Cet antagonisme représente un phénomène purement paléoécologique, non assimilable à un relais stratigraphique car les 3 genres concernés sont pérennes et s'étendent largement au delà de l'Hauterivien.

Ne connaissant pas les facteurs qui induisent les variations d'abondance de *Dingodinium* il est difficile de savoir quelles peuvent être les causes de l'antagonisme observé entre *Dingodinium* et *Gardodinium* + *Chlamydophorella*.

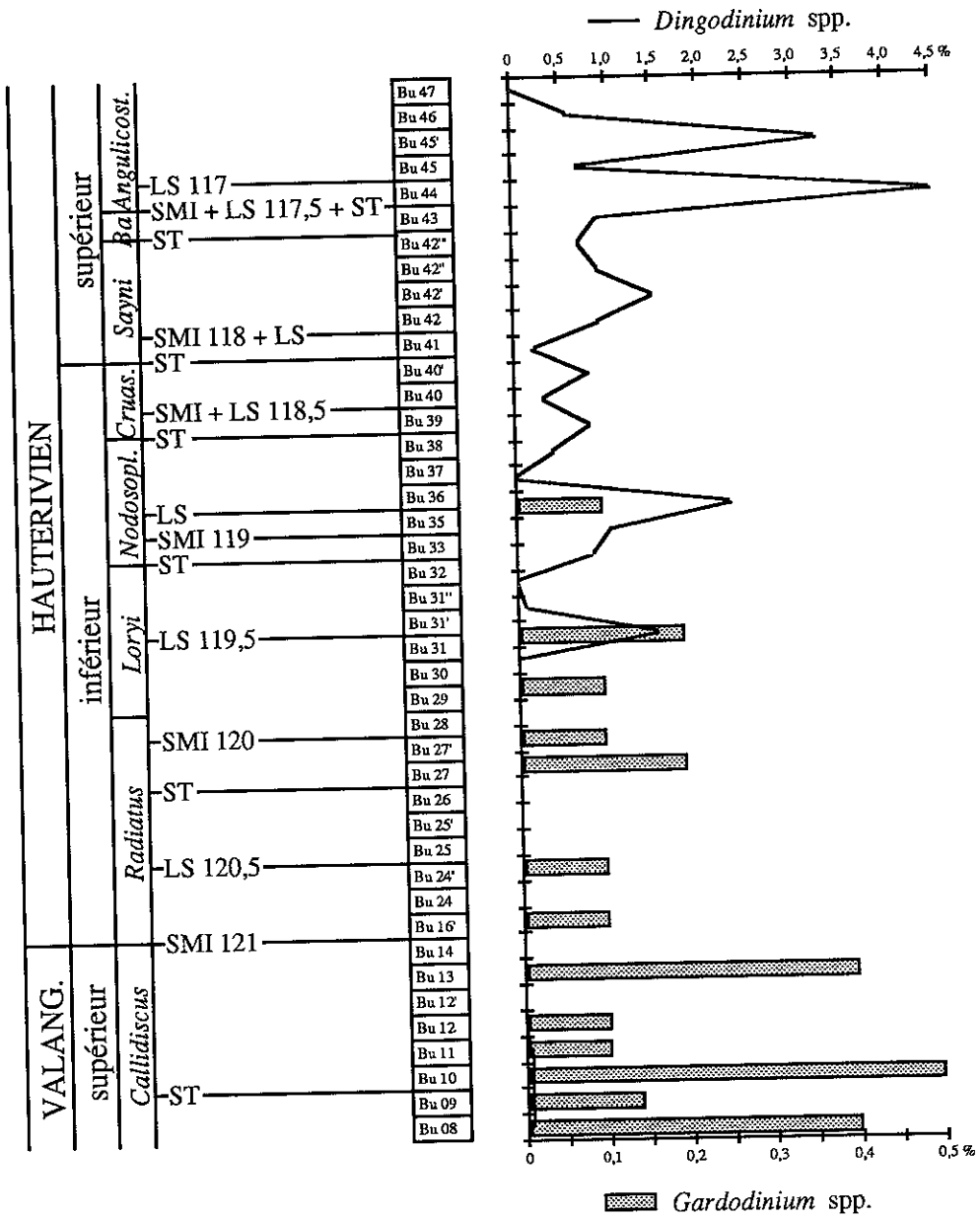


Fig. 118 : Coupe des Buissières ; comparaison des fréquences relatives de *Dingodinium* spp. et de *Gardodinium* spp.

b - Contribution du genre *Subtilisphaera*

D'après les observations de DAVEY (1979b, p. 553) et MUTTERLOSE & HARDING (1987, pp. 204-205), *Subtilisphaera* se révèle être un genre préférentiellement présent dans les milieux proximaux ("nearshore") et lié à de faibles salinités (LISTER & BATTEN, 1988, p. 71).

Dans les sédiments vocontiens étudiés ici, le genre *Subtilisphaera* est essentiellement dominé par *S. perlucida*, espèce à laquelle LISTER & BATTEN (*ibid.* ; Crétacé inférieur d'Angleterre) attribuent une nette préférence pour les milieux hypohalins.

Les variations de fréquence de *Subtilisphaera* et particulièrement de *S. perlucida* suivent sensiblement celles de l'ensemble des kystes péridinioïdes (corrélation de 0,76 aux Buissières et de 0,70 à Vergons), avec cependant quelques paliers mieux marqués : les fréquences relatives de *Subtilisphaera* deviennent significatives à partir du milieu de la zone

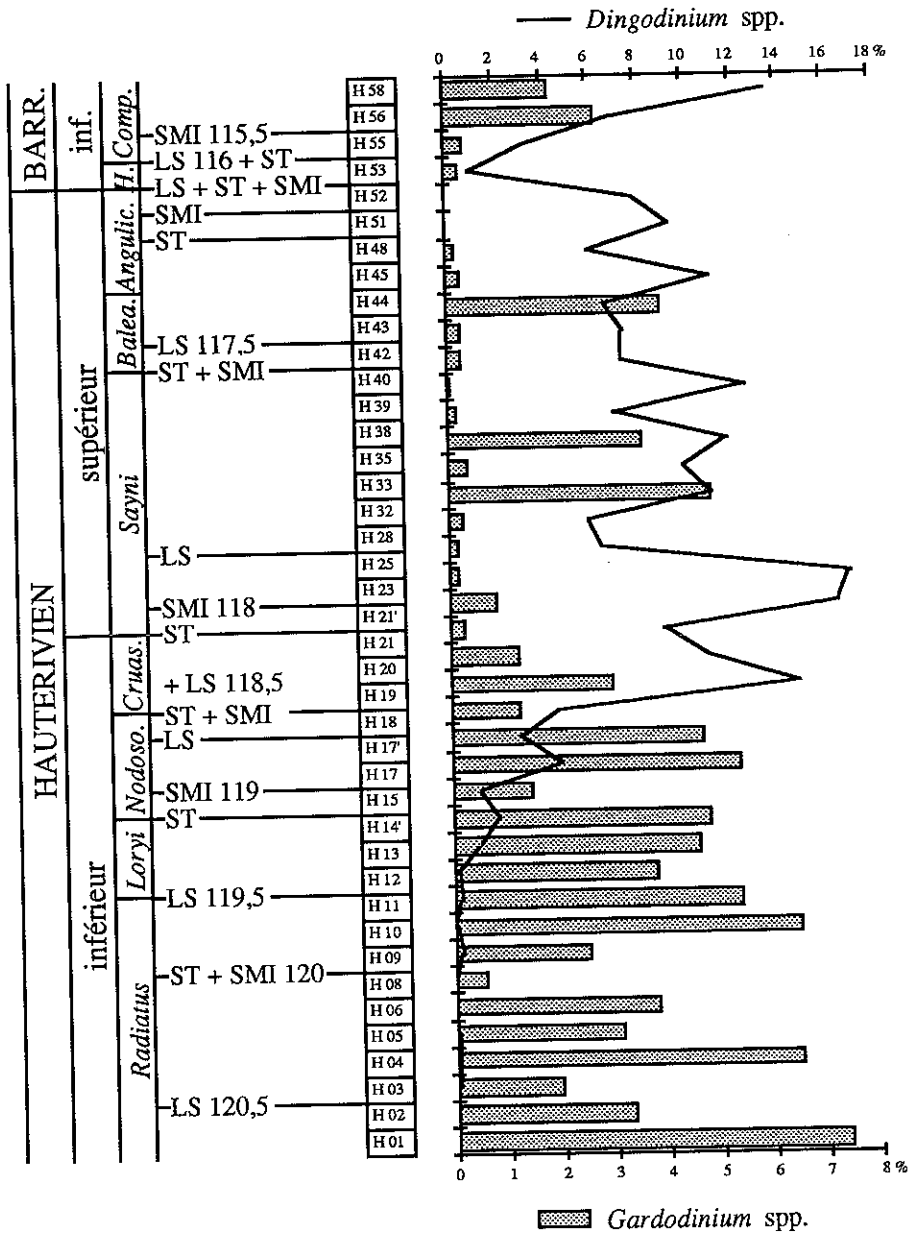


Fig. 119 : Coupe de Vergons ; comparaison des fréquences relatives de *Dingodinium* spp. et de *Gardodinium* spp.

à *Nodosoplicatum* (essentiellement à Vergons) puis montrent un très net développement à partir de la fin de la zone à *Angulicostata* (Hauterivien terminal) aux Buissières et du début de la zone à *Compressissima* (Barrémien inférieur) à Vergons.

Des variations tout à fait similaires sont rapportées par POURTOY (1989, tab. A-B) pour la coupe de Châtel-St-Denis.

La courbe des variations eustatiques proposée par HAQ *et al.* (1987b, fig. 2) indique une nette tendance à la remontée du niveau marin eustatique (cycle de 2ème ordre) depuis le Valanginien jusqu'à la seconde moitié de l'Hauterivien. S'inscrivant dans ce cycle de 2ème ordre, l'augmentation des fréquences relatives de *Subtilisphaera* peut être interprétée comme marquant un rapprochement de la ligne de rivage, et/ou une diminution de l'espace d'accomodation pour les sédiments. D'après la courbe des variations eustatiques (HAQ *et al.*, *ibid.*) on voit que, si l'on ne tient pas compte des phénomènes de subsidence propres

au domaine vocontien, la fin de l'intervalle transgressif de 2ème ordre et le début du prisme progradant de haut niveau marin se situent vers la base de la zone à *Angulicostata*, c'est-à-dire au moment où, aux Buissières, à Vergons et à Châtel-St-Denis, *Subtilisphaera* montre son plus fort développement.

Si l'on prend en compte les considérations de LISTER & BATTEN (1988, p. 71), il est également possible d'interpréter l'augmentation des pourcentages de *Subtilisphaera* comme une diminution des la salinité des eaux de surface.

2.3 - Remarque sur *Ovoidinium diversum*

Nous avons vu plus haut que, se basant sur des travaux antérieurs, DAVEY (1979b, p. 553) observe une présence préférentiellement océanique de l'espèce *Ovoidinium diversum*. Dans les sédiments hauteriviens, cette espèce a été rencontrée uniquement aux Buissières (domaine hémipélagique) ; elle n'a pas été observée à Vergons, ni à Châtel-St-Denis (domaines pélagiques). Les conclusions de DAVEY s'avèrent ne pas être vérifiées dans l'Hauterivien de la Téthys nord-occidentale. Notons toutefois qu'aux Buissières *O. diversum* n'est jamais très abondant, et que ses fréquences maximales s'observent dans la zone à *Angulicostata* (Hauterivien terminal).

B - GENRES À AFFINITÉ OCÉANIQUE

1 - LE GROUPE "*PTERODINIUM-LEPTODINIUM*"

A ce groupe sont attribués les genres morphologiquement proches de *Pterodinium*., tels que *Leptodinium* et *Impagidinium*.

Dans les sédiments actuels ou récents, toutes les espèces du genre *Impagidinium* ne sont observées en abondance qu'en dehors des plateaux continentaux (*cf.* WALL & DALE, 1967 ; DAVEY & ROGERS, 1975 ; WALL *et al.*, 1977 ; REID & HARLAND, 1977 ; HARLAND, 1983 ; MORZADEC-KERFOURN, 1984 ; TURON, 1984...).

Dans les sédiments fossiles, DAVEY (1979b, p. 553) considère le groupe "*Pterodinium-Leptodinium*" comme océanique, car on observe en abondance les représentants de ce groupe uniquement dans les faciès les plus éloignés des rivages.

Dans les sédiments vocontiens étudiés ici, peu d'espèces et peu d'individus appartenant au groupe "*Pterodinium-Leptodinium*" ont été rencontrés. Toutefois des kystes ayant une morphologie comparable ont fait l'objet d'un comptage annexe de manière à examiner si ces derniers présentent eux aussi une abondance préférentielle dans les milieux océaniques et peuvent être utilisés comme indicateurs des variations de paléoprofondeur ou de distalité : il s'agit du genre *Gonyaulacysta* et de l'espèce *Spiniferites* ? *magnoserratus*.

Gonyaulacysta possède une morphologie extrêmement proche des genres composant le groupe "*Pterodinium-Leptodinium*", mais développe une corne qui est généralement absente chez ces derniers (excepté quelques espèces de *Leptodinium*) et présente une cavation apicale et parfois antapicale.

Spiniferites ? *magnoserratus* possède également une morphologie proche de celle des

représentants du groupe "*Pterodinium-Leptodinium*", ce qui lui a valu d'être successivement attribué aux genres *Pterodinium*, *Spiniferites*, *Gonyaulacysta*, pour être à l'heure actuelle provisoirement accepté dans le genre *Spiniferites*.

Sur les figures 120 et 121 sont représentés sous forme d'histogrammes les variations de fréquences relatives de *Gonyaulacysta* spp., *Pterodinium* spp. et *S.* ? *magnoserratus*.

Le point le plus frappant est que ces taxons sont nettement plus abondants à Vergons (domaine pélagique) qu'aux Buissières (domaine hémipélagique), ce qui tend à confirmer leur optimum de présence dans le domaine océanique. Dans les deux cas, les proportions de ces formes supposées ici préférentiellement océaniques sont nettement plus importantes au sommet de l'Hauterivien qu'à sa base, indiquant un approfondissement progressif de ces milieux au cours de l'Hauterivien. Cette conclusion corrobore tout à fait les résultats auxquels nous avons abouti à partir des représentants du complexe "*Muderongia / Phoberocysta*".

Fort de cette remarque, les fréquences relatives de ces taxons ont été comparées avec les variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta*. Pour la coupe des Buissières, une bonne corrélation s'observe entre les périodes où les fréquences relatives des taxons océaniques sont optimales et les périodes où les kystes de *Muderongia* sont dominants par rapport aux *Phoberocysta*. A Vergons, cette corrélation se manifeste beaucoup moins bien. Là encore, cela nous amène à constater que les corrélations d'un paramètre avec le rapport *Muderongia / Phoberocysta* se font de manière bien plus nette aux Buissières qu'à Vergons.

2 - CONSIDÉRATIONS SUR *HAPSOCYSTA PERIDICTYA*

Nous avons vu plus haut que d'un point de vue stratigraphique *Hapsocysta peridictya* possède dans le domaine téthysien nord-occidental une extension verticale très particulière, voire unique, puisque celle-ci débute dans l'Hauterivien inférieur et se poursuit dans l'Aptien après une longue absence de ces kystes dans les sédiments déposés entre ces deux périodes.

Selon DAVEY (1979b, p. 552), la morphologie du genre *Hapsocysta* est à rapprocher de celle de *Cannosphaeropsis* O. WETZEL, 1933b *emend.* DUXBURY, 1980 et de *Codoniella* COOKSON & EISENACK, 1961a *emend.* DAVEY, 1979b pour les genres fossiles, et de *Nematosphaeropsis* DEFLANDRE & COOKSON, 1955 *emend.* WILLIAMS & DOWNIE, 1966c pour les genres existant encore actuellement. Pour DAVEY (*ibid.*), les extensions du périphragme que développent ces taxons doivent être interprétées comme une aide pour la flottaison, indice d'une adaptation à la vie océanique. La répartition de *Nematosphaeropsis labyrinthea* (OSTENFELD, 1903) REID, 1974 dans les sédiments quaternaires indique que les kystes de cette espèce sont rares à absents dans les eaux peu profondes (WALL *et al.*, 1977) et qu'ils atteignent leurs pourcentages maxima dans les sédiments néritiques externes ou océaniques (WILLIAMS, 1971 ; DALE, 1976 ; TURON, 1984).

Dans les sédiments nord-téthysiens et particulièrement dans le domaine vocontien, cette espèce est aussi bien présente dans les domaines externes (Vergons) que de plate-forme (FAUCONNIER, 1982, 1989). La présence stratigraphiquement limitée de *H. peridictya* dans la Téthys nord-occidentale est très probablement due à des raisons écologiques, mais l'éloignement à la côte ou l'épaisseur de la tranche d'eau ne semblent pas être les paramètres déterminant une

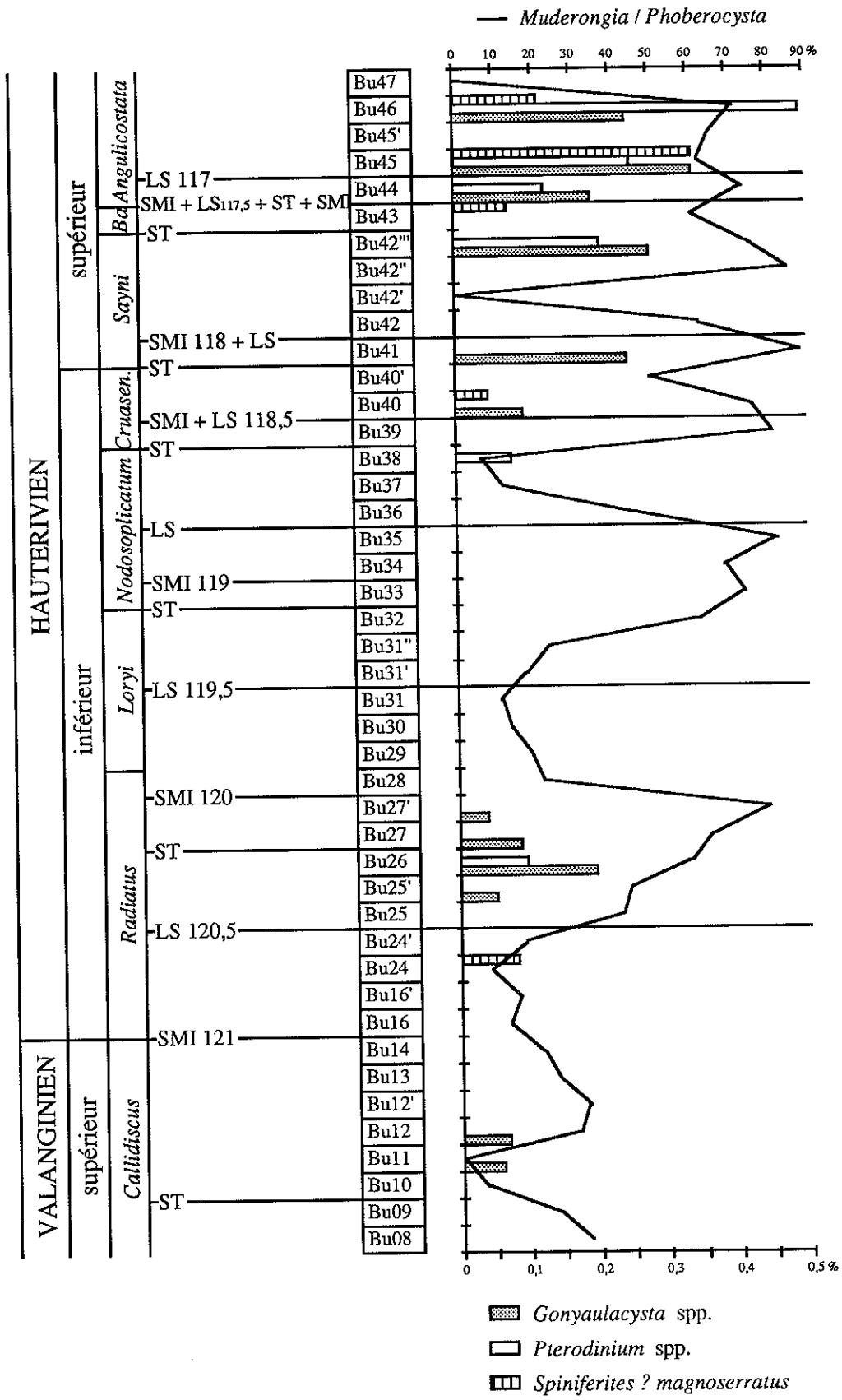


Fig. 120 : Coupe des Buissières ; comparaison entre les fréquences relatives de taxons supposés océaniques et le rapport *Muderongia/Phoberocysta.*

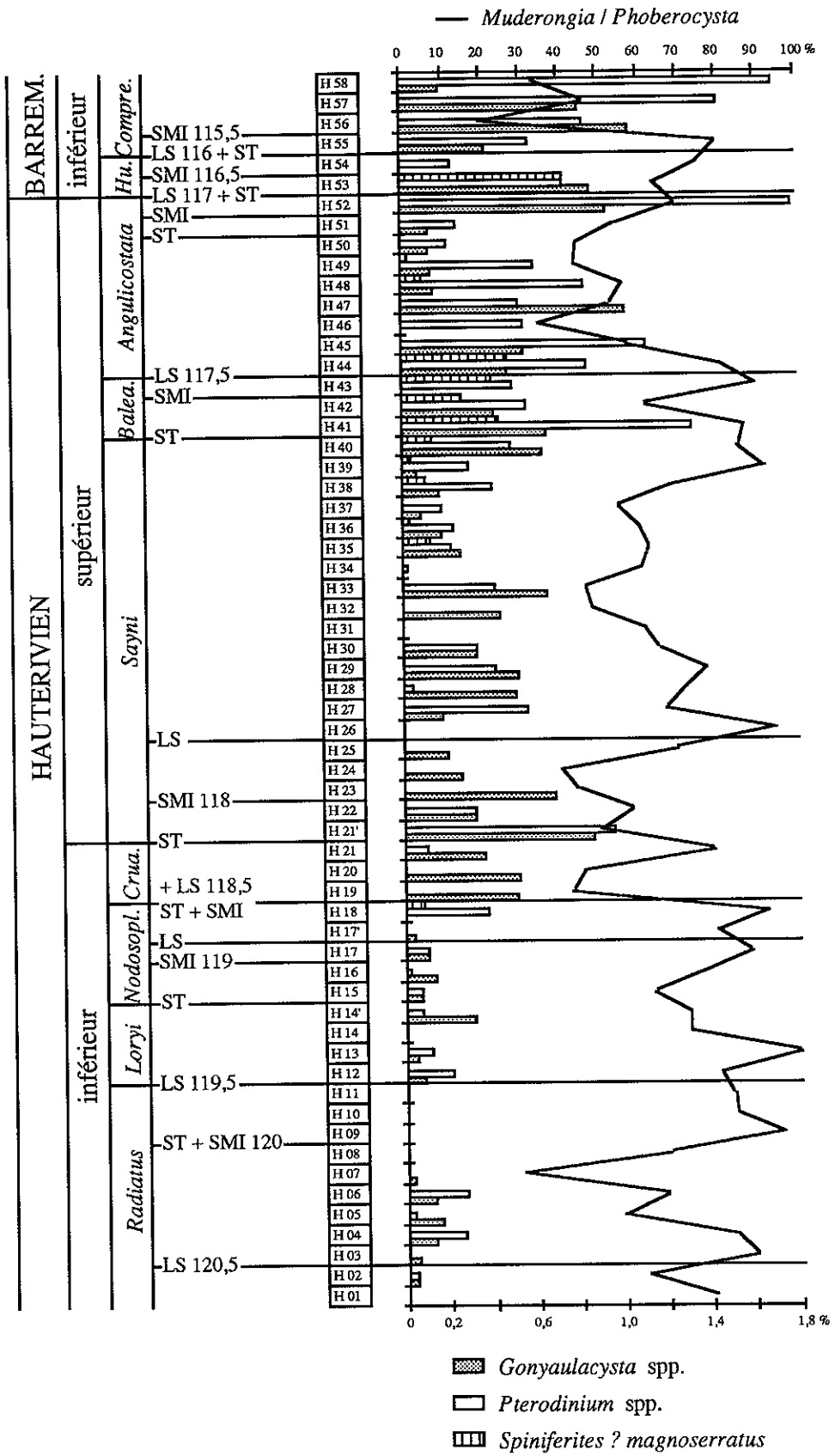


Fig. 121 : Coupe de Vergons ; comparaison entre les fréquences relatives de taxons supposés océaniques et le rapport *Muderongia/Phoberocysta.*

telle occurrence. Des paramètres autres (tels que la température des eaux de surface, la salinité, l'oxygénation, la teneur en nutriments, la dynamique du milieu...) doivent plutôt être la cause de cette occurrence si particulière.

III - CONCLUSIONS

Au cours de ce chapitre, l'écologie d'un certain nombre de taxons fossiles a pu être discutée et/ou précisée, et l'ensemble des informations développées permet de proposer un modèle des conditions paléoécologiques ayant affecté les eaux superficielles du domaine vocontien depuis le Valanginien terminal jusqu'au Barrémien inférieur. Dans la gamme de fréquence des cycles de 3ème ordre, non contemporanéité (souvent mise en évidence) des phénomènes observés entre les coupes rend difficile la synthèse des événements que l'on peut en déduire. Par contre, une bonne homogénéité s'observe entre ces phénomènes lorsqu'on raisonne dans la gamme de fréquence des cycles de 2ème ordre.

La courbe des variations cumulées du rapport *Muderongia* / *Phoberocysta* et celle des pourcentages des espèces considérées comme océaniques (*Pterodinium* spp., *Gonyaulacysta* spp., *Spiniferites* ? *magnoserratus*) permettent d'avoir une idée du sens de variation du niveau marin. La proportion des kystes péridinioïdes par rapport aux autres familles de kystes nous renseigne sur les évolutions de la salinité des eaux de surface, l'éloignement à la côte et/ou la mise en place de conditions plus ou moins réductrices.

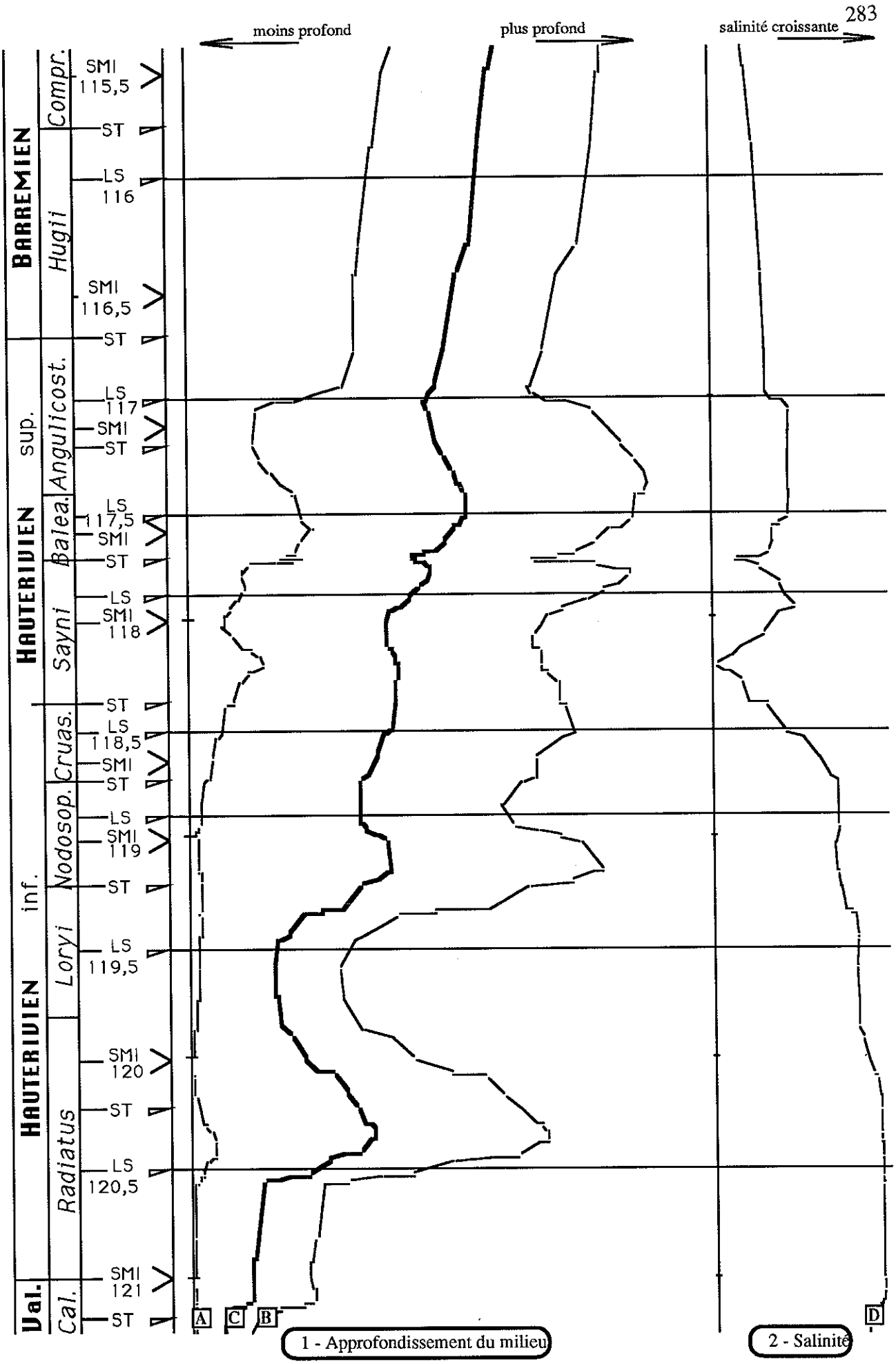
En ce qui concerne la paléoproductivité, les valeurs de fréquences absolues dont nous disposons pour les coupes de Vergons et des Buissières sont si sporadiques et si différentes entre ces coupes (*cf.* chapitre VI) qu'une synthèse des résultats apportés par ces valeurs n'est pas envisageable. La température et l'oxygénation de l'eau sont des paramètres qui n'ont pas pu être déterminés à l'aide des kystes de Dinoflagellés.

La compilation des renseignements d'ordre paléoécologique apportés par les données palynoplanctoniques des coupes de Vergons et des Buissières sont reportées sur la figure 122. Après avoir été ramenées à une échelle de temps commune, ces données ont été cumulées puis lissées.

Ainsi, les résultats apportés par les kystes de Dinoflagellés indiquent que le niveau marin s'est nettement élevé entre la fin du Valanginien et le début du Barrémien. Deux fortes hausses (la première suivie d'une forte baisse) sont enregistrées dans les zones à *Radiatus* et à *Nodosoplicatum* (Hauterivien

---

Fig. 122 : 1) Estimation des variations du niveau marin : **A** - d'après les pourcentages des espèces océaniques ; **B** - d'après la courbe du rapport *Muderongia/Phoberocysta* ; **C** - cumul lissé des courbes A et B. 2) Estimation de l'évolution de la salinité d'après les proportions de kystes péridinioïdes.
La courbe synthétique des fluctuations du niveau marin (figure 122C) a été réalisée en faisant une moyenne entre les valeurs des courbes "A" et "B", qui correspondent respectivement aux variations des fréquences relatives des espèces considérées comme océaniques et aux variations du rapport *Muderongia / Phoberocysta*. La courbe "D", indiquant les variations de la salinité est construite de la même façon que les courbes "A" et "B", à partir de la proportion de kystes péridinioïdes dans les assemblages de dinokystes.


moins profond
plus profond
salinité croissante
BARREMIEN
HAUTERIVIEN sup.
HAUTERIVIEN inf.
Val.
Compr.
Hugii
Angulicost.
Balea.
Sayni
Cruas.
Nodosop.
Loryi
Radiatus
Cal.
SMI 115,5
ST
LS 116
SMI 116,5
ST
LS 117
SMI
ST
LS 117,5
SMI
ST
LS
SMI 118
ST
LS 118,5
SMI
ST
LS
SMI 119
ST
LS 119,5
SMI 120
ST
LS 120,5
SMI 121
ST
A
C
B
D
1 - Approfondissement du milieu
2 - Salinité

inférieur), puis l'augmentation de la tranche d'eau se fait de façon plus régulière et se stabilise vers la zone à *Angulicostata*.

Un paramètre interprété comme pouvant caractériser la salinité, mais également l'éloignement à la côte et/ou des phénomènes réducteurs a été mis en évidence. Ce paramètre montre une baisse généralisée entre la fin du Valanginien et le début du Barrémien. Deux minima s'observent ; au début de la zone à *Sayni* et de celle à *Balearis*.

Les conclusions paléoécologiques auxquelles nous permettent d'aboutir les dinokystes restent toutefois relatives, dans le sens qu'il n'est actuellement pas possible d'évaluer l'amplitude des variations enregistrées. Les résultats obtenus au cours de ce chapitre montrent que, même dans les sédiments fossiles, les kystes de Dinoflagellés peuvent être utilisés comme marqueurs paléoécologiques. De tels travaux font encore figure de pionniers, mais la généralisation de telles démarches devrait donner d'ici peu une dimension nouvelle à l'étude des dinokystes fossiles.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Centré sur les coupes des Buissières et de Vergons, ce travail représente la première étude palynologique des faciès respectivement intermédiaires et profonds de l'Hauterivien du bassin du Sud-Est de la France.

Visant à une meilleure connaissance de la répartition verticale et horizontale des kystes de Dinoflagellés dans l'Hauterivien, trois grands domaines d'étude ont été abordés : la systématique, la biostratigraphie et la paléoécologie.

SYSTÉMATIQUE

INVENTAIRE DES TAXONS PRÉSENTS DANS L'HAUTERIVIEN VOCONTIEN

Parmi les 105 échantillons étudiés d'un point de vue palynologique, seulement 3 se sont révélés stériles ou particulièrement pauvres en palynomorphes. Tous les autres niveaux ont fourni un matériel palynologique à la fois riche et varié, présentant toujours un cachet très nettement marin. Outre les kystes de Dinoflagellés, des Spores et Pollens, des tests chitineux de Foraminifères, des Acritarches, des Incertae sedis, des Scolécodontes et des débris ligneux ont été rencontrés dans les résidus palynologiques.

A travers les deux coupes étudiées, un total de 187 espèces ou sous-espèces, se répartissant dans 68 genres, a été identifié. Parmi ces taxons, certains étaient jusqu'alors inconnus dans le Crétacé inférieur (*Hystrichostrogylon coninckii*, *H. membraniphorum*, *Ovoidinium diversum*) ou dans le domaine vocontien (*Muderongia australis*, *Dinogymnium* spp....).

TAXONOMIE

Tous les taxons identifiés chez les dinokystes ont fait l'objet d'une description, accompagnée à chaque fois de comparaisons et de plusieurs mesures. Au cours de ces descriptions, des modifications taxonomiques sont proposées (combinaisons nouvelles, mises en synonymie) ainsi que des clés de détermination (notamment pour les genres *Odontochitina*, *Hystrichostrogylon*, *Systematophora* et *Spiniferites* pro parte).

Les deux points que nous venons de voir (inventaire des formes et taxonomie) ont été la base de ce travail, car c'est à partir des données qu'ils ont fournies qu'ont pu être réalisés les comptages et les tableaux de répartition des palynomorphes recensés au cours de cette étude.

L'abondance et la diversité des palynomorphes réunissaient donc de bonnes conditions pour répondre aux questions posées par le sujet de cette étude.

BIOSTRATIGRAPHIE

Outre leur richesse en palynomorphes, les affleurements dont nous disposions offraient l'avantage d'être stratigraphiquement très bien calés par les faunes d'Ammonites (R. BUSNARDO) ainsi que par les discontinuités et les cortèges sédimentaires définis par la stratigraphie séquentielle,

discontinuités que P. VAIL et J. HARDENBOL ont reconnu *in situ* sur chacune des deux coupes.

Pour mener à bien l'étude palynostratigraphique de l'Hauterivien, tous les groupes palynologiques d'origine marine ont été étudiés en détail (Dinoflagellés, Acritarches, Incertae sedis, Microforaminifères), mais seuls les dinokystes ont donné des résultats valables.

Le "découpage palynostratigraphique" des coupes des Buissières et de Vergons n'a donc été effectué qu'à partir de ce dernier groupe. Deux grandes méthodes ont été utilisées : les occurrences des différents taxons ont été suivies et comparées entre les coupes ; des assemblages de dinokystes ont été définis et leurs répartitions dans le temps et dans l'espace ont également été analysées.

LES APPARITIONS / EXTINCTIONS

Les extensions stratigraphiques des dinokystes ayant aux Buissières et à Vergons une distribution verticale réduite ont été comparées avec les résultats de MILLIOUD (1967, 1969) et FAUCONNIER (1982, 1989) sur l'Hauterivien du domaine de plate-forme (SE de la France et Jura suisse) ainsi que ceux de POURTOY (1989) concernant l'Hauterivien profond de l'Ultrahelvétique (Suisse). Cette confrontation a permis de déterminer 25 taxons répondant positivement aux critères stratigraphiques exigés, c'est-à-dire une occurrence débutant ou finissant entre le Valanginien terminal et le Barrémien inférieur, occurrence dont les limites sont concordantes entre toutes les coupes appréhendées. De par leurs périodes d'apparition et/ou d'extinction précises et uniformes, ces taxons peuvent être considérés comme des marqueurs stratigraphiques fiables pour l'ensemble du domaine téthysien nord-occidental. D'autres taxons pressentis par de précédents auteurs comme des marqueurs "palynostratigraphiques" (ex. *Meiourogonyaulax bulloidea*, *Subtilisphaera terrula*, *Ovoidinium diversum*...) se sont avérés avoir une extension verticale plus étendue.

LES ASSEMBLAGES

Pour définir les assemblages palynologiques des Buissières et de Vergons, deux méthodes ont été mises en œuvre.

- La première méthode est basée à la fois sur les fréquences relatives des principaux genres et sur les rangs d'abondance de ceux-ci. Ainsi, 19 assemblages ont pu être reconnus aux Buissières (Valanginien terminal - Hauterivien terminal) et 13 à Vergons (Hauterivien basal - Barrémien inférieur). Reprise au niveau spécifique, cette méthode n'a guère donné de plus amples informations en ce qui concerne le nombre et la position des limites des assemblages déterminés au niveaux générique.

Après avoir éliminé les genres ubiquistes (ex. *Batiacasphaera*, *Canningia*, *Sentusidinium*...) pour la détermination des rangs de dominance, 22 genres (ou groupes de genres) de dinokystes ont suffi pour effectué un découpage palynologique fiable. L'exhaustivité n'est donc pas nécessaire pour un bon découpage palynologique ; ce qui est paradoxalement un résultat positif.

La comparaison de la position des limites d'assemblages entre les Buissières et Vergons montre que presque toutes les limites palynologiques se retrouvent sur les deux coupes, et ce de façon nettement synchrone : d'une coupe à l'autre, presque toutes les limites d'assemblages apparaissent au sein des mêmes zones d'Ammonites et entre les mêmes événements de la stratigraphie séquentielle.

Par contre, le contenu palynoplanctonique des assemblages considérés comme synchrones s'avère rarement identique.

- La seconde méthode employée est l'analyse factorielle. Contrairement aux méthodes plus traditionnelles, l'analyse factorielle s'est révélée ici fort décevante, alors qu'elle donne de très bons résultats pour les sédiments quaternaires.

Réalisé pour la première fois, le découpage palynostratigraphique des coupes de Vergons et des Buissières a donc été effectué uniquement à partir des fréquences relatives et des rangs de dominance.

ETABLISSEMENT D'UNE DINOZONATION POUR LE VALANGINIEN TERMINAL - BARRÉMIEN INFÉRIEUR DU DOMAINE TÉTHYSIEN NORD-OCCIDENTAL

Nos résultats ont été confrontés avec ceux de MILLIOUD (1967, 1969 ; domaine pélagique et de plate-forme), FAUCONNIER (1982, 1989 ; domaine de plate-forme) et de POURTOY (1989 ; domaine pélagique).

De la confrontation effectuée, il ressort que :

- les assemblages de dinokystes offrent ponctuellement de très bonnes possibilités pour un découpage écostratigraphique, mais le contenu phytoplanctonique des assemblages contemporains est très différent d'une coupe à l'autre. Bien que permettant une résolution temporelle très fine, les assemblages de dinokystes ne permettent pas d'établir des corrélations stratigraphiques à partir de leur contenu (du moins pour l'intervalle de temps qui nous concerne).

- les périodes d'acmé, ou d'épanouissement, sont les éléments qui, dans la gamme des variations d'abondance, offrent le meilleur compromis entre une bonne résolution stratigraphique et une corrélabilité satisfaisante.

- les occurrences des marqueurs stratigraphiques représentent le paramètre montrant la meilleure corrélabilité, mais dépendant fortement du poids statistique des marqueurs au sein des résidus palynologiques.

La synthèse des données quantitatives (acmés) et qualitatives (occurrences) fournies par le présent travail ainsi que ceux publiés antérieurement a permis d'établir une dinozonation synthétique comportant 9 dinozones (fig. 99) et applicable sur l'ensemble du domaine téthysien nord-occidental, du Valanginien terminal au Barrémien inférieur.

COMPARAISONS DES RÉSULTATS

La comparaison de notre dinozonation avec la biozonation des Ammonites montre qu'il s'agit de deux échelles indépendantes, ne présentant des correspondances que de façon non systématique et sans aucune règle précise.

En ce qui concerne la stratigraphie séquentielle, très peu de corrélations sont observables au niveau des cycles de 3ème ordre.

Seules les variations du rapport *Muderongia* / *Phoberocysta* montre une bonne corrélation

avec les cycles de 3ème ordre : la proportion des *Muderongia* par rapport aux *Phoberocysta* apparait croissante dans les prisme de bas niveau, maximale durant les intervalles transgressifs, et décroissante dans les prismes de haut niveau marin.

De plus, nous avons seulement pu constater que, lorsqu'une discontinuité séquentielle coïncide avec une variation sensible du nombre d'apparitions et/ou d'extinctions ; les limites de séquences sont préférentiellement marquées par une diminution du nombre d'apparitions et/ou d'extinctions, et les surfaces de maximum d'inondation sont plutôt marquées par des hausses de ce nombre.

A part cela, les événements palynologiques (assemblages, acmés, apparitions/extinctions...) ne semble pas pouvoir caractériser de manière systématique un type de discontinuité séquentielle de 3ème ordre ou un type de cortège sédimentaire (prisme de bas niveau marin, cortège transgressif, prisme de haut niveau marin).

Par contre, les données palynologiques se corrèlent beaucoup mieux avec les données séquentielles de 2ème ordre (dont fait partie l'ensemble de l'Hauterivien) : l'augmentation de l'indice de diversité spécifique des dinokystes, la présence à la base des Buissières (de la zone à *Callidiscus* au milieu de la zone à *Radiatus*) d'"éco-assemblages" considérés comme marquant un environnement de plate-forme, les variations globales du rapport *Muderongia / Phoberocysta*, l'augmentation du pourcentage des péridiniens...concordent pour indiquer une nette augmentation de l'espace d'accomodation (visible ici du Valanginien terminal à l'Hauterivien supérieur) suivie par un ralentissement de ce phénomène (au cours de l'Hauterivien supérieur) puis par une diminution de l'espace d'accomodation (débutant à l'Hauterivien terminal - Barrémien). Ces phénomènes semblent tout à fait s'inscrire dans un cycle de 2ème ordre, puisque l'augmentation de les kystes de Dinoflagellés indiquent un épaississement de la tranche d'eau pendant l'intervalle transgressif de 2ème ordre, et que le ralentissement de ce phénomène se marque à partir du début du prisme de haut niveau (vers la zone à *Angulicostata*).

L'étude comparative des extensions verticales des espèces de Dinoflagellés considérées comme marqueurs stratigraphiques dans le domaine ouest-téthysien avec les autres domaines océaniques hauteriviens a permis d'avancer quelques hypothèses sur d'éventuelles périodes d'influences (notamment l'Hauterivien basal) entre la Téthys nord-occidentale et les bassins océaniques qui lui étaient adjacents. Il a également été constaté que la majorité des marqueurs téthysiens étaient présents en de nombreux autres points du globe, gardant parfois les mêmes caractéristiques stratigraphiques : c'est le cas de *Coronifera oceanica*, *Muderongia staurota*, *Nelkinopsis kostromiensis*, *Odontochitina operculata*...

PALÉOÉCOLOGIE

LE COMPLEXE "*MUDERONGIA / PHOBEROCYSTA*"

Issus d'une forme végétative vraisemblablement commune, les kystes de *Muderongia* et de *Phoberocysta* se distinguent par leur ornementation dont tous les stades intermédiaires ont pu être

observés ici. Le rapport entre les genres *Muderongia* et *Phoberocysta* montre au cours de l'Hauterivien des variations nettement cycliques, aussi bien à Vergons qu'aux Buissières. La cause la plus probable semble être l'éloignement à la côte ou l'épaisseur de la tranche d'eau : les kystes de *Muderongia* étant plus abondants en milieu pélagique qu'en domaine intermédiaire, ils paraissent être plus spécialement liés à des milieux stables.

APPROCHE PALÉOÉCOLOGIQUE DE CERTAINS TAXONS

Communément considéré comme indiquant de faibles salinités, un environnement proche du littoral ou des conditions particulières d'oxydo-réduction, le pourcentage des kystes péridinioïdes est ici très largement dominé par la présence de *Dingodinium cerviculum* ; cependant, cette espèce ne semble pas pouvoir être utilisable comme les autres kystes de péridiniens.

Sur l'ensemble des deux coupes, nous observons l'arrivée timide des kystes péridinioïdes au cours de l'Hauterivien inférieur (zone à *Loryi*). *D. cerviculum* montre une nette augmentation de ses fréquences relatives (surtout visible dans le domaine pélagique) à partir de la zone à *Cruasense*.

Ces éléments amènent à penser qu'à partir de l'Hauterivien inférieur les conditions hydrologiques se sont modifiées, avec une diminution de la salinité, une diminution de la tranche d'eau ou bien la mise en place de conditions légèrement réductrices. Vu le faible pourcentage des péridiniens (autres que *Dingodinium*) aux Buissières comme à Vergons, cette diminution doit être considérée comme ayant été de faible amplitude.

En ce qui concerne les espèces dites océaniques (groupe "*Pterodinium-Leptodinium*") les mêmes préférences écologiques ont été attribuées au genre *Gonyaulacysta* et à l'espèce *Spiniferites* ? *magnoserratus*, sur la base de critères morphologiques.

Cumulées avec les courbes du rapport *Muderongia* / *Phoberocysta*, les variations de fréquences relatives des espèces océaniques ont servi à établir une courbe synthétique qui est interprété comme illustrant les variations du niveau marin au cours de l'Hauterivien dans le domaine vocontien *s.l.*

BILAN

Même si les réponses ont parfois été décevantes (notamment en ce qui concerne la stratigraphie séquentielle au niveau du 3ème ordre), les kystes de Dinoflagellés ont répondu de façon positive aux questions initialement posées par ce sujet.

Par le biais de méthodes d'analyse classiques, aussi bien que de méthodes encore peu usitées pour les populations fossiles de dinokystes, ces derniers se sont révélés être d'excellents marqueurs stratigraphiques et ont permis de résoudre l'un des principaux problèmes soulevés par ce sujet : l'élaboration d'une dinozonation utilisable sur l'ensemble du domaine téthysien nord-occidental pour une période allant du Valanginien terminal au Barrémien inférieur. Pour compléter ce travail, il serait très intéressant de reprendre l'étude des dinokystes dans les coupes stratotypiques de l'Hauterivien (avec un échantillonnage adapté), afin de mieux comprendre comment évoluent sur la plate-forme les phénomènes mis en évidence dans les domaines océaniques.

Encore peu utilisés en tant qu'indicateurs paléoécologiques dans les séries fossiles, les kystes de Dinoflagellés ont montré, en apportant ici des informations allant dans ce sens, qu'ils possèdent un potentiel considérable en matière de paléoenvironnements, potentiel qui n'attend qu'à être développé...

RÉFÉRENCES

DES

OUVRAGES CITÉS

REMARQUE PRÉLIMINAIRE

En ce qui concerne les ouvrages ayant trait à la Systématique, les références sont volontairement maintenues telles que mentionnées par LENTIN & WILLIAMS (1989) : par exemple, la référence "ALBERTI, 1959b" est laissée telle quelle, bien qu'il n'y ait ici aucune citation de l'ouvrage "ALBERTI, 1959a".

ACCARIE H., RENARD M., DECONINCK J.-F., BEAUDOIN B., FLEURY J.-J. (1989a) - Géochimie des carbonates (Mn, Sr) et minéralogie des argiles de calcaires pélagiques sénoniens. Relations avec les variations eustatiques (Massif de la Maiella, Abruzzes, Italie). - *C. R. Acad. Sc. (Paris); t. 309, série II, pp. 1679-1685.*

AGELOPOULOS J. (1964) - *Hystrichostrogylon membraniphorum* n. g., n. sp. aus dem Heiligenhafener Kieselton (Eozän). - *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.(Stuttgart); pp. 673-675.*

AGELOPOULOS J. (1967) - Hystrichosphären, Dinoflagellaten und Foraminiferen aus dem eozänen Kieselton von Heiligenhafen, Holstein. - *Dissertation Math.-Naturwiss. Fak. Eberhard-Karls-Univ. Tübingen, pp. 1-74.*

ALBERTI G. (1959b) - Zur Kenntnis der Gattung Deflandrea EISENACK (Dinoflag.) in der Kreide und im Alttertiär Nord- und Mitteldeutschlands. - *Mitt. geol. Staatsinst. Hamb.; n° 28, pp. 93-105.*

ALBERTI G. (1961) - Zur kenntnis Mesozoischen und Alttertiärer dinoflagellaten un hystrichosohaerideen von Nord-und Mitteldeutschland sowie einigen anderen europäischen gebieten. - *Palaeontographica, Abt. A (Stuttgart); vol. 116, pp. 1-58.*

ANDERSON R.Y. (1960) - Cretaceous-Tertiary palynology, eastern side of the San Juan Basin, New mexico. - *State Bureau of Mines and Mineral Resources, New Mexico Institute of Mining and Technology; memoir 6, pp. 1-59.*

ANTONESCU E., AVRAM E. (1980) - Corrélation des dinoflagellés avec les zones d'ammonites et de calpionelles du Crétacé inférieur de Svinita-Banat. - *Annuaire de l'Institut de Géoplogie et de Géophysique (Bucarest); t. LVI, pp. 97-132.*

ASHRAF A.R., BELOW R. (1988) - Palynomorpha im Valangin/Hauterive-Grenzbereich am Mittellandkanal bei Pollhagen. - *Berliner geowiss. Abh. (Berlin); A, vol. 94, pp. 215-216.*

BACKHOUSE J. (1987) - Microplankton zonation of the Lower Cretaceous Warnbro Group, Perth Basin, Western Australia. - *Mem. Ass. Australas. Palaeontols (Sydney); n° 4, pp. 205-226.*

BACKHOUSE J. (1988) - Late Jurassic and Early Cretaceous palynology of the Perth Basin, Western Australia. - *Geol. Surv. Western Australia (Perth); Bull. 135, pp. 1-233.*

BALLY A.W. (1982) - Musings over sedimentary basin evolution. - *Philosophical Transactions of the Royal Society of London; vol. A305, pp. 325-338.*

BALTES N. (1963) - Dinoflagellate si Hystrichosphaeride cretacice din Platforma moezica. - *Petrol si Gaze; n° 14, pp. 581-589.*

BALTES N. (1967) - Microflora from Miocene salt-bearing formations of the Pre-Carpathians depression (Rumania). - *Rev. Palaeobot. Palynol. (Amsterdam); n° 2, pp. 183-194.*

BARSS M.S., WILLIAMS G.L. (1973) - Palynology and nannofossil processing techniques. - *Geological Survey of Canada; paper 73-26, 25 p.*

BATTEN D.J. (1979) - Miospores and other acid-resistant microfossils from the Aptian/Albian of Holes 400A and 402A, DSDP-IPOD Leg 48, Bay of Biscay. - *Init. Report of the Deep Sea Drill. Proj. (Washington); t. XLVIII, pp. 579-587.*

BATTEN D.J. (1985) - Two new dinoflagellate cyst genera from the non-marine Lower Cretaceous of southeast England. - *N. Jb. Geol. Paläont., Mh. (Stuttgart); vol. 7, pp. 427-437.*

BAUDRIMONT A.-F., DUBOIS P. (1977) - Un bassin mésogéen du domaine péri-alpin : le Sud-Est de la France. - *Bull. Centres Rech. Expl. Prod. Elf-Aquitaine (Pau); vol. 1, n° 1, pp. 261-308.*

BEJU D. (1971) - Jurassic microplankton from the Carpathian Foreland of Roumania. - *Ann. Inst. geol. publ. hung.; n° 54, pp. 275-302.*

BELOW R. (1981a) - Dinoflagellaten-zysten aus dem oberen Hauterive bis unteren Cenoman Süd-West-Marokkos. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 176, n° 1-4, pp. 1-145.*

BELOW R. (1981b) - Dinoflagellaten-Zysten aus dem Platylenticeras-Schichten (unteres Mittel-Valendis) der Ziegeleitongrube Schnepper in Suddendorf/Nordwest- Deutschland.- *Newsl. Stratigr.; t. 10, n° 2, pp. 115-125.*

BELOW R. (1982a) - Dinoflagellate cysts from Valanginian to Lower Hauterivian sections near Ait Hamouch, Morocco. - *Rev. españ. Micropaleont. (Madrid); vol. 14, pp. 23-52.*

BELOW R. (1982b) - *Rigaudella*, ein neues Genus von Dinoflagellaten-Zysten. - *N. Jb. Geol. Paläont., Mh. (Stuttgart); pp. 137-150.*

BELOW R. (1982c) - Scolochorate zysten der Gonyaulacaceae (Dinophyceae) aus der Unterkreide Morokkos. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 182, n° 1-3, pp. 1-52.*

BELOW R. (1982d) - Zur Kenntnis der Dinoflagellaten-Zysten-Populationen im Ober-Apt der Tongrube "Otto Gott" in Sarstedt/Norddeutschland. - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh. (Stuttgart); vol. 164, n° 3, pp. 339-363.*

BELOW R. (1987a) - Evolution und Systematik von Dinoflagellaten-Zysten aus der Ordnung Peridiniales. I. Allgemeine Grundlagen und Subfamilie Rhaetogonyaulacoideae (Familie Peridiniaceae). - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 205, pp. 1-178.*

BELOW R. (1987b) - Evolution und Systematik von Dinoflagellaten-Zysten aus der Ordnung Peridiniales. II. Cladopyxiaceae und Valvaeodiniaceae. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 206, pp. 1-135.*

BENNINGHOFF W.S. (1962) - Calculation of pollen and spores density in sediments by addition of exotic pollen in known quantities. - *Pollen et Spores (Paris); vol. IV, n° 2, pp. 232-333.*

BENSON D.G. (1976) - Dinoflagellate taxonomy and biostratigraphy at the Cretaceous-Tertiary boudary, Round Bay, Maryland. - *Tulane Studies in Geology and Paleontology; vol. 12, pp. 169-233.*

BENSON D.G.Jr. (1985) - Observations and recommendations on the fossil dinocyst genera *Ctenidodinium, Dichadogonyaulax*, and *Korystocysta*. - *Tulane Studies in Geology and Paleontology; vol. 18, pp. 145-156.*

BERNARD H. (1959) - Contribution à l'étude géologique détaillée du Crétacé inférieur en Basse-Ardèche. - *Rapport pétrolier inédit (sous la direction de M. GOTTIS et de la C.E.P.); 26 p.*

BERTHOU P.Y., LEEREVELD H. (1986) - L'apport de l'étude des kystes de dinoflagellés à la stratigraphie des terrains hauteriviens à albiens. Région de Lisbonne (Portugal). - *Commun. Serv. Geol. Portugal; t. 72, fasc. 1/2, pp. 119-128.*

BERTRAND P. (1986) - Pétrologie organique et Hydrocarbures. - *Thèse de doctorat, Université d'Orléans;*

BINT A.N. (1986) - Fossil Ceratiaceae: a restudy and new taxa from the mid-Cretaceous of the western Interior, U.S.A. - *Palynology (Dallas); vol. 10, pp. 135-180.*

BOISSEAU T., DUPONT G. (1989) - Analyse séquentielle en milieu carbonaté : principe et intérêts des courbes d'histogrammes pondérés. - *Srata (Toulouse); série 1, vol. 5, pp. 21-23.*

BOLTENHAGEN E. (1977) - Microplancton du Crétacé supérieur du Gabon. - *Cahiers de Paléontologie (Paris); pp. 1-50.*

BOUCHÉ P.-M. (1965) - Le stratotype du Barrémien. III. — Nannofossiles calcaires. - *Mém. BRGM, Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, 1963); n° 34, pp. 131-138.*

BRENNER G.J. (1974) - Palynostratigraphy of the Lower Cretaceous Gevar'am and Yafe Formations in the Gevar'am 2 Well. - *Geological Survey of Israel (Jerusalem); n° 59, pp. 1-27.*

BRÉHERET J.-G., HERBIN J.-P. (1987) - Matière organique: validité des données d'affleurement montrée sur un exemple crétacé moyen dans le bassin vocontien (SE de la France); corrélations entre données de surface et de forage. - *C. R. Acad. Sci. (Paris); t. 305, série II, pp. 199-202.*

BRIDEAUX W.W. (1971) - Palynology of the Lower Colorado Group, central Alberta, Canada, I. Introductory remarks. Geology and microplankton studies. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 135, pp. 53-114.*

BRIDEAUX W.W. (1975) - Taxonomic note: redefinition of the genus *Broomea* and its relationship to *Batioladinium* gen. nov. (Cretaceous). - *Can. J. Bot.; n° 53, pp. 1239-1243.*

BRIDEAUX W.W. (1976) - Taxonomic notes and illustrations of selected cyst species from the Gulf Mobil Parsons N-10 well. - *Geological Survey of Canada (Ottawa); n° 76-1B, pp. 251-257.*

BRIDEAUX W.W. (1977) - Taxonomy of Upper Jurassic-Lower Cretaceous Microplankton from the Richardson Mountains, District of Mackenzie, Canada. - *Geological Survey of Canada (Ottawa); n° 281, pp. 1-89.*

BRIDEAUX W.W., MCINTYRE D.J. (1975) - Miospores and microplankton from Aptian-Albian rocks along Horton River, District of Mackenzie. - *Bull. Geol. Surv. Canada; n° 252, pp. 1-85.*

BRIDEAUX W.W., MYHR D.W. (1976) - Lithostratigraphy and dinoflagellate cyst succession in the Gulf Mobil Parsons N-10 well, district of Mackenzie. - *Geological Survey of Canada (Ottawa); n° 76-1B, pp. 235-249.*

BRONN H.G. (1848) - Index Palaeontologicus oder Ubersicht der bis jetzt bekannten fossilen Organismen. - *E. Schweitzerbart'sche Verlagshandlung und Druckerei (Stuttgart); (1847-1848), 1381 p.*

BUJAK J.P. (1980) - Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene Barton Beds of southern England. - *In* BUJAK J.P., DOWNIE C., EATON G.L., WILLIAMS G.L.: Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene of southern England. - *The Palaeontological Association, Special Papers in Palaeontology; n° 24, pp. 36-91.*

BUJAK J.P., DOWNIE C., EATON G.L., WILLIAMS G.L. (1980) - Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene of southern England. - *The Palaeontological Association, Special Papers in Palaeontology; n° 24, pp. 1-100.*

BUJAK J.P., WILLIAMS G.L. (1978) - Cretaceous palynostratigraphy of ohhshore Southeastern Canada. - *Geological Survey of Canada (Ottawa); n° 297, pp. 1-19.*

BURGER D. (1980a) - Palynological studies in the Lower Cretaceous of the Surat Basin. - *Bull. Bur. miner. Resour. Austr.; n° 189, pp. 1-106.*

BURGER D. (1980b) - Early Cretaceous (Neocomian) microplankton from the Carpentaria Basin, northern Queensland. - *Alcheringa; n° 4, pp. 263-279.*

BURGER D. (1982) - A basal Cretaceous dinoflagellate suite from Northeastern Australia. - *Palynology, Dallas; vol. 6, pp. 161-192.*

BURNS B.J., BEIN J. (1980) - Regional geology and hydrocarbon potential of the mesozoic of the Western Papuan Basin, Papua New Guinea. - *APEA J.; t. 20, n° 1, pp. 1-15.*

BUSNARDO R. (1965) - Le stratotype du Barrémien : I. - Lithologie et macrofaune. - *Mém. BRGM (Orléans); n° 34, pp. 101-116.*

BUSNARDO R. (1984) - Ammonites. ; *in* COTILLON P. (Coord.), Chapitre «Crétacé inférieur». - *Mém. BRGM (Orléans); n° 125, pp. 292-294.*

BUSNARDO R., COMBÉMOREL R., COTILLON P., DONZE P., FERRY S., LAFARGE D., LE HÉGARAT G., RENAUD B., RENAULT P., SIGNOLLES C. (1977) - Livret guide de l'excursion en Ardèche - Groupe français du Crétacé. - *Départ. Sci. Terre, Univ. Lyon ; 76 p., 21 fig.*

BUSNARDO R., THIEULOY J.-P. (1989) - Les ammonites de l'Hauterivien jurassien : révision des faunes de la région du stratitype historique de l'étage Hauterivien. - *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles (Neuchâtel); t. XI, pp. 101-147.*

BUSNARDO R., VERMEULEN J. (1986) - La limite Hauterivien-Barrémien dans la région stratotypique d'Angles (Sud-Est de la france). - *C. R. Acad. des Sciences (Paris); t. 302, série II, n° 7, pp. 457-459.*

CARBONEL P., MOURGUIART P., PEYPOUQUET J.-P. (1990) - The external mechanisms responsible for morphological variability in recent ostracoda : seasonality and biotope situation ; an exemple for lake Titicaca. - in "Ostracoda and global events", WHATLEY & MAYBURY édit. - *CHAPMAN & HALL publ. (London); pp. 331-340.*

CARBONEL P., TÖLDERER-FARMER M. (1988) - The ostracod carapace, source of hydrochemical data at water-sediment interface. ; *in* "Evolutionary biology of ostracodes, its fundamental and application", HANAI *et al.* édit. - *KODANSHA & ELSEVIER publ. (Tokyo); pp. 341-351.*

CHAROLLAIS J., CLAVEL B., BUSNARDO R., MAURICE B. (1989) - L'Hauterivien du Jura du Bassin genevois. - *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles (Neuchâtel); t. XI, pp. 49-72.*

CHEN Y. (1978) - Jurassic and Cretaceous palynostratigraphy of a Madagascar well. - *Ph. D. Thesis, Univ. of Arizona (U.S.A.); 72 fig.*

CLARKE R.F.A., DAVEY R.J., SARJEANT W.A.S., VERDIER J.-P. (1968) - A note on the nomenclature of some upper Cretaceous and Eocene dinoflagellate taxa. - *Taxon; vol. 17, pp. 181-183.*

CLARKE R.F.A., VERDIER J.-P. (1967) - An investigation of microplankton assemblages from the chalk of the Isle of Wight, England. - *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afdeeling Natuurkunde, Eerste Reeks; vol. XXIV, n° 3, pp. 1-96.*

CLAVEL B. (1989) - Echinides du Crétacé inférieur jurassien : stratigraphie, paléoécologie, paléontologie. - Mém. Soc. neuchât. Sci. nat. (Neuchâtel); t. XI, pp. 149-182.

CLAVEL B., CHAROLLAIS J. (1989a) - Biostratigraphie de l'Hauterivien du Jura méridional. - *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles (Neuchâtel); t. XI, pp. 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 (Neuchâtel); t. XI, pp. 299-305.*

CLOETHINGH S. (1988) - Intraplate stresses: a tectonic cause for third-order cycles in apparent sea level ? ; *in* "Sea-level changes: an integrated approach", C.K. WILGUS, B.S. HASTING, C.G. KENDALL, H.W. POSAMENTIER, C.A. ROSS & J.C. WAGONER édit. - *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (Tulsa); Spec. Publ. n°42, pp. 19-29.*

COMBES P.-J., PEYBERNES B. (1989) - Interprétation eustatique des séquences de bauxite de type Ariège dans les Pyrénées centrales. - *Strata (Toulouse); série 1, vol. 5, pp. 17-19.*

CONRAD W. (1941) - Notes protistologiques XIX. Quelques microfossiles des silex crétacés. - *Bull. Mus. r. Hist. nat. Belg.; n° 17, pp. 1-10.*

COOKSON I.C. (1956) - Additional microplankton from Australian Late Mesozoic and Tertiary sediments. - *J. austral. Marine and freshwater Res.; vol. 7, pp. 183-191.*

COOKSON I.C. (1965b) - Microplankton from the Paleocene Pebble Point Formation, south-western Victoria. - *Proc. Roy. Soc. Victoria; vol. 78, pp. 137-141.*

COOKSON I.C., EISENACK A (1958) - Microplankton from Australian and New Guinea Upper Mesozoic sediments. - *Proc. Roy. Soc. Victoria (Australia); vol. 70, part. 1, pp. 19-79.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1960a) - Microplankton from Australian Cretaceous sediments. - *Micropaleontology (New-York); vol. 8, n° 4, pp. 485-507.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1960b) - Upper Mesozoic microplankton from Australia and New Guinea. - *Palaeontology; vol. 2, part. 2, pp. 243-261.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1961a) - Upper Cretaceous microplankton from the Belfast n°4 Bore, south-western Victoria. - *Proc. Roy. Soc. Victoria (Australia); vol. 74, pp. 69-76.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1962b) - Additional microplankton from Australian Cretaceous sediments. - *Micropaleontology (New-York); vol. 6, n° 1, pp. 1-18.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1965a) - Microplankton from the Browns Creek Clays, South-western Victoria. - *Proc. Roy. Soc. Victoria; vol. 79, pp. 119-131.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1967b) - Some microplankton from the Paleocene Rivernook Bed, Victoria. - *Proc. Roy. Soc. Victoria; vol. 80, pp. 247-257.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1968) - Microplankton from two samples from Gingin Brook n°4 borehole, western Australia. - *Journal of the Royal Society of Western Australia; vol. 51, pp. 110-122.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1969) - Some microplankton from two bores at Balcatta, Western Australia. - *J. r. Soc., Western Australia; vol. 52, pp. 3-8.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1970a) - Cretaceous microplankton from the Eucla Basin, Western Australia. - *Proc. Roy. Soc. Victoria; vol. 83, pp. 137-157.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1974) - Mikroplancton aus Australischen Mesozoischen und Tertiären sedimenten. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 148, n° 1-3, pp. 4-93.*

COOKSON I.C., EISENACK A. (1982) - Mikrofossilien aus australischen Mesozoischen und Tertiären sedimenten. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 184, n° 1-3, pp. 23-63.*

COOKSON I.C., HUGHES N.F. (1964) - Microplankton from the Cambridge Greensand (Mid-Cretaceous). - *Palaeontology; vol. 7, part. 1, pp. 37-59.*

CORNU P. (1986) - Etude palynologique de la Formation Springhill (Crétacé inférieur d'Argentine australe). Palynostratigraphie, paléogéographie et paléoécologie. - *Thèse Doctorat 3éme cycle, Univ. Bordeaux I; n° 2120, t. I+II, 127 p.*

CORRADINI D. (1973) - Non-calcareous microplankton from the Upper Cretaceous of the Northern Apennines. - *Boll. Soc. paleont. ital.; n° 11, pp. 119-197.*

COTILLON P. (1968) - Le Crétacé inférieur de l'Arc subalpin de Castellane entre l'Asse et la Var. Stratigraphie et sédimentologie. - *Thèse 3e cycle, Univ. Lyon; n° 525, 108 p.*

COTILLON P. (1971) - Le Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane entre l'Asse et le Var. Stratigraphie et sédimentologie. - *Mém. Bur. Rech. géol. min. (Orléans); n° 68, 243 p.*

COTILLON P. (1974) - Sédimentation rythmique et milieux de dépôt ; données fournies par l'étude du Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane (France SE). - *Bull. Soc. géol. France (Paris); t. XVI, 3e série, pp. 583-592.*

COTILLON P. (1975a) - Les grandes discontinuités de sédimentation du Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane (France S-E), expansions d'une tectonique synsédimentaire. - *IXe Congrès International de Sédimentologie (Nice); thème 4, t. 1, pp. 79-84.*

COTILLON P. (1984a) - Généralités ; *in* COTILLON P. (Coord.), Chapitre «Crétacé inférieur». - *Mém. BRGM (Orléans); n° 125, p. 288.*

COTILLON P. (1984b) - Descriptions régionales ; *in* COTILLON P. (Coord.), Chapitre «Crétacé inférieur». - *Mém. BRGM (Orléans); n° 125, pp. 304-305.*

COTILLON P. (1984c) - Paléogéographie ; *in* COTILLON P. (Coord.), Chapitre «Crétacé inférieur». - *Mém. BRGM (Orléans); n° 125, pp. 328-330.*

COTILLON P. (1988) - La sédimentation pélagique dans le bassin vocontien au Crétacé. ; *in* S. FERRY, J.-L. RUBINO *et al.* édit. «Eustatisme et séquences de dépôt dans le Crétacé du Sud-Est de la France.» - *GéoTrope (Lyon); vol. 1, pp. 8-12.*

COTILLON P. [coordinateur] (1984) - Crétacé inférieur. ; *in* S. DEBRAND-PASSARD, S. COUBOULEIX, M.-J. LIENHARDT «Synthèse géologique du Sud-Est de la France». - *Mém. Bur. Rech. géol. et Min., France; n° 125-126, pp. 287-338.*

COTILLON P., FERRY S., GAILLARD C., JAUTEE E., LATREILLE G., RIO M. (1979) - A la recherche des facteurs oscillants de la sédimentation marine ancienne par l'étude des alternances marno-calcaires. - *C. R. Acad. Sci. (Paris); t. 289, 3e série, n° 15, pp. 1121-1124.*

COTILLON P., FERRY S., GAILLARD C., JAUTEE E., LATREILLE G., RIO M. (1980) - Fluctuation des paramètres du milieu marin dans le domaine vocontien (France Sud Est) au Crétacé inférieur : mise en évidence par l'étude des formations marno-calcaires alternantes. - *Bull. Soc. géol. France (Paris); t. XXII, 3e série, n° 5, pp. 735-744.*

COURTINAT B. *in* COURTINAT B., GAILLARD C. (1980) - Les dinoflagellés des calcaires lites de Trept (Oxfordien supérieur). Inventaire et repartition comparée à celle de la microfaune benthique. - *Doc. Labo. géol. Fac. Sci., (Lyon); n° 78, pp. 1-273.*

DALE B. (1976) - Cyst formation, sedimentation, and preservation: factor affecting dinoflagellate assemblages in recent sediments from Trondheimsfjord, Norway. - *Rev. Palaeobot. Palynol. (Amsterdam); vol. 22, pp. 39-60.*

DARMEDRU C. (1982a) - Variation de la microfaune dans les alternances marne-calcaire valanginiennes du domaine vocontien. - *9e RAST (Paris); Résumé des communications, p. 179.*

DARMEDRU C. (1982b) - La microfaune dans les alternances marne-calcaire pélagiques du Crétacé inférieur vocontien (Sud-Est de la France). Mise en évidence d'oscillations climatiques. - *Thèse de doctorat de 3ème cycle, Univ. Cl. Bernard, Lyon I; n° 1243, 154 p.*

DARMEDRU C., COTILLON P., RIO M. (1982) - Rythmes climatiques et biologiques en milieu marin pélagique. Leurs relations dans les dépôts crétacés alternants du bassin vocontien (Sud-Est de la France). - *Bull. Soc. géol. France (Paris); t. XXIV, 7e série, n° 3, pp. 627-640.*

DAVEY R.J. (1969a) - Non-calcareous microplankton from the Cenomanian of England, Northern France and North America. Part I. - *Bull. Brit. Mus., Nat. Hist., Geology (London); vol. 17, n° 3, pp. 103-180.*

DAVEY R.J. (1969b) - Some dinoflagellate cysts from the Upper Cretaceous of northern Natal, South Africa. - *Palaeontologia Africana; n° 12, pp. 1-23.*

DAVEY R.J. (1970) - Non-calcareous microplankton from the Cenomanian of England, northern France and North America, Part II. - *Bull. Brit. Mus., Nat. Hist., Geology (London); vol. 18, pp. 333-397.*

DAVEY R.J. (1972) - Dinoflagellate cyst assemblages from the Late Cretaceous of Ghana. - *Proc. Vth. afr. colloq. micropaleontol. (Madrid); t.1-2, pp. 149-173.*

DAVEY R.J. (1974) - Dinoflagellate cysts from the Barremian of the Speeton Clay, England. - *Symposium on Stratigraphic Palynology, Birbal Sahni Institute of Paleobotany; special publication, n° 3, pp. 41-75.*

DAVEY R.J. (1975) - A dinoflagellate cyst assemblage from the Late Cretaceous of Ghana. - *Proc. 5th West African Coll. Micropal.; serie 7, n° 5, pp. 150-173.*

DAVEY R.J. (1978) - Marine cretaceous palynology of Site 361, DSDP Leg 40, off southern Africa. - *Init. Rep. Deep Sea Drilling Project (Washington); vol. XL, pp. 883-913.*

DAVEY R.J. (1979a) - Two new early Cretaceous dinocyst species from the northern North Sea. - *Palaeontology; vol. 22, pp. 427-437.*

DAVEY R.J. (1979b) - Marine Apto-Albian palynomorphs from holes 400 A and 402 A, IPOD leg 48, northern Bay of Biscay. - *Init. Rep. Deep Sea Drilling Project (Washington); vol. XLVIII, pp. 547-577.*

DAVEY R.J. (1979c) - The stratigraphic distribution of dinocysts in the Portlandian (latest Jurassic) to Barremian (early Cretaceous) of Northwest Europe. - *A.A.S.P. Contribution Series; n° 5B, pp. 49-81.*

DAVEY R.J. (1979d) - A re-appraisal of the genus *Chytroeisphaeridia* SARJEANT 1962. - *Palynology (Dallas); vol. 3, pp. 209-218.*

DAVEY R.J. (1982a) - Die verbreitung der palynomorphen im späten Apt und Frühen Alb Nordwestdeutschlands. - *Geol. Jb.; vol. 65, pp. 365-403.*

DAVEY R.J. (1982b) - Dinocyst stratigraphy of the latest Jurassic to early Cretaceous of the Haldager n°1 borehole, Denmark. - *Geological Survey of Denmark; series B, n° 6, 57 p.*

DAVEY R.J. (1987) - Palynological zonation of the Lower Cretaceous, Upper and Upper most Middle Jurassic int the Northwestern Papuan Basin of Papua New Guinea. - *Geol. Surv. Papua New Guinea; mém. 13, pp. 1-77.*

DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L. (1966) - Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts. - *Bull. Brit. Mus., Nat. Hist., Geology (London); suppl. 3, 248 p.*

DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L. (1969) - Appendix to "Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts". - *Bull. Brit. Mus., Nat. Hist., Geology (London); vol. 3, pp. 1-24.*

DAVEY R.J., ROGERS J. (1975) - Palynomorph distribution in recent offshore sediments along two traverses off South West Africa. - *Paleontology (London); vol. 17, part. 3, pp. 623-653.*

DAVEY R.J., VERDIER J.-P. (1971) - An investigation of microplankton assemblages from the Albian of the Paris Basin. - *Verh. k. nederl. Akad. Wetensch.; vol. 26, pp. 1-58.*

DAVEY R.J., VERDIER J.-P. (1973) - An investigation of microplankton assemblages from latest Albian (Vraconian) sediments. - *Rev. españ. Micropaleont.(Madrid); n° 5, pp. 173-212.*

DAVEY R.J., VERDIER J.-P. (1974) - Dinoflagellate cysts from the Aptian type section at Gargas and La Bédoule, France. - *Paleontology; vol. 17, part. 3, pp. 623-653.*

DAVEY R.J., VERDIER J.-P. (1976) - A review of certain non-tabulate Cretaceous hystrichospherid dinocysts. - *Rev. Palaeobot. Palynol.; n° 22, pp. 307-335.*

DAVEY R.J., WILLIAMS G.L. (1966a) - The genera Hystrichosphaera and Achomosphaera. - *in* DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L.: Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts. - *Bull. Brit. Mus., Nat. Hist., Geology (London); vol. 3, pp. 28-52.*

DAVEY R.J., WILLIAMS G.L. (1966b) - The genus Hystrichosphaeridium and its allies. - *in* DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L.: Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts. - *Bull. Brit. Mus., Nat. Hist., Geology (London); vol. 3, pp. 53-106.*

DAVEY R.J., WILLIAMS G.L. (1969) - Generic reallocations. - In DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L.: Appendix to studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts. - *Bull. Brit. Mus., Nat. Hist., Geology (London); vol. 3, pp. 4-7.*

DAVIES E.H. (1983) - The dinoflagellate Oppel-zonation of the Jurassic-Lower Cretaceous sequence in the Sverdrup basin, Artic Canada. - *Bull. Geol. Surv. Canada (Ottawa); n° 359, pp. 1-59.*

DAVIS M.B. (1965) - A method for determination of absolute pollen frequency. - *in* B. KUMMEL, D. RAUP édit. «Handbook of paleontological techniques»; *W.H. FREEMAN and Co. (San Francisco, London); pp. 674-686.*

DE CONINCK J. (1965) - Microfossiles planctoniques du Sable yprésien à Merelbeke. Dinophyceae et Acritarcha. - *Mém. Inst. r. Sci. nat. Belg.; vol. 8, n° 26/2, pp. 1-56.*

DE CONINCK J. (1975) - Microfossiles à paroi organique de l'Yprésien du Bassin belge. - *Prof. Pap. geol. Belg.; vol. 12, pp. 1-151.*

DEBELMAS J., THIEULOY J.-P. (1965) - Les étages du Crétacé inférieur étudiés à partir des stratotypes. I. — D. : Etage Hauterivien. - *Mém. BRGM, Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, 1963); n° 34, pp. 85-96.*

DEBRAND-PASSARD S., COUBOULEIX S., LIENHARDT M.-J. (1984) - Synthèse géologique du Sud-Est de la France. - *Mém. Bur. Rech. géol. et Min., France; n° 125-126, 615 p.*

DEFLANDRE G. (1935) - Considérations biologiques sur les microorganismes d'origine planctonique conservés dans le silex de la craie. - *Bull. Biol. France et Belgique; vol. 69, fasc. 2, pp. 213-244.*

DEFLANDRE G. (1936a) - Les flagellés fossiles; apperçu biologique et paléontologique. Rôle géologique. - *Actualités scientifiques et industrielles, HERMANN & C^ie édit. (Paris); n° 335, 98 p.*

DEFLANDRE G. (1936b) - Microfossiles des silex crétacés. Première partie. Généralités. Flagellés. - *Ann. Paléont.; n° 25, pp. 151-191.*

DEFLANDRE G. (1937a) - *Phanerodinium*, genre nouveau de dinoflagellé fossile des silex. - *Bull. Soc. franç. Micros.; n° 6, pp. 109-115.*

DEFLANDRE G. (1937b) - Microfossiles des silex crétacés. Deuxième partie; Flagellés *incertae sedis*, hystrichosphaeridés, sarcodinés. Organismes divers. - *Annales de Paléontologie, Masson & C^ie édit. (Paris); t. XXVI, pp. 51-103.*

DEFLANDRE G. (1938b) - Microplancton des mers jurassiques conservé dans les marnes de Villers-sur-Mer (Calvados). Etude liminaire et considérations générales. - *Trav. Sta. Zool. Wimereux.; vol. 13, pp. 147-200.*

DEFLANDRE G. (1946b) - Radiolaires et Hystrichosphaeridés du Carbonifère de la Montagne Noire. - *C. R. Acad. des Sc., Paris; t. 223, pp. 515-517.*

DEFLANDRE G. (1947a) - Sur une nouvelle hystrichosphère des silex crétacés et sur les affinités du genre *Cannosphaeropsis* O. We. - *C. R. Acad. des Sc. (Paris); t. CCXXIV, pp. 1574-1576.*

DEFLANDRE G. (1947c) - Sur quelques microorganismes planctoniques des silex jurassiques. - *Bull. Inst. Océanographique de Monaco; n° 921, 12 p.*

DEFLANDRE G. (1954) - Systématique des Hystrichosphaeridés : sur l'acceptation du genre *Cymatiosphaera* O. WETZEL. - *C. R. Som. Soc. géol. de France (Paris); n° 12, pp. 257-258.*

DEFLANDRE G. (1964) - Remarques sur la classification des dinoflagellés fossiles, à propos d'*Evittodinium*, nouveau genre crétacé de la famille des *Deflandreaceae*. - *C. R. Acad. des Sc. (Paris); t. 258, pp. 5027-5030.*

DEFLANDRE G., COOKSON I.C. (1955) - Fossil microplankton from australian late Mesozoic and Tertiary sediments. - *Australian Journal of Marine and Freshwater Research; vol. 6, n° 2, pp. 242-313.*

DEFLANDRE G., COURTEVILLE H. (1939) - Note préliminaire sur les microfossiles des silex crétacés du Cambrésis. - *Bull. Soc. franç. Micros.; n° 8, pp. 95-106.*

DEFLANDRE-RIGAUD M. (1955) - Microfossiles des silex sénoniens du Tréport (Seine-Maritime). - *C. R. Som. Soc. géol. de France (Paris); n° 1-2, pp. 19-21.*

DELFAUD J. (1989) - Reflexions sur l'enregistrement séquentiel des pulsations eustatiques sur diverses marges de la Téthys. - *Strata (Toulouse); série 1, vol. 5, p. 151.*

DEUNFF J. (1954) - *Veryhachium*, genre nouveau d'Hystrichosphères du Primaire. - *C. R. somm. Soc. géol. Fr. (Paris); vol. 13, pp. 305-307.*

DOWNIE C. (1957) - Microplankton from the Kimmeridge Clay. - *J. geol. Soc. (London); vol. 112, pp. 413-434.*

DOWNIE C., SARJEANT W.A.S. (1963) - On the interpretation and status of some hystrichosphere genera. - *Palaeontology; n° 6, pp. 83-96.*

DOWNIE C., SARJEANT W.A.S. (1965) - Bibliography and index of fossil dinoflagellates and acritarchs. - *Mem. geol. Soc. Amer.; vol. 94, pp. 1-180.*

DÖRHÖFER G., DAVIES E.H. (1980) - Evolution of archeopyle and tabulation in Rhaetogonyaulacinean dinoflagellate cysts. - *Life Sciences Miscellaneous Publications, Royal Ontario Museum (Toronto); pp. 1-91.*

DRUGG W.S. (1967) - Palynology of the Upper Moreno Formation (Late Cretaceous-Paleocene) Escarpado Canyon, California. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 120, n° 1-4, pp. 1-71.*

DRUGG W.S. (1970b) - Some new genera, species, and combinations of phytoplankton from the Lower Tertiary of the Gulf Coast, U.S.A. - *Proc. North Amer. Paleont. Conv., G (Chicago 1969); pp. 809-843.*

DRUGG W.S. (1978) - Some Jurassic dinoflagellate cysts from England, France and Germany. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 168, n° 1-3, pp. 61-79.*

DUPIN F. (1968) - Deux nouvelles espèces de dinoflagellés du Jurassique d'Aquitaine. - *Cah. Micropaléont., Arch. Origin. Cent. Doc., Cent. Nation. Rech. Sci.; vol. 450, n° 118, pp. 1-5.*

DUXBURY S. (1977) - A palynostratigraphy of the Berriasian to Barremian of the Speeton Clay of Speeton, England. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 160, n° 1-3, pp. 17-67.*

DUXBURY S. (1979a) - Three new genera of dinoflagellate cysts from the Speeton Clay (Early Cretaceous) of Speeton, England. - *Micropaleontology; vol. 25, part. 2, pp. 198-205.*

DUXBURY S. (1980) - Baremian phytoplankton from Speeton, East Yorkshire. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol.173, n° 4-6, pp. 107-146.*

DUXBURY S. (1983) - A study of dinoflagellate cysts and acritarchs from the Lower Greensand (Aptian to Lower Albian) of the Isle of Wight, Southern England. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 186, n° 1-3, pp. 18-80.*

EDGELL H.S. (1964) - The correlative value of microplankton in the Cretaceous of the Perth Basin, W.A. - *West. Australia Geol. Survey Ann.; Rept 1963, pp. 50-55.*

EHRENBERG C. (1832) - Beiträge zur Kenntnis der Organisation der Infusorien und ihrer geographischen Verbreitung, besonders in Siberien. - *Abhandlungen der Preussischen Akademie der Wissenschaften, 1830; pp. 1-88.*

EHRENBERG C. (1838) - Über das Massenverhältnifs der jetzt lebenden kiesel-infusorien und über ein neues infusorien-conglomerat als polirschiefer von Jastraba in Ungarn. - *Abhandlungen der Preussischen Akademie der Wissenschaften, 1837 (Berlin); pp. 109-135.*

EHRENBERG G. (1843) - Über die Verbreitung des jetzt wirkenden kleinsten organischen Lebens in Asien, Australien und Afrika und über die vorherrschende Bildung auch des Oolithkalkes des Juraformation aus kleinen polythalamischen Thieren. - *Abh. Akad. Wiss. Preussischen; pp. 100-106.*

EISENACK A. (1931) - Neue Mikrofossilien des Baltischen Silurs 1 - *Paläontologische Zeitschrift; vol. 13, n° 1-2, pp. 74-118.*

EISENACK A. (1935) - Mikrofossilien aus Doggergeschieben Ostpreussens. - *Z. Geschiebeforschung; n° 11, pp. 167-184.*

EISENACK A. (1938b) - Die Phosphoritknollen der Bernsteinformation als Überlieferer tertiären Planktons. - *Sch. Physikalischökonomischen Gesellschat (Könisberg); vol. 70, pp. 181-188.*

EISENACK A. (1958) - Mikroplankton aus dem norddeutschen Apt nebst einigen Bemerkungen über fossile Dinoflagellaten. - *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abh.; vol. 106, pp. 383-422.*

EISENACK A. (1961) - Einige Erörterungen über fossile Dinoflagellaten nebst Übersicht über die zur Zeit bekannten Gattungen. - *N. Jb. Geol. Paläont., Abh. (Stuttgart); vol. 112, pp. 281-324.*

EISENACK A. (1963a) - Zur *Membranilarnax* - Frage. - *N. Jb. Geol. Paläont., Mh. (Stuttgart); pp. 98-103.*

EISENACK A. (1963b) - *Cordosphaeridium* n. gen. ex *Hystrichosphaeridium*, Hystrichosphaeridea. - *N. Jb. Geol. Paläont., Abh. (Stuttgart); vol. 118, pp. 260-265.*

EISENACK A. (1972) - Kritische Bemerkung zur Gattung *Pterospermopsis* (Chlorophyta, Prasinophyceae). - *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte (Stuttgart); vol. 10, pp. 596-601.*

EISENACK A., COOKSON C. (1960) - Microplankton from Australian Lower Cretaceous sediments. - *Proc. Roy. Soc. of Victoria; vol. 72, pp. 1-11.*

ESPITALIÉ J., DEROO G., MARQUIS F. (1985a) - La pyrolyse Rock-Eval et ses applications. - *Rev. Inst. fr. Pétr.; vol. 40, n° 5, pp. 563-579.*

ESPITALIÉ J., DEROO G., MARQUIS F. (1985b) - La pyrolyse Rock-Eval et ses applications. - *Rev. Inst. fr. Pétr.; vol. 40, n° 6, pp. 755-784.*

ESPITALIÉ J., DEROO G., MARQUIS F. (1986) - La pyrolyse Rock-Eval et ses applications. - *Rev. Inst. fr. Pétr.; vol. 41, n° 1, pp. 73-89.*

ESPITALIÉ J., LAPORTE J.L., MADEC M., MARQUIS F., LEPLAT P., PAULET J., BOUTEFEU A. (1977) - Méthode rapide de caractérisation des roches mères, de leur potentiel pétrolier et de leur degré d'évolution. - *Rev. Inst. fr. Pétr.; vol. 32, pp. 23-42.*

EVANS P.R. (1966a) - Mesozoic stratigraphic palynology in Australia. - *Australian Oil and Gas Jour.; vol. 12, n° 6, pp. 58-63.*

EVANS P.R. (1966ab) - Contribution to the palynology of northern Queensland and Papua. - *Australia BMR rec.; 1966/198 (non publié).*

EVITT W.R. (1961c) - Observations on the morphology of fossil dinoflagellates. - *Micropaleontology (New-York); vol. 7, pp. 385-420.*

EVITT W.R. (1963) - A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichospheres, and acritarchs, I. - *Proc. Nat. Aca. Sci. (Washington); vol. 49, pp. 158-164.*

EVITT W.R. (1984) - Some techniques for preparing, manipulating and mounting dinoflagellates. - *J. micropalaeontol.; vol. 3, n° 2, pp. 11-18.*

EVITT W.R. (1985) - Sporopollenin dinoflagellate cysts: Their morphology and interpretation. - *A.A.S.P. Foundation; pp. 1-333.*

EVITT W.R., CLARKE R.F.A., VERDIER J.-P. (1967) - Dinoflagellate studies. III. *Dinogymnium acuminatum* n. gen., n. sp. (Maastrichtian) and other fossils formerly referable to *Gymnodinium* Stein. - *Geological Sciences (Stanford, California); vol. X, n° 4, pp. 3-35.*

FAUCONNIER D. (1982) - Palynologie du stratotype de l'Hauterivien. - *Rapport du Bur. Rech. Géol. et Min. (Orléans); 82 GEO EM 120, 24 p.*

FAUCONNIER D. (1989) - Palynologie du stratotype historique de l'Hauterivien. - *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles (Neuchâtel); t. XI, pp. 233-255.*

FEIST-BURKHARDT S., MONTEIL E. (1990) - *Wallodinium cylindricum* and *W. elongatum* : Stratigraphic problem and taxonomic solution. - *A.A.S.P. Contributions Series; n° 21, sous-presse.*

FENSOME R.A. (1979) - Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Middle and Upper Jurassic of Jameson Land, east Greenland. - *Bull. Gronl. geol. Unders.; vol. 132, pp. 1-98.*

FENTON J.P.G., NEVES R., PIEL K.M. (1980) - Dinoflagellate cysts and acritarchs from Upper Bajocian to Middle Bathonian strata of central and southern England. - *Palaeontology (London); vol. 23, pp. 151-170.*

FERRY S. (1978) - Les «Calcaires à débris» barrémo-aptiens de la Drôme vocontienne (France S-E) : des cônes d'épandage bioclastique en eau profonde. - *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon; hors série, n° 4, pp. 273-303.*

FERRY S. (1984) - Domaine vocontien ; *in* COTILLON P. (Coord.), Chapitre «Crétacé inférieur». - *Mém. BRGM (Orléans); n° 125, pp. 313-315.*

FERRY S. (1988) - Contrôle eustatique de la resédimentation calcaire en fosse vocontienne (Mésozoïque, S-E de la France) ; *in* S. FERRY, J.-L. RUBINO *et al.* édit. «Eustatisme et séquences de dépôt dans le Crétacé du Sud-Est de la France». - *GéoTrope (Lyon); vol. 1, pp. 32-51.*

FERRY S. (1990) - Sequence stratigraphy in deep-water carbonates (Mesozoic, French Alpine Margin). - *13th Intern. Sedim. Congress (Nottingham); 26-31 août 1990, 1 p.*

FERRY S., MONIER P. (1987) - Correspondances entre alternances marno-calcaires de bassin et de plate-forme (Crétacé du S-E de la France). - *Bull. Soc. géol. France (Paris); série 8, t. III, n° 5, pp. 961-964.*

FERRY S., PASTOURET L. (1982) - Alternances marno-calcaires quaternaires et crétacées : le même contrôle climatique ? - *9e RAST (Paris); Résumé des communications, p. 244.*

FERRY S., PASTOURET L., DE BEAULIEU J.-L., MANDIER P. (1985) - Synchronisme remarquable entre les cycles calcaire-marne des vases quaternaires atlantiques et les alternances tourbe-limon d'anciens lacs périglaciaires européens. - *C. R. Acad. Sc. (Paris); t. 300, série II, n° 12, pp. 573-577.*

FERRY S., RUBINO J.-L. (1987a) - Les séquences carbonatées néocomiennes du Sud-Est de la France sont-elles le résultat d'oscillations eustatiques ? - *C. R. Acad. Sc. (Paris); t. 304, série II, n° 15, pp. 917-922.*

FERRY S., RUBINO J.-L. (1987b) - La modulation eustatique du signal orbital dans les sédiments pélagiques. - *C. R. Acad. Sc. (Paris); t. 305, série II, pp. 477-482.*

FERRY S., RUBINO J.-L. (1988) - Séquences climato-eustatiques A, C, M ou modulation eustatique du signal orbital en fosse vocontienne. ; *in* S. FERRY, J.-L. RUBINO *et al.* édit. «Eustatisme et séquences de dépôt dans le Crétacé du Sud-Est de la France». - *GéoTrope (Lyon); vol. 1, pp. 18-31.*

FERRY S., RUBINO J.-L. (1989a) - Correspondance entre séquence de Klüpfel et séquence de Vail en système de dépôt carbonaté. - *Strata (Toulouse); série 1, vol. 5, pp. 9-11.*

FERRY S., RUBINO J.-L. (1989b) - Climatic-eustatic mixed control on carbonate deposition (Mesozoic, S-E France). - *Publ. Assoc. Sédim. Fr. (Paris); vol. 11, pp. 30-32.*

FERRY S., RUBINO J.-L., CRUMIERE J.-P. (1988) - La régression eustatique fini-cénomanienne dans le Sud-Est de la France. ; *in* S. FERRY, J.-L. RUBINO *et al.* édit. «Eustatisme et séquences de dépôt dans le Crétacé du Sud-Est de la France». - *GéoTrope (Lyon); vol. 1, pp. 95-105.*

FILATOFF J. (1975) - Jurassic palynology of the Perth Basin, Western Australia. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 154, pp. 1-113.*

FIRTION F. (1952) - Le Cénomanien inférieur du Nouvion-en-Thiérache : examen micropaléontologique. - *Ann. Soc. géol.du Nord; vol. 72, pp. 150-164.*

FISHER M.J., RILEY L.A. (1980) - The stratigraphic distribution of dinoflagellate cysts at the boreal Jurassic-Cretaceous boundary. - *IV Int. Palynol. Conf., Lucknow (1976-77), India; proc., vol. 2, pp. 313-329.*

FORD L.N. JR., GOODMAN D.K. (1987) - Ecostratigraphic analysis od Dinoflagellate data from the Nanjemoy formation (Ypresian) of Maryland, USA. - *Gulf Coast Section Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Foundation. 8th Annual Research Conference (Houston, Texas); pp. 56-60.*

FOUCAULT A., RENARD M. (1987) - Contrôle climatique de la sédimentation marno-calcaire dans le Mésozoïque d'Espagne (Sierra de Fontcalent, province d'Alicante) : arguments isotopiques. - *C. R. Acad. Sc. (Paris); t. 305, série II, pp. 517-521.*

FOUCHER J.-C. (1972) - Etude micropaléontologique des silex coniaciens du puits 19 de Lens-Liévin (Pas-de-Calais). - *Bull. Mus. Hist. nat., Sci. Terre (Paris); 3ème série, vol. 21, n° 5 (1971), pp. 77-158.*

FOUCHER J.-C., TAUGOURDEAU P. (1975) - Microfossiles de l'Albo-Cénomanien de Wissant (Pas-de-Calais). - *Cahiers de Micropaléontologie (Paris); n° 1, pp. 3-45.*

FRITSCH F.E. (1929) - Evolutionary sequence and affinities among Protophyta. - *Biol. Rev.; vol. 4, n° 2, pp. 103-151.*

GERLACH E. (1961) - Mikrofossilien aus dem Oligozän und Miozän Nordwestdeutschlands, unter besonderer Berücksichtigung der Hystrichosphären und Dinoflagellaten. - *N. Jb. Geol. Paläont., Abh. (Stuttgart); vol. 112, pp. 143-228.*

GEZE B. (1979) - Languedoc méditerranéen, Montagne Noire. - *Guides géologiques régionaux, Masson édit., Paris; 191 p.*

GIBERGY P., SARROT-REYNAULD J. (1965) - Stratigraphie et variations de faciès du Crétacé inférieur aux environs de Saillans (Drôme). - *Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon (1963); Mém. B.R.G.M. (Paris); n° 34, pp. 753-765.*

GITMEZ G.U. (1970) - Dinoflagellate cysts and acritarchs from the basal Kimmeridgian (Upper Jurassic) of England, Scotland and France. - *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (London); vol. 18, pp. 231-331.*

GITMEZ G.U., SARJEANT W.A.S. (1972) - Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Kimmeridgian (Upper Jurassic) of England, Scotland and France. - *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (London); vol. 21, pp. 171-257.*

GOCHT H. (1957) - Mikroplankton aus dem nordwestdeutschen Neokom (Teil I). - *Paläontologische Zeitschrift (Stuttgart); vol. 31, pp. 163-185.*

GOCHT H. (1959) - Mikroplankton aus dem nordwestdeutschen Neokom. (Teil II). - *Paläontologische Zeitschrift (Stuttgart); vol. 33, pp. 50-89.*

GOCHT H. (1970b) - Dinoflagellaten-Zysten aus dem Bathonium des erdölfeldes aldorf (NW-Deutschland). - *Palaeontographica Abt. B (Suttgart); vol. 129, n° 4-6, pp. 125-165.*

GOODMAN D.K. (1979) - Dinoflagellate "communities" from the Lower Eocene Nanjemoy Formation of Maryland, U.S.A. - *Palynology (Dallas); vol. 3, pp. 169-190.*

GORKA H. (1963) - Coccolithophoridés, dinoflagellés, hystrichosphaeridés et microfossiles incertae sedis du Crétacé supérieur de Pologne. - *Acta Palaeont. Pol.; n° 8, pp. 1-83.*

GOUVERNET C., GUIEU G., ROUSSET C. (1971) - Provence. - *Guides géologiques régionaux, Masson et Cie édit., Paris; 229 p.*

GRACIANSKY P.-C. DE, BROSSE E., DEROO G., HERBIN J.-P., MONTADERT L., MULLER C., SIGAL J., SCHAAF A. (1982) - Les formations d'âge Crétacé de l'Atlantique Nord et leur matière organique : paléogéographie et milieux de dépôt. - *Rev. Inst. fr. Pétr.; vol. 37, pp. 275-336.*

GRAY J. (1965) - Extraction techniques. - in *Handbook of paleontological techniques, B. KUMMEL & D. RAUP édit. (San Francisco); pp. 530-587.*

GUILLAUME S., SIGAL J. (1965) - Le stratotype du Barrémien. II. — Les Foraminifères. - *Mém. BRGM, Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, 1963); n° 34, pp. 117-129.*

GÜBELI A.A., HOCHULI P.A., WILDI W. (1984) - Lower Cretaceous turbiditic sediments from the Rif chain (Northern Marocco)-palynology, stratigraphy and palaeogeographic setting. - *Geologische Rundschau (Stuttgart); vol. 73, n° 3, pp. 1081-1114.*

HABIB D. (1969) - Middle Cretaceous palynomorphs in a deep-sea core from the Seismic Reflector Horizon A outcrop area. - *Micropaleontology (New-York); vol. 15, pp. 85-101.*

HABIB D. (1970) - Middle Cretaceous palynomorph assemblages from clays near the horizon Beta deep-sea outcrop. - *Micropaleontology (New-York); vol. 16, n° 3, pp. 345-379.*

HABIB D. (1972) - Dinoflagellate stratigraphy Leg 11, Deep Sea Drilling Project. - *Init. Rep. Deep Sea Drilling Project (Washington); vol. XI, pp. 367-425.*

HABIB D. (1973) - Taxonomy , morphology and suggested phylogeny of the dinoflagellate genus Druggidium. - *Geoscience and Man (Baton Rouge, Louisiana); vol. VII, pp. 47-55.*

HABIB D. (1974) - Morphogenetic relationship between *Scriniodinium campanula* Gocht and *Scriniodinium dictyotum* Cookson and Eisenack. - *Geoscience and Man (Baton-Rouge, Louisiana); vol. IX, pp. 45-51.*

HABIB D. (1975) - Neocomian dinoflagellate zonation in the western North Atlantic. - *Micropaleontology (New-York); vol. 21, n° 4, pp. 373-392.*

HABIB D. (1976) - Neocomian dinoflagellate zonation in the western North Atlantic. - *Micropaleontology (New-York); vol. 21, pp. 373-392.*

HABIB D. (1978) - Palynostratigraphy of the Lower Cretaceous section at Deep Sea Drilling Project Site 391, Blake-Bahama Basin, and its correlation in the North Atlantic. - *Init. Reports of the D.S.D.P. (Washington); vol. LXIV, pp. 887-897.*

HABIB D., DRUGG W.S. (1983) - Dinoflagellate age of middle Jurassic-earlu Cretaceous sediments in the Blake-Baham basin. - *Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. (Washington); vol. LXXVI, pp. 623-638.*

HABIB D., DRUGG W.S. (1987) - Palynology of Sites 603 and 605, Leg 93, Deep Sea Drilling Project. - *Init. Reports of the D.S.D.P. (Washington); vol. XCII, pp. 751-775.*

HABIB D., KNAPP S.D. (1982) - Stratigraphic utility of Cretaceous small acritarchs. - *Micropaleontology (New-York); vol. 28, n°4, pp. 335-371.*

HABIB D., WARREN J.S. (1973) - Dinoflagellates near the Cretaceous-Jurassic boundary. - *Nature; vol. 241, n° 5386, pp. 217-218.*

HAECKEL E. (1894) - Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen. Erster Theil des Entwarfs eines systematischen Phylogenie. - *Georg REIMER édit. (Berlin); XV-400 p.*

HANSEN J.M. (1977) - Dinoflagellate stratigraphy and echinoid distribution in Upper Maastrichtian and Danian deposits from Denmark. - *Bull. Geol. Soc. Denmark (Copenhagen); vol. 26, part. 1-2, pp. 1-26.*

HAQ B.U., HARDENBOL J., VAIL P.R. (1987a) - Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. - *Science (Washington); vol. 235, pp. 1156-1167.*

HAQ B.U., HARDENBOL J., VAIL P.R. (1987b) - The new chronostratigraphic basis of Cenozoic and Mesozoic Sea Level Cycles. - *Cushman Foundation for Foraminiferal Research; Special Publication; n° 24, pp. 7-13.*

HARDENBOL J., VAIL P.R., FERRER J. (1981) - Interpreting paleoenvironments, subsidence history and sea-level changes of passive margins from seismic and biostratigraphy. - *Oceanologica Acta; n° spécial, pp. 33-44.*

HARDING I.C. (1986a) - An Early Cretaceous dinocyst assemblage from the Wealden of Southern England. - *Special Papers in Palaeontology (London); n° 35, pp. 95-109.*

HARDING I.C. (1986b) - Archeopyle variability in Early Cretaceous dinocysts of the partiform gonyaulacoid genus *Druggidium* Habib. - *J. micropalaeontol.; vol. 5, n° 2, pp. 17-26.*

HARLAND R. (1973) - Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Bearpaw Formation (Upper Campanian) of southern Alberta, Canada. - *Palaeontology (London); vol. 16, pp. 665-706.*

HARLAND R. (1983) - Distribution map of recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas. - *Palaeontology (London); vol. 26, part. 2, pp. 321-387.*

HARRIS W.K. (1977) - Palynology of cores from Deep Sea Drilling Sites 327, 328 and 330, South Atlantic Ocean. - *Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. (Washington); vol. XXXVI, pp. 761-815.*

HASKELL T.R. (1969) - Dinoflagelate species *Dingodinium cerviculum, Odontochitina operculata* and *Muderongia tetracantha* in Lower Cretaceous strata of the Great Artesian Basin, Australia. - *Roy. Soc. Quennsland; Proc., vol. 81, pp. 57-67.*

HAUG E. (1908) - Traité de géologie. II : Les périodes géologiques. - *A. COLIN édit. (Paris); pp. 539-2024.*

HE CHENG-QUAN, LI PENG (1981) - Late Late Oligocene dinoflagellates and acritarchs from North Continental shelf of South China Sea. - In *«Tertiary Palaeontology of North Continental Shelf of South China Sea»; pp. 60-72.*

HEDBERG H.D. (1976) - Guide stratigraphique international; classification, terminologie et règles de procédures. - *DOIN édit. (Paris); 233 p.*

HEDLUND R.W., BEJU D. (1976) - Stratigraphic palynology of selected Mesozoic samples, DSDP Hole 327A and Site 330. - *Init. Report of the Deep Sea Drilling Project (Washington); vol. XXXVI, pp. 817-827.*

HEILMANN-CLAUSEN C. (1985) - Dinoflagellate stratigraphy of the uppermost Danian to Ypresian in the Viborg 1 borehole, central Jylland, Denmark. - *Danmarks Geologske Undersøgelse; sér. A, n° 7, pp. 1-69.*

HEISECKE A.M. (1970) - Microplancton de la formaciòn de la provincia de Neuquen. - *Ameghiniana (Argentina); t. VII, n° 3, pp. 225-263.*

HELBY R. (1987) - *Muderongia* and related dinoflagellates of the latest Jurassic to Early Cretaceous of Australia. - *Mém. Ass. Australas. Palaeontols, P.A. JELL édit. (Sydney); n° 4, pp. 297-336.*

HELBY R., MORGAN R., PARTRIDGE A.D. (1987) - A palynological zonation of the Australian Mesozoic. - *Mém. Ass. Australas. Palaeontols, P.A. JELL édit. (Sydney); n° 4, pp. 1-94.*

HELENES J. (1983) - Evaluation of Jurassic-Cretaceous dinoflagellates in the *Ascodinium-Ovoidinium* complex. - *Micropaleontology (New-York); vol. 29, n° 3, pp. 255-266.*

HELENES J. (1984) - Morphological analysis of Mesozoic-Cenozoic *Cribroperidinium* (Dinophyceae), and taxonomic implications. - *Palynology (Dallas); vol. 8, pp. 107-137.*

HERBIN J.-P., MASURE E., ROUCACHÉ J. (1987) - Cretaceous formations from the lower continental rise off Cape Hatteras: organic geochemistry, dinoflagellate cysts, and the Cenomamian / Turonian boundary event at sites 603 (leg 93) and 105 (leg 11). - *Init. Reports of the D.S.D.P. (Washington); vol. XCII, pp. 1139-1162.*

HERBIN J.-P., MONTADERT L., MULLER C., GOMEZ R., THUROW J., WIEDMANN J. (1986) - Organic-rich sedimentation at the Cenomanian-Turonian boundary in oceanic and coastal basins in the North Atlantic and Tethys. - *Geol. Soc. London; spec. publ., n° 21, pp. 389-421.*

HUGHES N.F., HARDING I.C. (1985) - Wealden occurence of an isolated Barremian dinocyst facies. - *Palaeontology (London); vol. 28, part. 3, pp. 555-565.*

HULTBERG S.U. (1985a) - Dinoflagellate studies of the Upper Maastrichtian and Danian in southern Scandinavia. - *Department of Geology, Univ. of. Stockolm; 189 p.*

IMBRIE J., KIPP N.G. (1971) - A new micropaleontological method for quantitative paleoclimatology: application to a late Pleistocene Caribbean core. ; in *«The Late Cenozoic glacial age.» TUREKIAN édit., New Haven, Yale Univ. Press; pp. 71-181.*

IOANNIDES N.S., STAVRINOS G.N., DOWNIE C. (1977) - Kimmeridgian microplankton from Clavell's Hard, Dorset, England. - *Micropaleontology (New-York); vol. 22, n° 4, pp. 443-478.*

ISLAM M.A. (1983a) - Dinoflagellate cysts from the Eocene cliff sections of the isle of Sheppey, Southeast England. - *Revue de Micropaléontologie (Paris); vol. 25, n° 4, pp. 231-250.*

JAIN K.P. (1977a) - Morphologic re-interpretation of some *Dinogymnium* species with remarks on palaeogeographic and stratigraphic distribution of the genus. - *The Paleobotanist (India); vol. 24, pp. 132-139.*

JAIN K.P. (1977b) - Additional dinoflagellates and acritarchs from Grey Shale member of Dalmiapuram formation, South India. - *The Paleobotanist (India); vol. 24, n° 3, pp. 170-194.*

JAIN K.P. (1978) - An upper Cretaceous dinoflagellate assemblage from Vriddhachalam area, Cauvery basin, South India. - *The Paleobotanist (India); vol. 25, pp. 146-160.*

JAIN K.P., KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN (1984) - Reappraisal of the genus *Muderongia* Cookson &Eisenack, 1958. - *Journal of the Palaeontological Society of India; vol. 29, pp. 34-42.*

JAIN K.P., MILLEPIED P. (1973) - Cretaceous Microplankton from Senegal Basin, N.W. Africa. 1. Some new genera, species and combinations of dinoflagellates. - *The Paleobotanist (Ranchi, India)(1971); vol. 20, n° 1, pp. 22-32.*

JAIN K.P., MILLEPIED P. (1975) - Cretaceous microplankton from Senegal Basin, W. Africa, Pt. II, Systematics and biostratigraphy. - *Geophytology; vol. 5, n° 2, pp. 126-171.*

JAIN K.P., SAH S.C.D., SINGH R.Y. (1975) - Fossil dinoflagellates across Maestrichtian-Danian boundary in Lower Assam, India. - *The Paleobotanist (Lucknow, India); vol. 22, n° 1, pp. 1-18.*

JAIN K.P., TAUGOURDEAU-LANTZ J. (1973) - Palynology of Dalmiapuram grey shale; Dalmiapuram Formation, District Trichinopoly, south India - 1. Taxonomy. - *Geophytology; vol. 3, pp. 52-68.*

JAN DU CHENE R.E., ADEDIRAN S.A. (1984) - Late Paleocene to early Eocene dinoflagellates from Nigeria. - *Cahiers de Micropaléontologie (Paris); n° 3, 38 p.*

JAN DU CHENE R.E., BECHELER I., HELENES J., MASURE E. (1986) - Les genres *Diacanthum, Exiguisphaera, Occisucysta* et *Tehamadinium* gen. nov. (kystes fossiles de Dinoflagellés). - *Cahiers de Micropaléontologie, C.N.R.S. (Paris); série 1, n° 3-4, pp. 5-37.* (dans le texte sous JAN DU CHENE *et al.*, 1986b ou JAN DU CHENE, BECHELER *et al.*, 1986).

JAN DU CHENE R.E., FAUCONNIER D.C., FENTON J.-P.G. (1985) - Problèmes taxonomiques liés à la révision de l'espèce *"Gonyaulax" cornigera* Valensi 1953, kyste fossile de dinoflagellé. - *Revue de Micropaléontologie (Paris); vol. 28, n° 2, pp. 109-124.*

JAN DU CHENE R.E., MASURE E., BECHELER I., BIFFI U., DE VAINS G., FAUCONNIER D., FERRARIO R., FOUCHER J.-C., GAILLARD M., HOCHULI P., LACHKAR G., MICHOUX D., MONTEIL E., MORON J.-M., RAUSCHER R., RAYNAUD J.-F., TAUGOURDEAU J., TURON J.-L. (1986) - Guide pratique pour la détermination des kystes de dinoflagellés fossiles: le complexe *Gonyaulacysta*. - *Bull. Centre Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine (Pau); mém. 12, 479 p.* (dans le texte sous JAN DU CHENE *et al.*, 1986a ou JAN DU CHENE, MASURE *et al.*, 1986).

JANSONIUS J. (1982) - Muderongia. - *Canadian Association of Palynologists, Newsletter; Winter 1982, pp. 16-17.*

JANSONIUS J. (1986) - Reexamination of Mesozoic Canadian dinoflagelate cysts published by S. A. J. Pocock (1962, 1972). - *Palynology (Dallas); vol. 10, pp. 201-223.*

JARDINÉ S., RAYNAUD J.-F., RENÉVILLE P. DE (1984) - Dinoflagellés, spores et pollens ; *in* S. DEBRAND-PASSARD, S. COURBALEIX, M.-J. LIENHARDT «Synthèse Géologique du Sud-Est de la France». - *Mèm. B.R.G.M. (Orléans); n° 125, pp. 300-303.*

JIABO (1978) - On the Paleogene dinoflagellates and acritarchs from the coastal region of Bohai. - *Nanking Inst. Geol. Palaeont., Academia Sinica; pp. 1-190.*

JOHNSON C.D., HILLS L.V. (1973) - Microplankton zones of the Savik Formation (Jurassic), Axel Heiberg and Ellesmere Islands, District of Franklin. - *Bull. canad. Petroleum Geol.; n° 21, pp. 178-218.*

JOSEPH P., BEAUDOIN B., FRIES G., PARIZE O. (1989) - Les vallées sous-marines enregistrent au Crétacé inférieur le fonctionnement en blocs basculés du domaine vocontien. - *C. R. Acad. Sci. (Paris); t. 309, série II, pp. 1031-1038.*

KEMP E.M. (1976) - Palynological observations in the Officer Basin, Western Australia. - *Australian BMR Bull.; vol. 160, pp. 23-39.*

KEMPER E., RAWSON P.F., THIEULOY J.-P. (1981) - Ammonites of Tethyan ancestry in the Early Lower Cretaceous of North-West Europe. - *Palaeontology (London); vol. 24, part 2, pp. 251-311.*

KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN, JAIN K.P., MANUM S.B. (1985) - Dinocyst genus *Discorsia* : a reinterpretation. - *Palynology (Dallas); vol. 9, pp. 95-103.*

KILIAN W. (1889) - Nouvelles contributions à l'étude des Basses-Alpes. - *C.-R. Acad. Sci, (Paris); séance 21 octobre.*

KILLIAN W. (1985a) - Notice stratigraphique sur les environs de Sisteron et contributions à la connaissance des terrains secondaires du Sud-Est de la France. - *Bull. Soc. géol. France (Paris); t. XXIII, 3e série, pp. 659-803.*

KILLIAN W. (1985b) - Sur divers gisements fossilifères de la région de Castellane (Basses-Alpes). - *Bull. Soc. géol. France (Paris); t. XXIII, 3e série, pp. 885-900.*

KILLIAN W., ZÜRCHER P., GUEBHARD A. (1895) - Notice sur la région d'Escragnolles (Alpes-Maritimes). - *Bull. Soc. géol. France (Paris); t. XXIII, 3e série, pp. 952-969.*

KJELLSTRÖM G. (1973) - Maastrichtian microplankton from the Höllviken Borehole n°1 in Scania, southern Sweden. - *Sveriges geol. Unders.; n° 67, pp. 1-59.*

KLEMENT K.W. (1960) - Dinoflagellaten und Hystrichosphaerideen aus dem unteren und mittleren Malm Südwestdeutschlands. - *Palaeontographica, Abt. A (Stuttgart); vol. 114, pp. 1-104.*

KUHNT W., THUROW J., WIEDMANN J., HERBIN J.-P. (1986) - Oceanic anoxic conditions around the Cenomanian/Turonian boundary and the response of the biota. - *Mitt. Geol.-Palaont. Inst. Univ. Hambourg, SCOPE/UNEP Sonderband; vol. 60, pp. 205-246.*

KUMAR A. (1986) - A dinocyst assemblage from the Middle member (Lower Kimmeridgian - Tithonian) of the Jhuran Formation, Kachchh, India. - *Rev. Palaeobot. Palynol. (Amsterdam); n° 48, vol. 4, pp. 377-407.*

LANTZ J. (1958) - Etude palynologique de quelques échantillons Mésozoïques du Dorset (Grande Bretagne). - *Institut français du Pétrole, Revue et Annales des combustibles liquides; vol. 13, part. 6, pp. 917-943.*

LEJEUNE M. (1937) - A propos des Péridiniens fossiles des silex. - *Ann. Soc. géol. Belg. (Liège); vol. 60, pp. 296-298.*

LEJEUNE-CARPENTIER M. (1939) - L'étude microscopique des silex. Un nouveau Péridinien crétacique: *Gonyaulax wetzeli* (Septième note). - *Ann. Soc. géol. Belg. (Liège); vol. 62, pp. B525-B529.*

LEJEUNE-CARPENTIER M. (1940) - L'étude microscopique des silex. Systèmatique et morphologie des "Tubifères" (Huitième note). - *Ann. Soc. géol. Belg. (Liège); vol. 63, pp. B216-B236.*

LEJEUNE-CARPENTIER M. (1941) - L'étude microscopique des silex. Sur *Hystrichosphaeridium hirsutum* (EHRENBERG) et quelques formes voisines (Neuvième note). - *Ann. Soc. géol. Belg. (Liège); vol. 63, pp. B71-B92.*

LEJEUNE-CARPENTIER M. (1946) - L'étude microscopique des silex. Espèces nouvelles ou douteuses de *Gonyaulax*. (Douzième note). - *Ann. Soc. géol. Belg. (Liège); vol. 69, pp. B187-B197.*

LEJEUNE-CARPENTIER M. (1951) - L'étude microscopique des silex. *Gymnodinium* et *Phanerodinium* (Dinoflagellates) de Belgique. (Treizième note). - *Ann. Soc. géol. Belg. (Liège); vol. 74, pp. B307-B315.*

LEJEUNE-CARPENTIER M., SARJEANT W.A.S. (1981) - Restudy of some larger dinoflagellate cysts and an acritarch from the Upper Cretaceous of Belgium and Germany. - *Ann. Soc. géol. Belg. (Liège); vol. 104, pp. 1-39.*

LEJEUNE-CARPENTIER M., SARJEANT W.A.S. (1983) - Restudy of some smaller dinoflagellate cysts from the Upper Cretaceous of Belgium. - *Ann. Soc. géol. Belg. (Liège); vol. 106, pp. 1-17.*

LENTIN J.K., WILLIAMS G.L. (1973) - Fossil dinoflagellates : index to genera and species. - *Geological Survey of Canada (Ottawa); n° 73-42, pp. 1-176.*

LENTIN J.K., WILLIAMS G.L. (1975) - Fossil dinoflagellates: index to genera and species. Supplement 1. - *J. canad. Botany; n° 53, pp. 2147-2157.*

LENTIN J.K., WILLIAMS G.L. (1976) - A monograph of fossil peridinioid dinoflagellate cysts. - *Bedford Institute of Oceanography (Dartmouth, Canada); report series BI-R-75-16, 237 p.*

LENTIN J.K., WILLIAMS G.L. (1977b) - Fossil dinoflagellates: index to genera and species, 1977 edition. - *Rep. Inst. oceanogr. (Bedford); report series BI-R-77-8, pp. i-v, 1-209.*

LENTIN J.K., WILLIAMS G.L. (1981) - Fossil dinoflagellates: index to genera and species. 1981 edition. - *Rep. Inst. oceanogr. (Bedford); report series BI-R-81-12, pp. 1-345.*

LENTIN J.K., WILLIAMS G.L. (1985) - Fossil dinoflagellates: index to genera and species, 1985 edition. - *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Oc. Sc.; n° 60, 451 p.*

LENTIN J.K., WILLIAMS G.L. (1989) - Fossil dinoflagellates: index to genera and species, 1989 edition. - *A.A.S.P. Contributions series; n° 20, 473 p.*

LINDEMANN E. (1928) - Peridineae (Dinoflagellatae). - in *A. Engler & K. Prantl, «Die natürlichen Pflanzenfamilien», Wilhelm Engelmann, (Leipzig); pp. 1-104.*

LISTER J.K., BATTEN D.J. (1988) - Stratigraphic and palaeoenvironmental distribution of Early Cretaceous dinoflagellate cysts in the Hurlands farm borehole, West Sussex, England. - *Palaeontographica Abt. B (Stuttgart); vol. 210, n° 1-3, pp. 9-89.*

LOEBLICH A.R. Jr., LOEBLICH A.R. III (1966) - Index to the genera, subgenera, and sections of the Pyrrhophyta. - *Stud. trop. Oceanogr.; vol. 3, pp. i-x, 1-94.*

LOEBLICH A.R. Jr., LOEBLICH A.R. III (1968) - Index to the genera, subgenera, and sections of the Pyrrhophyta, II. - *Journal of Paleontology; vol. 42, pp. 210-213.*

LOHMANN H. (1904) - Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton und über die Brauch-bachkeit der verschiedenen Fangmethoden. - *Wiss. Meeresunters. Komm. Kiel Helgoland, NF, Abth. (Kiel); n° 7, pp. 1-87.*

LOUTIT T.S., HARDENBOL J., VAIL P.R., BAUM G.R. (1988) - Condensed sections: the key to age determination and correlation of continental margin sequences ; *in* «Sea-Level Changes - An Integrated Approach». - *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication (Tulsa); n° 42, pp. 183-213, 32 fig.*

LUCAS-CLARK J. (1987) - *Wigginsiella* n. gen., *Spongodinium*, and *Apteodinium* as members of the *Aptiana-Ventriosum* complex (fossil Dinophyceae). - *Palynology (Dallas); vol. 11, pp. 155-184.*

MAGNIEZ-JANIN F., JACQUIN T. (1990) - Validité du découpage séquentiel *sensu* Vail en domaine de bassin : arguments fournis par les foraminifères dans le Crétacé inférieur du Sud-Est de la France. - *C. R. Acad. Sci (Paris); t. 310, série II, pp. 263-269.*

MAIER (1959)MAIER, D. (1959) - Planktonuntersuchungen in tertiären und quartären marinen Sedimenten. Ein Beitrag zur Systematik; Stratigraphie und Ökologie der Coccolitophorideen, Dinoflagellaten und Hystrichosphaerideen vom Oligozän bis zum Pleistozän. - *N. Jb. Geol. Paläont., Abh. (Stuttgart); vol. 107, pp. 278-340.*

MANTELL G.A. (1850) - A pictorial atlas of fossil remains consisting of coloured illustrations selected from Parkinson's "Organic remains of a former world", and Artis's "Antediluvian phytology". - *Henry G. BOHN édit. (London); n° 22, pp. 1-207.*

MANTELL G.A. (1854) - The medals of Creation; or, first lessons in Geology and the study of organic remains. Second edition. - *Henry G. BOHN édit. (London); 2 vol., pp. 1-930.*

MANUM S., COOKSON I.C. (1964) - Cretaceous microplankton in a sample from Graham Island, Arctic Canada, collected during the second "Fram"-Expedition (1898-1902). With notes on microplankton from the Hassel formation, Ellef Ringnes Island. - *Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo; I. Mat.-Naturv. Klasse, Ny Serie. n° 17, pp. 1-35.*

MAO SHAOZHI, NORRIS G. (1988) - Late Cretaceous-Early Tertiary dinoflagellates and acritarchs from the Kashi area, Tarim Basin, Xinjiang Province, China. - *Royal Ontario Museum, Life Sciences Contributions; n° 150, pp. 1-93.*

MARSHALL N.G. (1988) - A Santonian dinoflagellate assemblage from the Gippsland Basin, southeastern Australia. - *Mem. Ass. Australas. Palaeontols; n° 5, pp. 195-215.*

MASURE E. (1986) - *Corradinisphaeridium,* nouveau genre de dinoflagellés du Sénonien d'Italie et de France. - *Revue de Micropaléontologie (Paris); vol. 29, n° 2, pp. 109-119.*

MASURE E. (1987) *in* RASPLUS L., FOURCADE E., AMBROISE D., ANDEOL B., AZÉMA J., BLANC P., BUSNARDO R., CLERC-RENAUD T., DAMOTTE R., DERCOURT J., FOUCAULT A., GALBRUN B., GRANIER B., LACHKAR G., LE HÉGARAT G., MAGNÉ J., MANIVIT H., MANGIN A.-M., MASURE E., MAZAUD A., MICHAUD F., MORAND F., RENARD M., SCHUBER N., TAUGOURDEAU J. (1987) - Stratigraphie intégrée du sillon citrabétique (Sierra de Fontcalent, Province d'Alicante, Espagne). - *Géobios (Lyon); n° 20, fasc. 3, pp. 337-387.*

MATSUOKA A.K., BUJAK J.P. (1988) - Cenozoic dinoflagellate cysts from the Navarin Basin, Norton Sound and St. George Basin, Bering Sea. - *Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Natural Science; vol. 29, n° 1, pp. 1-147.*

MAY F.E. (1980) - Dinoflagellate cysts of the Gymnodiniaceae, Peridiniaceae, and Gonyaulaceae from the upper Cretaceous Monmouth group, Atlantic Highlands, New Jersey. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 172, n° 1-4, pp. 10-116.*

MCINTYRE D.J., BRIDEAUX W.W. (1980) - Valanginian miospore and microplankton assemblages from the northern Richardson Mountains, District of Mackenzie, Canada. - *Bull. geol. Surv. Canada; vol. 320, pp. 1-57.*

MEHROTRA N.C., SARJEANT W.A.S. (1984) - *Dingodinium*, a dinoflagellate cyst genus exhibiting variation in archéopyle character. - *Micropaleontology (New-York); vol. 30, n° 3, pp. 292-305.*

MEHROTRA N.C., SARJEANT W.A.S. (1986) - Early to Middle Cretaceous dinoflagellate cysts from the Periyavadavadi shallow well-1, Cauvery basin, India. - *Géobios (Lyon); n° 19, fasc. 6, pp. 705-753.*

MEHROTRA N.C., SINHA A.K. (1981) - Further studies on microplanktons from the Sangchamalla Formation (Upper Flysch) of Malla Johar area in the Tethyan zone of Higher Kumaon Himalaya. - in *A.K. SINHA édit. «Contemporary Geoscientific Researches in Himalaya» (Dehra Dun, India); pp. 151-160.*

MERRILL J.A. (1895) - Fossil sponges of the flint nodules in the Lower Cretaceous of Texas. - *Bull. Museum of Comparative Zoölogy, Harvard College; Geol. serie III, vol. 28, n° 1, pp. 1-26.*

MÉDIONI R., ARNAUD H. (1984) - Commentaire des planches ; *in* P. COTILLON (Coord.), Chapitre «Crétacé inférieur». - *Mém. BRGM (Orléans); n° 125, pp. 325-327.*

MILLIOUD M.E. (1967) - Palynological study of the type localities at Valangin and Hauterive. - *Review of Palaeobotany and Palynology (Amsterdam); vol. 5, pp. 155-167.*

MILLIOUD M.E. (1969) - Dinoflagellates and acritarchs from some western European Lower Cretaceous type localities. - *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils, Genève (1967), BRONNIMAN & RENZ édit. (Leiden); vol. II, pp. 420-434.*

MONTEIL E. (1985) - Les dinokystes du Valanginien du bassin du Sud-Est (Ardèche, France). - *Thèse de doctorat de 3 ème cycle, Univ. de Paris VI; n° 85-46, 311 p.*

MONTEIL E., CORNU P. (1988) - Systématique et apport stratigraphique d'études phylogéniques chez les cératioïdes. Le rapport *Muderongia/Phoberocysta* : apport paléogéographique. - *Travaux et documents de géographie tropicale, Résumé des communications du X^e Symposium APLF (Talence, 1987); n° 59, p. 90.*

MORGAN R. (1975) - Some Early Cretaceous organic-walled microplankton from the Great Australian Basin, Australia. - *J. Proc. roy. Soc., New South Wales; n° 108, pp. 157-167.*

MORGAN R. (1980) - Palynostratigraphy of the Australian Early and Middle Cretaceous. - *Memoirs of the Geological Survey of New South Wales, Palaeontology; n° 18, pp. 1-153.*

MORGENROTH P. (1968) - Zur Kenntnis der Dinoflagellaten und Hystrichosphaeridien des Danian. - *Geol. Jb.; vol. 86, pp. 533-578.*

MORGENROTH P. (1970) - Dinoflagellate cysts from the Lias Delta of Lühnde/Germany. - *N. Jb. Geol. Paläont., Abh. (Stuttgart); vol. 136, pp. 345-359.*

MORZADEC-KERFOURN M.-T. (1984) - Les kystes de dinoflagellés dans les sédiments pléistocènes supérieurs et holocènes au large du delta du Rhône et de la Corse. - *"ECOMED", Ass. Française des Techniciens du Pétrole, Paris; pp. 170-183.*

MOULLADE M. (1966) - Etude stratigraphique et micropaleontologique du Crétacé inférieur de la "Fosse Vocontienne". - *Doc. Labo. géol. Fac. Sci. Lyon; n° 15, 369 p.*

MOULLADE M., THIEULOY J.-P. (1967) - Les zones d'Ammonites du Valanginien supérieur et de l'Hauterivien vocontiens. - *C. R. som. Soc. géol. Fr. (Paris); fasc. 6, pp. 228-229.*

MUIR M.D., SARJEANT W.A.S. (1978) - The palynology of the Langdale Beds (Middle Jurassic) of Yorkshire and its stratigraphical implications. - *Rev. Palaeobot. Palynol. (Amsterdam); n°25, pp. 193-239.*

MÜTTERLOSE J., HARDING I. (1987) - Phytoplankton from the Anoxic Sediments of the Barremian (Lower Cretaceous) of North-West-Germany. - *Abh. Geol. B.-A. (Wien); vol. 39, pp. 177-215.*

NEALE J.W., SARJEANT W.A.S. (1962) - Microplankton from the Speeton Clay of Yorkshire. - *Geological Magazine; vol. XCIX, n° 5, pp. 439-458.*

NEWTON E.T. (1875) - On "Tasmanite" and Australian "White coal" - *Geol. Mag.; vol. 2, pp. 337-342.*

NORRIS G. (1965) - Archeopyle structures in Upper Jurassic dinoflagellates from southern England. - *New Zealand Journal of Geology and Geophysics; vol. 8, pp. 792-806.*

NORRIS G. (1978b) - Phylogeny and a revised supra-generic classification for Triassic-Quaternary organic-walled dinoflagellate cysts (Pyrrhophyta). Part II. Families and sub-orders of fossil dinoflagellates. - *N. Jb. Geol. Paläont., Abh. (Stuttgart); vol. 156, pp. 1-30.*

NORRIS G., SARJEANT W.A.S. (1965) - A descriptive index of genera of fossil Dinophyceae and Acritarcha. - *Bull. geol. Surv. New Zealand; vol. 40, pp. 1-72.*

NORVICK M.S. (1973) - The microplankton genus *Disphaeria* Cookson and Eisenack emend. - *Bull. of Australian Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics (Camberra); vol. 140, pp. 45-46.*

NORVICK M.S. (1976) - Mid-Cretaceous microplankton from Bathurst Island. - *in* NORVICK M.S., BURGER D. «Palynology of the Cenomanian of Bathurst Island.Northern Territory, Australia.» - *Bull. Bur. miner. Resour. Geol. Geophys. (Camberra); vol. 151, pp. 21-113.*

NORVICK M.S., BURGER D. (1975) - Palynology of the Cenomanian of Bathurst Island, Northern Territory, Australia. - *Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics (Camberra); n° 151, 152 p.*

NORVICK M.S., BURGER D. (1976) - Palynology of the Cenomanian of Bathurst Island, Northern Territory, Australia. - *Bull. Bur. miner. Resour. Geol. Geophys. (Camberra); vol. 151, pp. 1-169.*

NØHR-HANSEN H. (1986) - Dinocyst stratigraphy of the Lower Kimmeridge Clay, Westbury, England. - *Bull. geol. Soc. Denmark (Copenhagen); vol. 35, pp. 31-51.*

OSTENFELD C.H. (1903) - Phytoplankton from the sea around the faeröes. - *Det Nordiske Forlag, Copenhague; pp. 558-611.*

PADILHA de QUADROS L., GONÇALVES de MELO J.H. (1987) - Método práctico de preparação palinológica em sedimentos do pré-mesozóico. - *Boletino Geociências Petrobrás (Rio de Janeiro); vol. 1, n° 2, pp. 205-214.*

PAQUIER V. (1900) - Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. - *Thèse Doct. Fac. Sci. Paris (Grenoble); n° 1035, 402 p.*

PASHER A. (1914) - Uber Flagellaten und Algen. - *Ber. Deutsche Bot. Ges.; vol. 32, n° 2, pp. 136-160.*

PASTIELS A. (1948) - Contribution à l'étude des microfossiles de l'Eocène belge. - *Mém. Musée Royal Hist. Nat. de Belgique (Bruxelles); n° 109, pp. 3-77.*

PEYPOUQUET J.-P., CARBONEL P., DUCASSE O., FARMER M., LÉTÉ C. (1988) - Environmental cued and palynmorphism of ostracoda. A theoritical and practical approach. ; *in* "Evolutionary biology of ostracods, its fundamental and application", HANAI *et al.* édit. - *KODANSHA & ELSEVIER publ. (Tokyo); pp. 1003-1019.*

PHILIPPOT A. (1949) - Contributions à la paléontologie des silex crétacés. Trois nouveaux microfossiles. - *Bull Soc. Sci., Bretagne; vol. 24, pp. 55-58.*

PIASECKI S. (1984) - Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Lower Cretaceous Jydegård Formation, Bornholm, Denmark. - *Bull. Geol. Soc. of Denmark (Copenhagen); vol. 32, pp. 145-161, 7 texte-fig., 4 pl.*

PITMAN W.C. III (1978) - Relationship between eustacy and stratigraphic sequences of passive margins. - *Geol. Soc. Am. Bull.; n° 89, p. 1389-1403.*

POCOCK S.A.J. (1962) - Microfloral analysis and age determination of strata at the Jurassic-Cretaceous boundary in the western Canada plains. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 111, pp. 1-95.*

POCOCK S.A.J. (1972) - Palynology of the Jurassic sediments of western Canada. Part 2. Marine species. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 137, pp. 85-153.*

POCOCK S.A.J., SARJEANT W.A.S. (1972) - Partitomorphitae, a new subgroup of Triassic and Jurassic acritarchs. - *Bull. Geol. Soc. of Denmark (Copenhagen); vol. 21, pp. 346-357.*

POPOFSKY A. (1931) - Kleinkunstformen des Meeres. - *"Das Tier", die reichbedilderte Monatsschrift aller Tierfreunde; vol. 3, n° 5, pp. 90-91.*

PORTHAULT B. (1974) - Le Crétacé supérieur de la "fosse vocontienne) et des régions limitrophes (France Sud-Est). - *Thèse d'état Univ. Lyon; n° 74-257, 342 p.*

POUMOT C. (1989) - Observation de phénomènes eustatiques par une approche botanique de la paléopalynologie quantitative. Applications à l'exploration pétrolière du Néogène tropical. - *Strata (Toulouse); série 1, vol. 5, pp. 149-150.*

POURTOY D. (1988) - Le genre *Aprobolocysta* DUXBURY, 1977, *emend.* : révision et comparaison avec le genre *Batioladinium* BRIDEAUX, 1975, *emend.* - *Bull. Centre Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine (Pau); vol. 12, n° 1, pp. 383-403.*

POURTOY D. (1989) - Les kystes de dinoflagellés du Crétacé inférieur de la Veveyse de Châtel-St-Denis (Suisse) : Biostratigraphie et stratigraphie séquentielle. - *Thèse Doctorat 3éme cycle, Univ. Bordeaux I; n° 2245, t. I+II, 168+214 p.*

PÖTHE DE BALDIS E.D., RAMOS U. (1983) - Dinoflagelados del Aptiano inferior de Rio Fosiles, Lago San Martin, Provincia de Santa Cruz, Argentina. - *Rev. Españ. Micropal. (Madrid); vol. 15, n° 3, pp. 427-446.*

PUJOL C. (1969) - Etude palynologique des termes de passage du Jurassique au Crétacé en Aquitaine. - *Thèse 3éme cycle, Univ. Bordeaux; n° 663, pp. 1-213.*

RAWSON P. (1983) - . - *Zitteliana (München); vol. 10, pp. 493-500.*

RAYNAUD J.-F. (1978) - Principaux dinoflagellés caractèristiques du Jurassique supérieur d'Europe du Nord. - *Palinologia; nùm. extr., 1, pp. 387-405.*

RAYNAUD J.-F., ROBERT P. (1976) - Les méthodes d'étude optique de la matière organique. - *Bull. Centre Rech. Pau-SNPA (Pau); vol.10, n°1, pp. 109-127.*

READE J.B. (1839) - On some new organic remains in the Flint of Chlak. - *Ann. Nat. Hist., vol. 2, pp. 191-198.*

REGALI M.S.P., UESUGUI N., SANTOS Y.S. (1974) - Palinilogia dos sedimentos meso-cenozoicos do Brasil (II). - *Bol. Técnico Petrobras (Rio de Janeiro); vol. 17, pp. 263-300.*

REID P.C. (1974) - Gonyaulacacean dinoflagellate cysts from the British Isles. - *Nova Hedwigia (Lehre, R.F.A.); vol. XXV, pp. 579-637.*

REID P.C. (1977) - A regional subdivision of dinoflagellate cysts around the British isles. - *New Phytol. ; n° 75, pp. 589-603.*

REID P.C., HARLAND R. (1977) - Studies of Quaternary dinoflagellate cysts from the North Atlantic. - *A.A.S.P. Contribution Series; n° 5A, pp. 147-169.*

REMANE J., BUSNARDO R., CHAROLLAIS J., CLAVEL B., THIEULOY J.-P. (1989) - Description de profils dans l'Hauterivien de la région neuchâteloise, du Mont-de-Chambon et des environs de Sainte-Croix (cantons de Neuchâtel et de Vaud, Suisse). - *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles (Neuchâtel); t. XI, pp. 19-48.*

RENARD M. (1984) - - *Thèse doct. d'Etat, Mém. Sc. Terre, Univ. P. et M. Curie (Paris); n° 84-16, 2 vol., 650 p.*

RENEVIER E. (1874) - Tableau des terrains sédimentaires formés pendant les époques de la phase organique du globe terrestre avec leurs représentants en Suisse et dans les régions classiques, leurs synonymes et les principaux fossiles de chaque étage. - *Bull. Soc. vaud. Sci. nat. (Lausanne); t. 13, pp. 218-252.*

RENÉVILLE P. DE, RAYNAUD J.-F. (1981) - Palynologie du stratotype du Barrémien. - *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, Pau; 5, 1, 29 p.*

RILEY L.A., FENTON J.P.G. (1984) - Palynostratigraphy of the Berriasian to Cenomanian sequence at Deep Sea Drilling Project Site 535, Leg 77, Southeastern Gulf of Mexico. - *Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. (Washington); vol. LXXVII, pp. 675-690.*

RIO M., FERRY S., COTILLON P. (1988) - La périodicité dans les séries pélagiques alternantes. Exemple du Crétacé inférieur de la région d'Angles Saint-André-les-Alpes (Sud-Est de la France) ; *in* S. FERRY, J.-L. RUBINO *et al.* édit. «Eustatisme et séquences de dépôt dans le Crétacé du Sud-Est de la France». - *GéoTrope (Lyon); vol. 1, pp. 13-17.*

RIO M., FERRY S., COTILLON P. (1989) - Périodicités dans les séries pélagiques alternantes et variations de l'orbite terrestre. Exemple du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France. - *C. R. Acad. Sci. (Paris); t. 309, série II, pp. 73-79.*

ROZEN B. (1965) - Contribution à l'étude des Hystrichosphères et Dinoflagellés du Bartonien belge. - *Soc. belge Géol., Paléont. Hydro. (Liège); vol. 73, pp. 287-318.*

RUBINO J.-L. (1988) - Organisation des séquences de dépôt de la plate-forme au bassin dans l'Aptien et l'Albien du bassin vocontien (S-E de la France). ; *in* S. FERRY, J.-L. RUBINO *et al.* édit. «Eustatisme et séquences de dépôt dans le Crétacé du Sud-Est de la France». - *GéoTrope (Lyon); vol. 1, pp. 53-73.*

SAH S.C.D., KAR R.K., SINGH R.Y. (1970) - Fossil microplankton from the Langpar formation of Therriaghat, South Shillong Plateau, Assam, India. - *The Palaeaobotanist (Lucknow, India); vol. 8, n° 2, pp. 143-150.*

SALUJHA S.K., KINDRA G.S. (1981) - Palynological fossils from the Langspar Formation exposed along South Shillong Front, Meghalaya, India. - *J. Geosci.; n° 2, pp. 43-62.*

SARG J.F. (1988) - Carbonate sequence stratigraphy ; *in* "Sea-level changes: an integrated approach", C.K. WILGUS, B.S. HASTING, C.G. KENDALL, H.W. POSAMENTIER, C.A. ROSS & J.C. WAGONER édit. - *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (Tulsa); Spec. Publ. n° 42, pp. 155-181.*

SARJEANT W.A.S. (1959) - Microplankton from the Cornbrash of Yorkshire. - *Geological Magazine; vol. 96, pp. 329-346.*

SARJEANT W.A.S. (1960a) - New Hystrichospheres from the Upper Jurassic of Dorset. - *Geological Magazine; vol. 97, pp. 137-144.*

SARJEANT W.A.S. (1961a) - Microplankton from the Kellaways Rock and Oxford Clay of Yorkshire. - *Palaeontology (London); vol. 4, pp. 90-118.*

SARJEANT W.A.S. (1962a) - Microplankton from the Ampthill Clay of Melton, south Yorkshire. - *Palaeontology (London); vol. 5, pp. 478-497.*

SARJEANT W.A.S. (1964b) - Taxonomic notes on Hystrichosperes and acritarchs. - *Journal of Paleontology (London); vol. 38, n° 1, pp. 172-177.*

SARJEANT W.A.S. (1966a) - The supposed "sponge spicules" of Merrill, 1895, from the Lower Cretaceous (Albian) of Texas. - *Breviora; vol. 242, pp. 1-15.*

SARJEANT W.A.S. (1966b) - Dinoflagellate cysts with Gonyaulax-type tabulation. - *in*: DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L. «Appendix to "Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts"». - *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (London); vol. 3, pp. 107-156.*

SARJEANT W.A.S. (1966c) - Further dinoflagellate cysts from the Speeton Clay. - *in*: DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L. «Appendix to "Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts"». - *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (London); vol. 3, pp. 199-214.*

SARJEANT W.A.S. (1967a) - The stratigraphical distribution of fossil dinoflagellates. - *Rev. Palaeobotan. Palynol. (Amsterdam); n° 1, pp. 323-343.*

SARJEANT W.A.S. (1967b) - The genus Palaeoperidinium DEFLANDRE (Dinophyceae). - *Grana (Stockolm); vol. 7, pp. 243-258.*

SARJEANT W.A.S. (1968) - Microplankton from the Upper Callovian and Lower Oxfordian of Normandy. - *Rev. Micropaléont. (Paris); vol. 10, n° 4, pp. 221-242.*

SARJEANT W.A.S. (1969) - Taxonomic changes. - *in*: DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L. «Appendix to "Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts"». - *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (London); vol. 3, pp. 7-15.*

SARJEANT W.A.S. (1970) - The genus *Spiniferites* Mantell, 1850 (Dinophyceae) - *Grana (Stockolm); vol. 10, pp. 74-78.*

SARJEANT W.A.S. (1972) - Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Upper Vardekloft Formation (Jurassic) of Jameson Land, east Greenland. - *Kommissionen for Videnskabelige Undersøgelser i Grønland; vol. 195, pp. 1-69.*

SARJEANT W.A.S. (1974) - Fossil and living dinoflagellates. - *Academic Press (London); 182 p.*

SARJEANT W.A.S. (1975a) - Jurassic dinoflagellate cysts with epitractal archeopyles. A reconsideration. - *Grana (Stockolm); vol. 14, pp. 49-56.*

SARJEANT W.A.S. (1976c) - English Jurassic dinoflagellate cysts and acritarchs: a reexamination of some type and figured specimens. - *Geoscience and Man (Baton-Rouge, Louisiana); vol. XV, pp. 1-24.*

SARJEANT W.A.S. (1980a) - Restudy of a 19th century dinoflagellate cyst holotype from the Polish Upper Jurassic. - *Acta Palaeontologica Polonica; vol. 25, n° 2, pp. 279-285.*

SARJEANT W.A.S. (1982b) - The dinoflagellate cysts of the *Gonyaulacysta* group : a morphological and taxonomic restudy. - *A.A.S.P. Contributions Series; n° 9, pp. 1-81.*

SARJEANT W.A.S. (1982c) - Dinoflagellate cyst terminology: a discussion and proposals. - *Canad. J. Bot.; n° 60, pp. 922-945.*

SARJEANT W.A.S. (1983) - A restudy of some Dinoflagellate cyst holotypes in the University of Kiel Collections. IV. The Oligocene and Miocene holotypes of Dorothea MAIER (1959). - *Meyniana (Kiel); vol. 35, pp. 85-137.*

SARJEANT W.A.S. (1984c) - Re-study of somme dinoflagellate cysts from the Oligocene and Miocene of Germany. - *J. micropalaeontol.; vol. 3, n° 2, pp. 73-94.*

SARJEANT W.A.S. (1985a) - The german Aptian dinoflagelate cysts of Eisenack (1958): a restudy. - *Review of Paleobotany and Palynology (Amsterdam); vol. 45, pp. 47-106.*

SARJEANT W.A.S. (1985b) - A restudy of some dinoflagellate cyst holotypes in the University of Kiel Collections: VI. Late Cretaceous dinoflagellate cysts and other palynomorphs in the O. Wetzel collection. - *Meyniana (Kiel); vol. 37, pp. 129-185.*

SARJEANT W.A.S., ANDERSON R.Y. (1969) - A re-examination of some dinoflagellate cysts from the uppermost Lewis Shale (Late Cretaceous) New Mexico (U.S.A.). - *Rev. Palaeobot. Palynol. (Amsterdam); vol. 9, pp. 229-237.*

SARJEANT W.A.S., DOWNIE C. (1966) - The classification of dinoflagellate cysts above generic level. - *Grana Palynol.; vol. 6, pp. 503-527.*

SARJEANT W.A.S., DOWNIE C. (1974) - The classification of dinoflagellate cysts above generic level; a discussion and revision. - *Birbal Sahni Inst. Palaeobotany; spec. publ., n° 3, pp. 19-32.*

SARJEANT W.A.S., STOVER L.E. (1978) - *Cyclonephelium* and *Tenua* : a problem in dinoflagellate cyst taxonomy. - *Grana (Stockolm); n° 17, pp. 47-54.*

SARKAR S., SINGH H.P. (1988) - Palynolgical investigation of the Subathu Formation (Eocene) in the Banethi-Bagthan area of Himachal Pradesh, India. - *Palaeontographica, Abt. B (Stuttgart); vol. 209, pp. 29-109.*

SAYN G., ROMAN F. (1904) - L'Hauterivien et le Barrêmien de la rive droite du Rhône et du Bas-Languedoc. - *Bull. Soc. géol. France (Paris); t. XVII, 3e série, pp. 607-640.*

SCHÜTT F. (1896) - Peridiniales. - in *A. Engler & K. Prantl, «Die naturlichen Pflanzen familien» (Leipzig); vol. I (1b), pp. 1-30.*

SHANNON C.F., WEAVER W. (1949) - The mathematical theory of communication. - *Urbana (Illinois); 322 p.*

SIGAL J. (1984) - La zone en biostratigraphie : quelques réflexions et conventions. - *Revue de Micropaléontologie (Paris); vol. 27, n° 1, pp. 61-79.*

SINGH C. (1964) - Microflora of the Lower Cretaceous Mannville Group, east-central Alberta. - *Bull. Resear. Council Alberta; vol. 15, pp. 1-239.*

SINGH C. (1971) - Lower cretaceous microfloras of the Peace River area, Northwestern Alberta. - *Research Council of Alberta (Edmonton, Canada); n° 28, vol. 2, pp. 301-542.*

SINGH C. (1983) - Cenomanian microfloras of the Peace River area, Northwestern Alberta. - *Research Council of Alberta (Edmonton, Canada); n° 44, pp. 1-322.*

SRIVASTAVA S.K. (1984) - Barremian dinoflagellate cysts from Southeastern France. - *Cahiers de Micropaléontologie (Paris); n° 2, pp. 1-90.*

STEIN F.R. von (1883) - Der Organismus der Infusionsthiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. Abteilung III, Hälfte II, Die Naturgeschichte der arthrodelen Flagellaten. - *Wilhelm ENGELMANN édit.(Leipzig); pp. 1-30.*

STEVENS J. (1987) - Some Early Cretaceous dinoflagellates from the *Cassiculosphaeridia delicata* Zone on the Exmouth Plateau, Western Australia. - *Mem. Ass. Australas. Palaeontols, P.A. JELL édit. (Sydney); n° 4, pp. 185-197.*

STOCKMARR J. (1971) - Tablets with spores used in absolute pollen analysis. - *Pollen et Spores; vol. XIII, n° 4, pp. 615-621.*

STOVER L.E. (1977) - Oligocene and Early Miocene dinoflagellates from Atlantic Corehole 5/5B, Blake Plateau. - *A.A.S.P. Contribution Series; n° 1, pp. 68-89.*

STOVER L.E., EVITT W.R. (1978) - Analyses of Pre-pleistocene organic-walled dinoflagellates. - *Stanford University Publication, Geological Sciences; vol. XV, pp. 1-300.*

STOVER L.E., HELBY R. (1987a) - Some Australian Mesozoic microplankton index species. - *Mem. Ass. Australas. Palaeontols, P.A. JELL édit. (Sydney); n° 4, pp. 101-134.*

STOVER L.E., HELBY R. (1987c) - Early Cretaceous dinoflagellates from the Vinck-1 well, offshore Western Australia. - *Mem. Ass. Australas. Palaeontols, P.A. JELL édit. (Sydney); n° 4, pp. 227-260.*

STOVER L.E., HELBY R. (1987d) - Some Early Cretaceous dinoflagellates from the Houtman-1 well, Western Australia. - *Mem. Ass. Australas. Palaeontols, P.A. JELL édit. (Sydney); n° 4, pp. 261-295.*

STOVER L.E., WILLIAMS G.L. (1987) - Analyses of Mesozoic and Cenozoic organic-walled dinoflagellates. - *A.A.S.P. Contributions Series; n° 18, pp. 1-243.*

TAPPAN H. (1980) - The paleobiology of plant protists. - *FREEMAN édit. (San Fransisco); pp. 1-1028.*

TASCH P. (1964) *in* TASCH P., MCCLURE K., OFTEDAHL O. - Biostratigraphy and taxonomy of a hystrichosphere-dinoflagellate assemblage from the Cretaceous of Kansas. - *Micropaleontology (New-York); vol. 10, pp. 189-206.*

THIEULOY J.-P. (1965) *in* DEBELMAS J., THIEULOY J.-P. - Les étages du Crétacé inférieur étudiés à partir des stratotypes. I. — D. : Etage Hauterivien. - *Mém. BRGM, Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, 1963); n° 34, pp. 85-96.*

THOMAS J. E., COX B.M. (1988) - The Oxfordian-Kimmeridgian stage boundary (Upper Jurassic): dinoflagellate cyst assemblages from the Harome Borehole, North Yokshire, England. - *Rev. Palaeobot. Palynol. (Amsterdam); n° 56, pp. 313-326.*

THUSU B. (1978) - Aptian to Toarcian cysts from arctic Norway. - in *«Distribution of Biostratigraphically diagnostic dinoflagellate cysts and miospores from the Northwest European continental shelf and adjacent areas.», B. THUSU édit., Continental Shelf Inst. Publ.; pp. 61-95.*

THUSU B., VAN DER EEM J.G.L.A. (1985) - Early Cretaceous (Neocomian-Cenomanian) palynomorphs. - *J. micropalaeontol.; vol. 4, n° 1, pp. 131-150.*

TURON J.-L. (1984) - Le palynoplancton dans l'environnement actuel de l'Atlantique Nord-Oriental. Evolution climatique et hydrologique depuis le dernier maximum glaciaire. - *Mém. Inst. Géol. du Bassin d'Aquitaine (Bordeaux); n° 17, 313 p.*

UWINS P.J.R., BATTEN D.J. (1988) - Early to mid-Cretaceous palynology of northeast Libya. - in *A. EL-ARNAUTI édit. «Subsurface Palynostratigraphy of Northeast Libya.»; pp. 215-257.*

VAIL P.R., AUDEMARD F., BOWMAN S.A., EISNER P.N., PEREZ-CRUZ G. (1990) - The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentation. - *(sous presse); 22 p.*

VAIL P.R., COLIN J.-P., JAN DU CHENE R., KUCHLY J., MEDIAVILLA F., TRIFILIEFF V. (1987) - La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du Bassin de Paris. - *Bull. Soc. géol. Fr. (Paris); (8), t. III, n° 7, pp. 1301-1321.*

VAIL P.R., HARDENBOL J. (1979) - Sea-level changes during the Tertiary. - *Oceanus; n° 22, pp. 71-79.*

VAIL P.R., HARDENBOL J., TODD R.G. (1984) - Jurassic inconformities, chronostratigraphy and sea level changes from seismic stratigraphy and biostratigraphy. - *Am. Assoc. Pet. Geol. Mem. (Tulsa); vol. 36, pp. 129-144.*

VAIL P.R., MITCHUM R.M., SHIPLEY T.H., BUFFLER R.T. (1980) - Unconformities of the North Atlantic. - *Phil. Trans. R. Soc. London; A 294, pp. 137-155.*

VAIL P.R., MITCHUM R.M., TODD R.G., WIDMERI J.W., THOMPSON S.III, SANGREE J.B., BUBB J.N., HATELID W.G. (1977) - Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 3 : Relative changes of sea level from coastal onlap. ; *in* «Seismic stratigraphy, application to hydrocarbon exploration». - *AAPG Mem. (Tulsa); vol. 26, pp. 49-212.*

VAIL P.R., TODD R.G. (1981) - Northern North Sea Jurassic unconformities, chronostratigraphy and sea-level changes from seismic stratigraphy. - *Proc. Petroleum Geology of the Continental Shelf of Northwest Europe Conf., L.V. ILLING & G.D. HOBSON édit. (London); pp. 216-235.*

VALENSI L. (1947) - Note préliminaire à une étude des microfossiles des silex jurassiques de la région de Poitier. - *C -R. Acad. Sci. (Paris); vol. 225, pp. 816-818.*

VALENSI L. (1953) - Microfossiles des silex du Jurassique moyen. Remarques pétrographiques. - *Mém. Soc. géol. de France (Paris); nouvelle série, t. XXXII, n° 68, pp. 5-100.*

VALENSI L. (1955a) - Sur quelques microorganismes des silex crétacés du Magdalénien de Saint-Amand (Cher). - *Bull. Soc. géol. de France (Paris); 6 e sér., t. V, pp. 35-40.*

VALENSI L. (1955b) - Etude micropaléontologique des silex crétacés du Magdalénien de Saint-Amand (Cher). - *Bull. Soc. Préhist. française; vol. 52, pp. 584-596.*

VAN HELDEN B.G.T. (1986) - Dinoflagellate cysts at the Jurassic-Cretaceous boundary, offshore Newfoundland, Canada. - *Palynology (Dallas); vol. 10, pp. 181-199.*

VERDIER J.-P. (1975) - Les kystes de dinoflagellés de la section de Wissant et leur distribution stratigraphique au Crétacé moyen. - *Rev. Micropaléont. (Paris); vol. 17, n°4, pp. 191-197.*

VERNAL A. DE (1986) - Analyses palynologiques et isotopiques de sédiments de la Mer du Labrador et de la Baie de Baffin : éléments d'une climatostratigraphie du Quaternaire supérieur dans l'Est du Canada. - *PhD Univ. Montréal; 214 p.*

VIDAL G. (1988) - A palynological preparation method. - *Palynology (Dallas); vol. 12, pp. 215-220.*

VIGNERIE D. (1986) - L'Hauterivien d'Ardèche. Coupe des Buissières ; micropaléontologie. - *Diplôme d'Etudes Approfondies, Univ. Cl. Bernard, Lyon I; 30 p.*

VOZZHENNIKOVA T.F. (1967) - Iskopaemye peridinei yurskikh, melovykh, i paleogenovykh otlozheniy SSSR. - *Sibirisk. Okd. Geol. Geofiz.; pp. 1-347.* ["Fossilized peridinid algae in the Jurassic, Cretaceous and Paleogene deposits of the USSR." - traduit par R. LEES, édité par W.A.S. SARJEANT : National Lending Library for Science and Technology, Russian translation programme; Boston Spa, England (1971)].

WALL D. (1965) - Modern Hystrichospheres and dinoflagellates cysts from the Wood Hole region. - *Grana (Stockolm); vol. 6, pp. 297-314.*

WALL D. (1967) - Fossil microplankton in deep-sea cores from the Caribbean Sea. - *Palaeontology; vol. 10, part. 1, pp. 95-123.*

WALL D. (1971) - Biological problems concerning fossilizable dinoflagellates. - *Geoscience and Man (Baton-Rouge, Louisiana); vol. III, pp. 1-15.*

WALL D., DALE B. (1967) - The resting cysts of modern marine dinoflagellates and their palaeontological signifiance. - *Rev. Palaeobot. Palynol. (Amsterdam); vol. 2, pp. 349-354.*

WALL D., DALE B., LOHMANN G.P., SMITH W.K. (1977) - The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the north and south Atlantic oceans and adjacent seas. - *Marine Micropaleontology; 2, pp. 121-200.*

WALL D., EVITT W.R. (1975) - A comparison of the modern genus *Ceratium* Schrank, 1973, with certain Cretaceous marine dinoflagellate. - *Micropaleontology (New-York); vol. 21, n°1, pp. 14-44.*

WARREN J.S. (1967) - Dinoflagellates and acritarchs from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous rocks on the west side of the Sacramento Valley, California. - *Ph. D. thesis, Univ. Stanford; (unpublished).*

WETZEL O. (1933a) - Die in organischer Substanz erhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreide-Feuersteins mit einem sediment-petrographischen und stratigraphischen Anhang. - *Palaeontographica, Abt. A (Stuttgart); vol. 77, pp. 141-188.*

WETZEL O. (1933b) - Die in organischer substanz erhaltenen mikrofossilien des baltischen Kreide-Feuersteins mit einem sedimentpetrographischen und stratigraphiscen Anhang. - *Palaeontographica, Abt. A (Stuttgart); vol. 78, pp. 1-110.*

WETZEL W. (1952) - Beitrag zur Kenntnis des dan-zeitlichen Meeresplanktons. - *Jh. geol. (Hannover); vol. 66, pp. 391-419.*

WHITE H.H. (1842) - On fossil Xanthidia. - *Microscopic Journal (London); vol. II, pp. 35-40.*

WIGGINS V.D. (1972) - Two new Lower Cretaceous dinoflagellate genera from southern Alaska (U.S.A.). - *Rev. Palaeobot. Palynol. (Amsterdam); vol. 14, pp. 297-308.*

WIGGINS V.D. (1975) - The dinoflagellate family Pareodiniaceae: a discussion. - *Geoscience and Man (Baton-Rouge, Louisiana); vol. XI, pp. 95-115.*

WILKINSON S.J. (1846) - Observation on Xanthidium, both fossil and recent. - *Microscop. Soc. London, Trans. (London); vol. 2, pp. 89-92.*

WILLIAMS D.B. (1971) - The occurrence of dinoflagellates in marine sediments. - *Mcropal. Oceans, FUNNEL & RIEDEL édit. (Cambridge); pp. 231-243.*

WILLIAMS D.F. (1988) - Evidence for and against sea-level changes from the stable isotopic record of the Cenozoic. ; *in* «Sea-Level Changes - An Integrated Approach». - *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication (Tulsa); n° 42, pp. 31-36.*

WILLIAMS G.L. (1975) - Dinoflagellates and spores stratigraphy of the Mesozoic-Cenozoic offshore Eastern Canada. - *Geol. Surv. Canada Paper; vol. 74-30, n° 2, pp. 107-163.*

WILLIAMS G.L. (1977) - Dinocysts: their classification, biostratigraphy and palaeoecology. - in *A.T.S. RAMSAY édit. «Oceanic micropaleontology », Academic Press (London); pp. 1231-1325.*

WILLIAMS G.L. (1978) - Palynological biostratigraphy, Deep Sea Drilling Project, Sites 367 and 370. - *Init. Reports Deep Sea Drill. Proj. (Washington); vol. XLI, pp. 783-815.*

WILLIAMS G.L., BUJAK J.P. (1980) - Palynological stratigraphy of deep sea drilling project Site 416. - *Init. Reports D.S.D.P. (Washington); vol. L, pp. 467-495.*

WILLIAMS G.L., DOWNIE C. (1966c) - Further dinoflagellate cysts from the London Clay. - *in* DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L. «Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts.» - Bulletin of the British Museum, Natural History, Geology (London); vol. 3, pp. 215-235.

WILLIAMS G.L., DOWNIE C. (1969) - Generic re-allocations. - *in* DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S., WILLIAMS G.L. «Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts.» - Bulletin of the British Museum, Natural History, Geology (London); append. supl. vol. 3, p. 17.

WILLIAMS G.L., SARJEANT W.A.S. (1967) - Organic-walled microfossils as depth and shoreline indicators. - *Marine Geol.; vol. 5, pp. 389-412.*

WILLIAMS G.L., SARJEANT W.A.S., KIDSON E.J. (1978) - A glossary of the terminology applied to dinoflagellate amphiesmae and cysts and acritarchs. - *A.A.S.P. Contribution Series; n° 2A, 121 p.*

WILSON G.J. (1967a) - Some new species of Lower Tertiary dinoflagellates from McMurdo Sound, Antarctica. - *J. Botany (New Zealand); vol. 5, pp. 57-83.*

WILSON G.J. (1971) - Observations on European Late Cretaceous Dinoflagellate cysts. - *Proceedings of the II Planktonic Conference, Roma 1970, A. FARINACCI édit.(Roma); pp. 1259-1275.*

WILSON G.J. (1984c) - Some new dinoflagellate species from the New Zealand Haumurian and Piropauan stages (Santonian-Maastrichtian, Late Cretaceous). - *J. Botany (New Zealand); vol. 22, pp. 549-556.*

WISEMAN J.F. (1980) - Palynostratigraphy near the "Jurassic-Cretaceous boundary" in the Carnarvon Basin, western Australia. - *IV Int. Palynol. Conf. (Lucknow, India) 1976-77; Proc., vol. 2, pp. 330-349.*

WOOLLAM R. (1983) - A review of the Jurassic dinocyst genera *Ctenidodinium* DEFLANDRE, 1938 and *Dichadogonyaulax* SARJEANT, 1966. - *Palynology (Dallas); vol. 7, pp. 183-16.*

WRENN J.H., BECKMAN S.W. (1981) - Maceral and total organic carbon analyses of DVDP Drill Core 11. - *Dry Valley Drilling Project, Antarctic Research Series (U.S.A.); vol. 33, pp. 391-402.*

YANSHIN A. (1974) - The so-called global transgressions and regressions. - *International Geology Review; n° 16, pp. 617-646.* [Traduction anglaise d'un article en russe].

YU JINGXIAN (1982) - Late Jurassic to Early Cretaceous dinoflagellate assemblages of eastern Heilongjiang Province, China. - *Bull. Shenyang Inst. Geol. Miner. Res., Chinese Acad. Geol. Sci.; vol. 5, pp. 227-267.*

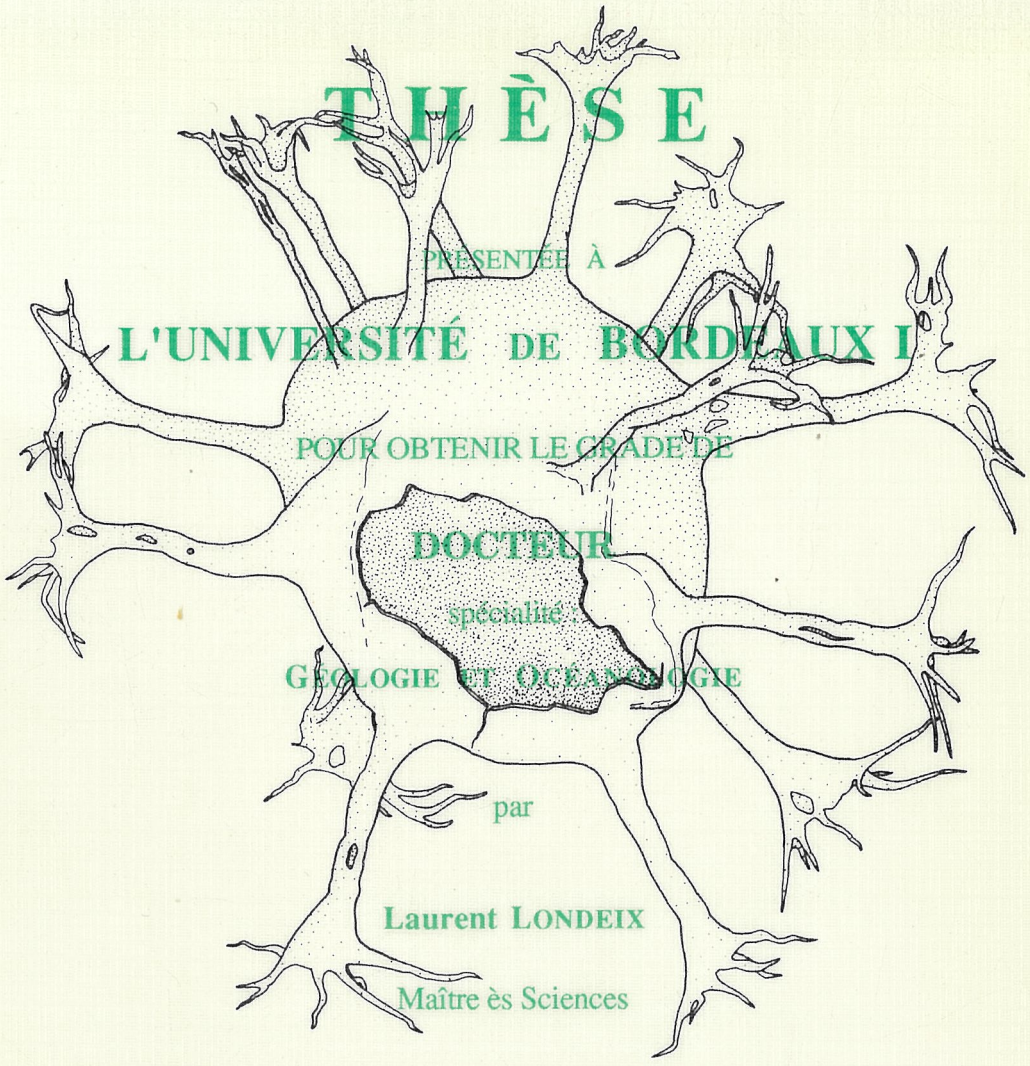
YU JINGXIAN, ZHANG WANGPING (1980) - Upper Cretaceous dinoflagellate cysts and acritarchs of Western Xinjiang. - *Bull. Cinese Acad. Geol. Sci. (Beijing, China); sér. I, vol. 2, n° 1, pp. 93-125.*

YUN H.-S. (1981) - Dinoflagellaten aus der Oberkreide (Santon) von Westfalen. - *Palaeontographica Abt. B (Stuttgart); vol. 177, n° 1-4, pp. 1-189.*

Références de ce mémoire,

LONDEIX 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 relations avec la Stratigraphie séquentielle. - *Thèse de l'Université de Bordeaux I, n° 478 ; t. I, 324 p., 122 fig. ; t. II-Annexes, 279 p., 50 fig., 5+16 tab., 30 pl., 4 "range charts".*

N° d'ordre : 478



THÈSE

PRÉSENTÉE À

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

spécialité :

GÉOLOGIE ET OCÉANOLOGIE

par

Laurent LONDEIX

Maître ès Sciences

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 RELATIONS AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE.

- Tome II - Annexes -

Soutenue, le 15 Octobre 1990, devant la Commission d'Examen :

MM. **J. MOYES**, Professeur à l'Université de Bordeaux I..... *Président*

J. CHAROLLAIS, Professeur à l'Université de Genève .....
A. KLINGEBIEL, Professeur à l'Université de Bordeaux I .....
R. PRUD'HOMME, Professeur à l'Université de Bordeaux I.....
J.-L. TURON, Chargé de Recherches au CNRS ..... *Examinateurs*
J.-C. FOUCHER, Maître de Conférences à l'Université de Reims.....
R. BUSNARDO, Maître de Conférences à l'Université de Lyon.....
R. JAN DU CHENE, Ingénieur Consultant .....

— 1990 —

N° d'ordre : 478

THÈSE

PRÉSENTÉE À

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

spécialité :

GÉOLOGIE ET OCÉANOLOGIE

par

Laurent LONDEIX

Maître ès Sciences

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 RELATIONS AVEC LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE.

- Tome II - Annexes -

Soutenue, le 15 Octobre 1990, devant la Commission d'Examen :

MM. **J. MOYES**, Professeur à l'Université de Bordeaux I..... *Président*
J. CHAROLLAIS, Professeur à l'Université de Genève .....
A. KLINGEBIEL, Professeur à l'Université de Bordeaux I .....
R. PRUD'HOMME, Professeur à l'Université de Bordeaux I..... *Examinateurs*
J.-L. TURON, Chargé de Recherches au CNRS .....
J.-C. FOUCHER, Maître de Conférences à l'Université de Reims.....
R. BUSNARDO, Maître de Conférences à l'Université de Lyon.....
R. JAN DU CHENE, Ingénieur Consultant.....

— 1990 —

QUATRIEME PARTIE

ANNEXES

ANNEXE I

SYSTÉMATIQUE

ANNEXE I

SYSTÉMATIQUE ..... p. 1

I - AVANT-PROPOS ..... p. 3
1 - CLASSIFICATION UTILISÉE POUR LES DINOFLAGELLÉS ..... p. 5
2 - TERMINOLOGIE ..... p. 6

II - DESCRIPTIONS DES DINOKYSTES ..... p. 9
Ordre des PERIDINIALES ..... p. 9
Famille des CERATIACEAE ..... p. 9
Famille des GONYAULACACEAE ..... p. 53
Famille des PERIDINIACEAE ..... p. 188
Ordre des GYMNODINIALES ..... p. 214
Famille des GYMNODINIACEAE ..... p. 214
GENRES À AFFINITÉ INCERTAINE ..... p. 218

III - INVENTAIRES DES ACRITARCHES ET DES INCERTAE SEDIS ..... p. 224
1 - ACRITARCHES ..... p. 224
2 - INCERTAE SEDIS ..... p. 224

IV - INVENTAIRE DES MICROFORAMINIFÈRES ..... p. 225
1 - FORMES UNISÉRIÉES ..... p. 225
2 - FORMES BISÉRIÉES ..... p. 226
3 - FORMES PLANISPIRALÉES ..... p. 226
3.1 - FORMES PLANISPIRALÉES ÉVOLUTES ..... p. 226
3.2 - FORMES PLANISPIRALÉES ÉVOLUTES LACHES ..... p. 227
3.3 - FORMES PLANISPIRALÉES INVOLUTES ..... p. 227
4 - FORMES TROCHOSPIRALÉES ..... p. 228
5 - FORMES STREPTOSPIRALÉES ..... p. 228

I - AVANT-PROPOS

Ne perdant pas de vue que la finalité de ce travail était essentiellement l'établissement d'une biozonation parallélisée des Ammonites et des Dinoflagellés, pour l'intervalle Valanginien terminal-Barrémien inférieur dans le domaine vocontien, j'ai tout de même tenu à porter une attention particulière aux descriptions palynologiques qui vont suivre. Celles-ci sont avant tout destinées à concourir à la meilleure définition possible des éléments premiers nécessaires à la mise sur pied d'une dinozonation. Il est en effet extêmement important, pour l'homochronie des repérages stratigraphiques ultérieurs, par d'autres chercheurs, que la délimitation morphologique des taxons soit préalablement entendue par tous d'une façon précise et homogène.

Dans le contenu des lames palynologiques observées, 7 grandes catégories de fossiles organiques (matière figurée[1]) ont été distinguées : des kystes de Dinoflagellés ; des Acritarches ; des Incertae sedis[2] ; des basales chitinoïdes de Foraminifères ; des Spores-Pollens ; des Scolécodontes ; et des débris végétaux du type tissus vasculaires, trachéides, fibres ligneuses... Ces derniers éléments sont de tailles très inégales, pouvant être très grands ou très petits. Ils n'ont pas fait l'objet d'un comptage quantitatif précis. De par le côté sporadique et exceptionnel de leur présence, les Scolécodontes n'ont également pas été comptabilisés. Etant le principal pôle d'intérêt de ce travail, seuls les Dinoflagellés ont bénéficiés d'une analyse qualitative exhaustive (près de 190 formes distinctes sont décrites et illustrées). Les Acritarches, les Incertae sedis et les Microforaminifères ont été séparés chacun en plusieurs types, cités et illustrés à la fin de ce chapitre, mais décrits uniquement à titre exceptionnel. Quant aux palynomorphes d'origine continentale, ils ont simplement été distingués entre Spores+Pollens non dissacates et Pollens dissacates. Ils n'ont pas ici fait l'objet d'une étude plus détaillée.

1 - CLASSIFICATION UTILISÉE POUR LES DINOFLAGELLÉS

Aux niveaux générique, spécifique et infraspécifique, la nomenclature utilisée est celle préconisée par LENTIN & WILLIAMS (1989) dans leur "Index to genera and species" dont l'importance est considérable car elle permet une homogénéisation mondialement reconnue pour la dénomination des kystes de Dinoflagellés fossiles. Lorsque l'opinion de ces auteurs n'est pas partagée ou ne me paraît pas justifiée, le désaccord est alors signalé et discuté.

La liste synonymique développée pour chaque espèce mentionne les différentes attributions génériques assignées à l'holotype du taxon considéré. A ces listes peuvent venir s'ajouter le nom

---

1) Au sens de RAYNAUD & ROBERT (1976, p. 113) : « La *matière figurée* est la somme des fragments d'origine biologique identifiable, essentiellement végétale, et de nature chimique connue».

2) Acritarches et Incertae sedis sont ici distingués selon plusieurs critères :
- sont ici considérés comme Acritarches, les organismes entrant dans la définition originale de EVITT (1963, p. 300) : «..Petits microfossiles d'affinité biologique inconnue mais probablement multiple, consistant en une cavité centrale entourée par une paroi à une ou plusieurs membranes et de composition essentiellement organique ; symétrie, forme, structure, et ornementation variées ; cavité centrale fermée ou communicant avec l'extérieur de différentes façons, par exemple : des pores, une déchirure en forme de fente ou irrégulière, une ouverture circulaire (le pylome).»
A l'heure actuelle, bien que l'affinité biologique des Acritarches n'ai toujours pas été élucidée, une classification systématique les rassemble en plusieurs groupes subdivisées en nombreux taxons de rangs inférieurs.
- les éléments organiques à paroi généralement fine et transparente, sans ouverture apparente et n'entrant dans aucun des groupes d'Acritarches actuellement connus ont été placés ici sous le nom Incertae sedis.

des synonymes de l'holotype avant que celui-ci ait été défini, ainsi que les noms successifs des holotypes des espèces mises en synonymie avec ce premier taxon.

Un problème se pose en ce qui concerne la classification supragénérique des dinokystes fossiles. En effet, il n'existe à l'heure actuelle aucune classification globalement acceptée au-dessus du niveau générique. Comme le font remarquer LISTER & BATTEN (1988b, p. 16), l'augmentation de la connaissance du cycle de vie des Dinoflagellés a montré l'imperfection des systèmes utilisant une nomenclature séparée, l'une assignée uniquement au stade kyste des Dinoflagellés fossiles et l'autre aux stades kyste et thèque des formes vivantes. Le désir de reconnaître les relations phylogéniques entre les genres fossiles et les taxons de Dinoflagellés vivants au sein d'un système de classification compréhensif a longtemps été éprouvé mais les difficultés pratiques qui en découlent ne sont pas facilement résolues. Celles-ci sont intimement liées à la complexité des relations thèque/kyste (SARJEANT & DOWNIE, 1966, 1974 ; WALL, 1967, pp. 97-98 ; WALL, 1971, pp. 5-9 ; REID, 1974, pp. 583-587 ; SARJEANT, 1974, pp. 91-94 ; EVITT, 1985, p. 275).

Les premiers auteurs ont tenté une classification basée uniquement sur des familles de Dinoflagellés existant encore actuellement (*ex.* EISENACK, 1961). D'autres, comme SARJEANT & DOWNIE (1966, 1974), STOVER & EVITT (1978), SINGH (1983) ont favorisé un système de classification propre aux dinokystes, utilisant des genres basés purement sur la morphologie, sans se soucier si les kystes sont connus comme étant en relation directe avec un taxon moderne motile. Des modèles similaires faisant plus d'efforts envers la phylogénie pour les regroupements ont été proposés par NORRIS (1978a, b) et TAPPAN (1980). Jugeant que la classification de SARJEANT & DOWNIE est à la fois non-biologique et non-évolutive, WALL & DALE (1968c, p. 291) préconisent plutôt un système unifié qui prend en compte les affinités biologiques et phylogénétiques au sein de deux lignées naturelles, les Gonyaulacaceae et les Peridiniaceae, taxons de kystes fossiles ayant été définis et classifiés d'après leurs similarités morphologiques à des formes modernes. Ce système laisse cependant de nombreuses espèces de kyste improprement classifiées. Plus tard, WALL & EVITT (1975) mettent en évidence un troisième groupe, les Ceratiaceae. Le regroupement de lignées forme également la base de la classification proposée par WILLIAMS (1977).

A la vue du statut fluctuant de la classification supragénérique, certains auteurs (*ex.* DAVEY & VERDIER, 1971 ; DAVEY, 1978, 1979a ; MONTEIL, 1985 ; BACKHOUSE, 1988 ; POURTOY, 1989) ont simplement listé alphabétiquement les taxons. D'autres (*ex.* DAVEY & VERDIER, 1973, 1974 ; DAVEY, 1974 ; BELOW, 1981a, 1982c, 1982d ; BRIDEAUX & MCINTYRE, 1975 ; BRIDEAUX, 1977 ; MAY, 1980 ; DUXBURY, 1977, 1983 ; LISTER & BATTEN, 1988b) ont adopté la procédure de classification flexible, informelle de WALL & DALE qui reconnaît des tendances phylogénétiques à l'intérieur d'une lignée majeure sans recourir aux complexités de la nomenclature formelle. Un cas un peu extrême est développé par YUN (1981) qui regroupe les genres en un grande nombre de familles à affinité plutôt morphologique que biologique.

A l'usage, il s'est avéré qu'aucune classification me satisfasse entièrement ; certaines m'amenant à des regroupements à mon avis hétérogènes, tandis que d'autres m'auraient conduit à séparer des formes qui présentent à l'évidence d'étroites affinités. Partant donc d'une hiérarchisation personnelle des critères, j'ai été amené à mettre sur pied, dans le cadre limité des seuls organismes qui sont considérés ici, une classification qui diverge parfois quelque peu de celles des auteurs

précédents. Dans ce mémoire, les taxons sont présentés alphabétiquement à l'intérieur des Ceratiaceae, Gonyaulacaceae, Peridiniaceae et des Gymnodiniaceae. Un groupe à "affinité inconnue" est également présent.

2 - TERMINOLOGIE

L'acceptation des termes employés dans les descriptions correspond à la définition qu'en donnent JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986). Pour les termes non expliqués dans cet ouvrage, l'origine de leur définition en est alors donnée et se trouve généralement dans WILLIAMS, SARJEANT & KIDSON (1978), SARJEANT (1982c) ou EVITT (1985).

Les formules de paratabulation des kystes sont données suivant le modèle de KOFOID.

Les mesures relevées et consignées sous la forme de "x(y)z" réfèrent à "x" la plus petite dimension du paramètre mesuré, à "z" la plus grande et à "y" la moyenne de toutes les valeurs observées pour chacun des paramètres.

Lorsqu'une espèce est rencontrée en dehors de sa fourchette d'extension stratigraphique connue, le fait est signalé et discuté, accompagné parfois par une liste des citations et des occurrences enregistrées pour cette espèce. Ceci n'est pas fait systématiquement car implique la vérification (par les descriptions et les illustrations) des déterminations auxquelles on se réfère. Ceci représente un travail énorme, qui, fait de manière exhaustive et rigoureuse aurait considérablement la durée de cette étude. La répartition des espèces rencontrées au cours de ce travail est donnée par les chartes en annexe (tableaux A-A', B-B').

Tous les dessins ont été réalisés à la chambre claire.

II - DESCRIPTIONS DES DINOKYSTES

Division PYRRHOPHYTA PASHER, 1914

Classe DINOPHYCEAE FRITSCH, 1929

Ordre PERIDINIALES HAECKEL, 1894

Famille **CERATIACEAE** LINDEMANN, 1928

Genre **APTEA** EISENACK, 1958
emend. DAVEY & VERDIER, 1974, emend. DÖRHÖFER & DAVIES, 1980

Espèce-type : *Aptea polymorpha* EISENACK, 1958.

Remarques taxonomiques : Même si des formes intermédiaires entre les genres *Aptea* et *Pseudoceratium* peuvent être rencontrées (STOVER & EVITT, 1978, p. 79 ; DÖRHÖFER & DAVIES, 1980, p. 13) la mise en synonymie de ces deux genres proposée par BINT (1986, p. 144) n'est pas acceptée ici. La dernière amendation de *Pseudoceratium* est due à HELBY (1987, pp. 313-315) qui considère ces deux genres comme distincts, même si les différences sont parfois difficiles à diagnostiquer. A l'instar de STOVER & EVITT (1978, p. 79), DÖRHÖFER & DAVIES (1980, p. 13) et HELBY (1987, p. 315) je préfère maintenir ces deux genres séparés, basant leur différence principalement sur le plus grand développement de la corne antapicale chez *Pseudoceratium* que chez *Aptea*. Les cornes des représentants d'*Aptea* sont parfois très réduites et toujours très arrondies.

Aptea securigera
DAVEY & VERDIER, 1974
fig. S.01j-k ; pl. I, fig. 1 ; pl. II, fig. 1

1974 *Aptea securigera* sp. nov. DAVEY & VERDIER: pp. 642-643, pl. 91, fig. 2-3 ; texte-fig. 5 (VII).
[1986 *Pseudoceratium securigerum* comb. nov. BINT: p. 145].

Description : Kyste proximate à proximochorate, fortement asymétrique, comprimé dorso-ventralement et dont la paroi est constituée d'un autophragme scabre à microgranulaire. Le contour du kyste est subpentagonal, présentant très souvent 3 ou 4 bombements ; 1 apical, 1 latéral gauche et 1 à 2 antapicaux. Ces bombements sont plus ou moins prononcés d'un individu à l'autre, l'espace entre les deux bombements antapicaux pouvant être fortement concave. Le kyste est entièrement et densément recouvert de processus courts (1/3 à 1/10 du diamètre équatorial du corps central) ; une zone circulaire dorsale et/ou ventrale peut cependant être plus ou moins dénuée de processus. Ces derniers sont pleins, droits ou courbes, à hampe cylindrique ou subconique. Distalement ils sont pommelés, très brièvement bifurqués ou capités mais jamais reliés entre eux.

Les processus s'alignent partiellement sans qu'aucun modèle de paratabulation puisse être déterminé. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, indiquée seulement par la marge en zigzag de l'archéopyle. Le paracingulum n'a ici jamais été observé. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 112 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 54(75)87 µm ; longueur du corps central = 98 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 50(67)82 µm ; largeur totale du kyste = 84(97)112 µm ; diamètre équatorial du corps central = 71(84)101 µm ; longueur des processus = 1(4)10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 9.

Comparaisons : Les relativement longs processus en lamelles d'*Aptea polymorpha* EISENACK, 1958 *emend.* DÖRHÖFER & DAVIES, 1980 distinguent cette espèce d'*A. securigera.*

Développant des processus de même type, *Aptea anaphryssa* (SARJEANT, 1966c) SARJEANT & STOVER, 1978, possède par contre un paracingulum bien marqué et les processus recouvrent totalement le kyste.

Cyclonephelium hystrix (EISENACK, 1958) DAVEY, 1978[1] et *Cyclonephelium densebarbatum* COOKSON & EISENACK, 1960b sont également deux espèces proches d'*A. securigera* par la morphologie de leurs processus et leur taille relative, mais *C. hystrix* possède un corps central beaucoup plus circulaire et surtout plus symétrique.

Canningia attadalica (COOKSON & EISENACK, 1962b) STOVER & EVITT, 1978[2], est fortement dissymétrique mais possède un parasulcus net et des aires dorsale et ventrale, dénuées de processus, beaucoup plus larges.

Genre CANNINGIA COOKSON & EISENACK, 1960b,
emend. DÖRHÖFER & DAVIES, 1980, emend. BELOW, 1981a, emend. HELBY, 1987

Espèce-type : *Canningia reticulata* COOKSON & EISENACK, 1960b *emend.* BELOW, 1981a *emend.* HELBY, 1987.

Canningia colliveri
COOKSON & EISENACK, 1960b
fig. S.01a ; pl. I, fig. 2-3

1960b *Canningia colliveri* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 251, pl. 38, fig. 3-4.
[1987 *Circulodinium colliveri* comb. nov. HELBY: pp. 324-325, tab. 3].
[1988 *Canninginopsis colliveri* comb. nov. BACKHOUSE: pp. 77-78, pl. 22, fig. 7-9].

Remarques taxonomiques : BACKHOUSE (1988, pp. 77-78) attribue cette espèce au genre

---

1) Ce taxon est laissée dans le genre *Cyclonephelium* ; voir la remarque taxonomique concernant cette espèce.
2) La combinaison *Circulodinium attadalicum* proposée par HELBY (1987b, pp. 324-325, tab. 3) n'est pas acceptée ici ; *cf.* la remarque taxonomique pour le genre *Cyclonephelium.*

Canninginopsis parce que les spécimens de *C. colliveri* qu'il a observés dans son matériel ont un contour identiques à ceux de *Canninginopsis denticulata* COOKSON & EISENACK, 1962b (l'espèce-type du genre) et de *Canninginopsis intermedia* MORGAN, 1980, et que certains d'entre eux présentent une très légère et partielle paratabulation.

Cette réattribution est ratifiée par LENTIN & WILLIAMS (1989, pp. 45, 46), bien que strictement aucune trace de paratabulation ne soit signalée dans la diagnose originale de *C. colliveri* et que ce soit là le caractère majeur qui distingue le genre *Canninginopsis* COOKSON & EISENACK, 1962b des genres *Canningia* et *Circulodinium* ALBERTI, 1961.

Dans son amendation du genre *Canningia* et de son espèce-type, HELBY (1987, p. 321-322) précise que *Canningia reticulata* COOKSON & EISENACK, 1960b (l'espèce-type du genre) peut montrer de fines traces parasuturales de tabulation.

Tenant compte de mes propres observations ainsi que de la description originale de *C. colliveri*, cette espèce est ici maintenue dans le genre *Canningia*.

Description : Kyste proximate, comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est mince, constituée d'un autophragme seul. Celui-ci est orné de granules isodiamétriques (moins de 1 µm de circonférence) distribuées de façon lâche ou rapprochée mais non coalescentes. Leur distribution est uniforme et donne à l'autophragme une surface microgranulaire à granulaire. Cette ornementation peut inclure quelques courtes épines (maximum 1 µm de longueur) éparpillées à la surface du kyste. Dans les cas (rares) de spécimens complets, le contour du kyste apparaît généralement plus long que large avec cependant un très net élargissement au niveau de l'équateur (paracingulum ?). Une projection apicale plus ou moins conique et arrondie se distingue. Un caractère particulier de cette espèce semble la variabilité de forme de l'antapex, pouvant être subarrondi ou développant 2 lobes antapicaux parfois très prononcés, mais souvent dissymétriques. Tous les cas intermédiaires entre ces deux extrêmes ont pu être rencontrés ici.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, exprimée uniquement par la marge en zigzag de l'archéopyle. Celle-ci montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasulcale profonde, laissant présumer 6 paraplaques précingulaires. Aucune autre trace de paratabulation n'est visible. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Dimensions : Longueur du kyste = 87 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 52(63)71 µm ; largeur du kyste = 68(76)81 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 9.

Comparaisons : Développant une argumentation fournie, CH. SINGH (1964, pp. 145-146) considère que "*Paleohystrichophora brevispinosa* " POCOCK, 1962 entre dans le domaine de variation de *C. colliveri*, et propose la mise en synonymie de ces deux taxons. En 1971, cet auteur (p. 323) revient sur son jugement et distingue ces deux formes par le fait que "*P. brevispinosa* " est enkystée. Les illustrations de l'holotype de cette espèce : BRIDEAUX (1977, pl. 6, fig. 1) sous *Tenua brevispinosa* ; JANSONIUS (1986, pl. 4, fig. 6, texte-fig. 2) sous *Circulodinium*

brevispinosum montrent que l'espèce de POCOCK possède une ornementation non uniforme et beaucoup plus haute (jusqu'à 5 µm) que *C. colliveri*, particulièrement sur les bombements apical et antapicaux.

D'aspect granulaire, *Cyclonephelium asperum* (CH. SINGH, 1971) BELOW, 1981a[1] présente des épines (2-4 µm de longueur) et son parasulcus est discernable.

Canningia ? *turrita* BRIDEAUX, 1977 se démarque de *C. colliveri* par la présence d'une paroi double (endophragme et périphragme), d'un archéopyle apical de type [3A + ?I] et une taille plus petite (diamètre équatorial du corps central = 34-55 µm).

Très proche de *C. colliveri*, *Kallosphaeridium* ? *ringnesiorum* (MANUN & COOKSON, 1964) HELBY, 1987 en diffère par l'absence de bombement apical ou antapical ainsi que par la structure de sa paroi.

Canningia compta DAVEY, 1982b est décrite par son inventeur comme étant «Lightly pitted to foveolate and verrucate» mais son ornementation n'est pas uniforme, notamment au niveau du parasulcus et de la région précingulaire dorsale où elle apparaît moins prononcée. Deplus, sa taille est plus petite que chez *C. colliveri* ; diamètre équatorial = 52(61)74 µm.

Certaines espèces de *Sentusidinium* SARJEANT & STOVER, 1978 ont une ornementation proche de celle de *C. colliveri* [*S. asymmetum* (FENTON *et al.*, 1980) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; *S. capillatum* (DAVEY, 1975) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; *S. eisenackii* (BOLTENHAGEN, 1977) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; *S. filiatum* DAVIES, 1983 ; *S. myriatrichum* FENSOME, 1979 ; *S. pelionense* FENSOME, 1979] mais ont un apex et un antapex plus arrondi et souvent un archéopyle plus échancré.

C'est également le cas d'*Escharisphaeridia rudis* DAVIES, 1983 dont , deplus, les granules peuvent devenir coalescents.

Cyclonephelium inconspicuum DUXBURY, 1983 possède une membrane ponctuée à microréticulée qui est reliée au kyste par de très courtes épines (environ 1 µm de haut).

Sa paroi densément et irrégulièrement réticulée, ainsi que ses indentations antapicales formant deux lobes proéminents, différencient *Canningia reticulata* de *C. colliveri*.

Chez *Canningia* ? *rotundata* COOKSON & EISENACK, 1961a, la paroi a une surface vermiculée.

Canningia sp. **E**

pl. I, fig. 6

Description : Kyste proximate, comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est épaisse, constituée d'un autophragme seul. Celui-ci est densément et régulièrement orné de granules qui se touchent tous sans toutefois être coalescents. Le kyste a un ambitus subcirculaire à très légèrement subpolygonal.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et reste très souvent attaché. La paratabulation, probablement de type cératioïde, est exprimée uniquement par la marge échancrée de l'archéopyle. Celle-ci montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasulcale profonde, laissant présumer

---

1) La combinaison *Circulodinium asperum* proposée par HELBY (1987b, pp. 324-325, tab. 3) n'est pas acceptée ici ; *cf.* la remarque pour *Cyclonephelium distinctum* subsp. *distinctum*.

6 paraplaques précingulaires. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 43(48)50 µm ; largeur du kyste = 52(57)60 µm. Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : *Canningia* ? *turrita* BRIDEAUX, 1977 a une surface scabre parsemée de granules ou bacules de près de 1µm de haut, donc plus hauts et moins denses que chez *Canningia* sp. E.

Chez *Circulodinium compta* (DAVEY, 1982b) HELBY, 1987, la paroi est ponctuée à fovéolée et irrégulièrement verruqueuse.

Circulodinium vermiculatum STOVER & HELBY, 1987c montre une ornementation et une forme se rapprochant de celles de *Canningia* sp. E, mais s'en éloigne par son ornementation qui est plus lâche et irrégulièrement vermiculée.

D'aspect proche, *Canningia* ? *microciliata* JAIN, 1977b a une paroi densément ornée avec de fins cils ayant une base bulbeuse et donnant l'apparence d'une granulation grossière.

L'ornementation de *Canningia reticulata* COOKSON & EISENACK, 1960b *emend.* HELBY, 1987 rapproche cette espèce de *Canningia* sp. E, mais son paracingulum généralement exprimé, sa paroi densément et irrégulièrement réticulée ainsi que son antapex bilobé l'en distinguent.

Batiacasphaera spumosa (BRIDEAUX, 1977) BELOW, 1981a possède une structure fibreuse, un aspect de surface ponctué et des granules, bacules ou épines relativement élevés (1-3 µm).

Genre **CYCLONEPHELIUM** DEFLANDRE & COOKSON, 1955
emend. WILLIAMS & DOWNIE, 1966c, emend. IOANNIDES, STAVRINOS & DOWNIE, 1977, emend. SARJEANT & STOVER, 1978, emend. STOVER & EVITT, 1978

Espèce-type : *Cyclonephelium compactum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955.

Remarque taxonomique : Lorsqu'en 1978 DAVEY (p. 894) transfère l'espèce *hirtellum* dans le genre *Cyclonephelium* il met tacitement le genre *Circulodinium* ALBERTI, 1961 en synonymie avec *Cyclonephelium*, puisque l'espèce *hirtellum* avait été désignée par ALBERTI (1961, p. 28) comme générotype de *Circulodinium*.

JANSONIUS (1986, p. 204) suivi par HELBY (1987, pp. 322, 324-325) retiennent *Circulodinium* comme un genre séparé, mais ni l'un ni l'autre de ces auteurs ne propose une comparaison de *Circulodinium* avec *Cyclonephelium*, pourtant si proches et alors qu'aucun des éléments cités dans la diagnose originale de *Circulodinium* ne permet de faire un *distinguo* entre ces deux genres.

Contrairement à LENTIN & WILLIAMS (1989) qui soutiennent JANSONIUS (*op. cit.*) et HELBY (*op. cit.*), *Circulodinium* est ici considéré comme un genre superflu et les attributions faites par ces derniers auteurs dans le genre *Circulodinium* ne sont pas prises en compte dans ce travail.

L'amendation du genre *Cyclonephelium* par DÖRHÖFER & DAVIES (1980, p. 41) est rejetée par LENTIN & WILLIAMS (1981, p. 63).

Cyclonephelium brevispinatum

(MILLIOUD, 1969) BELOW, 1981a

fig. S.01c ; pl. I, fig. 5 ; pl. II, fig. 3

1969 *Cyclonephelium distinctum* var. *brevispinatum* nov. MILLIOUD: pp. 427-428, pl. I, fig. 8-9.
1973 *Cyclonephelium distinctum* subsp. *brevispinatum* stat. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 36.
1981a *Cyclonephelium brevispinatum* stat. nov. BELOW: p. 11.
[1981 *Cyclonephelium brevispinatum* stat. nov. YUN: p. 55, pl. 11, fig. 8, 10-11].

Remarque taxonomique : LENTIN & WILLIAMS (1985, p. 85) attribuent la combinaison *Cyclonephelium brevispinatum* à BELOW (1981a, p. 11) alors que celui-ci l'attribue à YUN (1981, p. 55). Contrairement à YUN, BELOW ne précise pas la mention "*stat. nov.*" ou "*comb. nov.*" derrière le nouveau binôme, mais son article a été publié juste avant celui de YUN ; c'est sans doute pour cette raison que LENTIN & WILLIAMS attribuent la combinaison *Cyclonephelium brevispinatum* est à BELOW plutôt qu'à YUN.

Description : Kyste proximate, fortement comprimé dorso-ventralement et d'ambitus subcirculaire. La paroi est constituée d'un autophragme scabre à microgranulaire qui développe de très courts processus ou épines, pleins, subcylindriques à subconiques, à extrémité distale tronquée, parfois pommelée ou légèrement bifurquée. Ces processus n'apparaissent jamais reliés entre eux et sont toujours absents dans les régions dorsale et ventrale. Dans certains cas, ces processus sont réduits à l'état de tubercules.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, mais exprimée uniquement par la marge en zigzag de l'archéopyle. Celle-ci montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasulcale prononcée, laissant présumer 6 paraplaques précingulaires. le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 87(90)92 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 62(71)79 µm ; longueur du corps central = 85(87)90 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 59(68)75 µm ; largeur totale du kyste = 75(89)106 µm ; largeur du corps central = 70(85)100 µm ; longueur des processus = 1(2)4 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.01). La différence avec *Cyclonephelium distinctum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955 réside dans les processus qui sont très sensiblement plus courts chez *C. brevispinatum*.

Cyclonephelium paucispinum DAVEY, 1969a possède un moins grand nombre de processus que la présente espèce. YUN (1981, p. 55) observe cependant un matériel intermédiaire entre ces deux taxons.

Cyclonephelium hirtellum (ALBERTI, 1961) DAVEY, 1978 développe des épines pointues et présente deux protubérances antapicales.

Cyclonephelium densebarbatum

COOKSON & EISENACK, 1960b

fig. S.01e ; pl. I, fig. 4 ; pl. II, fig. 2

1960b *Cyclonephelium densebarbatum* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 253, pl. 38, fig. 9-10.

Description : Kyste proximate, fortement comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est constituée d'un autophragme scabre à microgranulaire. Celui-ci développe de courts processus (jusqu'à 4 µm), recouvrant densément le kyste à l'exception des aires dorsale et ventrale où les processus sont absents. Les processus sont droits, pleins, simples ou à extrémité distale légèrement évasée, capitée ou bifide. Ils sont bien individualisés, non reliés entre eux distalement ou proximalement. Le contour du kyste est subcirculaire à ovale pouvant présenter 1 à 2 légers bombements antapicaux. L'apex (rarement en place) ne semble pas développer de bombement particulier.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, mais exprimée uniquement par la marge en zigzag de l'archéopyle. Celle-ci montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasulcale profonde, laissant présumer 6 paraplaques précingulaires. Le paracingulum est parfois légèrement discernable, sous la forme d'une bande étroite dénuée de processus. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Remarque : COOKSON & EISENACK (1960b, p. 253) notent une différence dans la longueur des processus chez cette espèce, d'une province de dépôt à l'autre. Dans le matériel étudié ici, les spécimens présentent des processus relativement courts ; 1-4 µm au lieu de 2-12 µm dans le matériel-type du Tithonique d'Australie occidentale.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 84 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 62(71)80 µm ; longueur du corps central = 71 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 57(65)71 µm ; largeur totale du kyste = 73(89)105 µm ; largeur du corps central = 59(78)90 µm ; longueur des processus = 1(4)10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.01). La différence entre *Cyclonephelium hystrix* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1978 et *C. densebarbatum* est insaisissable d'après les descriptions de ces espèces (qui ne sont jamais comparées entre elles). Tenant compte des descriptions et illustrations originales de ces deux formes, l'appellation *C. hystrix* est ici employée pour les spécimens à ornementation uniforme ou *quasi* uniforme, alors qu'à ceux appelés *C. densebarbatum* correspond une ornementation réduite ou absente au niveau des aires ventrale ou dorsale. Il semble malgré tout que les représentants de *C. hystrix* ont des processus plus fins et plus élancés que ceux de *C. densebarbatum*.

Cyclonephelium distinctum DEFLANDRE & COOKSON, 1955 est une espèce très similaire à *C. densebarbatum* mais s'en éloigne par la nature moins épaisse de son kyste et la distribution moins dense de ses processus.

Cyclonephelium distinctum subsp. **distinctum**

DEFLANDRE & COOKSON, 1955

fig. S.011 ; pl. I, fig. 7 ; pl. II, fig. 4

1955 *Cyclonephelium distinctum* sp. nov. DEFLANDRE & COOKSON: pp. 285-286, pl. 2, fig. 14 ; texte-fig. 47-48.
? 1961 *Circulodinium deflandrei* sp. nov. ALBERTI: p. 29, pl. 4, fig. 7-13.
[1986 *Circulodinium distinctum* comb. nov. JANSONIUS: p. 204].

Remarque taxonomique : HELBY, MORGAN & PARTRIDGE (1987, p. 89) et HELBY (1987, pp. 324-325) ne tiennent pas compte de la mise en synonymie de *Circulodinium deflandrei* avec *Cyclonephelium distinctum* proposée par MILLIOUD (1969, p. 427).

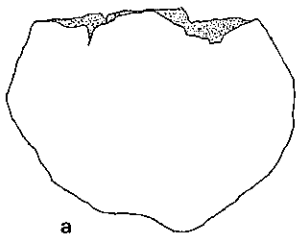
Description : Kyste proximate, fortement comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est constituée d'un autophragme scabre à microgranulaire. Le contour du kyste est subcirculaire pouvant présenter 1 à 2 légers bombements antapicaux. Le kyste est recouvert de processus modérément courts (1/8 à 1/7 du diamètre équatorial du corps central), généralement absents ou moins abondants dans les zones dorsale et ventrale. Les processus sont droits, pleins, simples, à extrémité distale pointue, tronquée, ou très légèrement capitée ou bifurquée. Ils sont bien individualisés les uns des autres et non reliés distalement.
L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, exprimée uniquement par la marge échancrée de l'archéopyle. Celle-ci montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasulcale prononcée, laissant présumer 6 paraplaques précingulaires. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Remarques : Cette espèce est réputée avoir une très large variabilité intraspécifique, mais sans que celle-ci soit corrélable avec la stratigraphie (NORVICK & BURGER, 1975, p. 69).
Ces derniers auteurs ont montré les grandes lignes des variations de *C. distinctum* sur un diagramme synthétique (*op. cit.*, texte-fig. 14) d'où il ressort que certaines limites interspécifiques sont bien nettes alors que d'autres sont loin d'être évidentes ; la séparation spécifique se trouve basée sur des caractères présentant de nombreux stades intermédiaires.
Dimensions : Longueur totale du kyste sans l'opercule = 62(70)82 µm ; longueur du corps central = 50(60)69 µm ; largeur totale du kyste = 77(84)98 µm ; largeur du corps central = 63(71)81 µm ; longueur des processus = 7(9)13 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

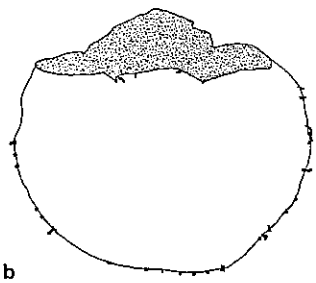
Comparaisons : (*cf.* fig. S.01). Sont appelées ici *C. distinctum* subsp. *distinctum* les formes similaires à l'holotype de cette espèce, c'est-à-dire des formes caractérisées par des processus bien

---

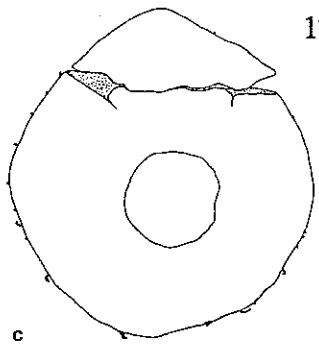
Fig. S.01 : Comparaison des silhouettes visibles en coupe optique des représentants des genres *Aptea*, *Canningia* et *Cyclonephelium* rencontrés au cours de ce travail. (Les dessins sont tous à la même échelle).



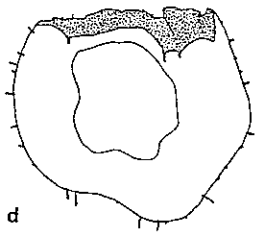
Canningia colliveri



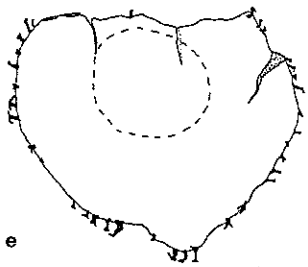
Cyclonephelium paucimarginatum



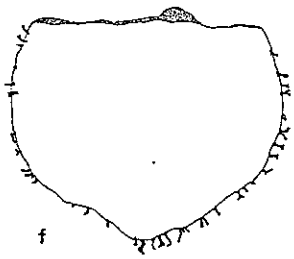
Cyclonephelium brevispinatum

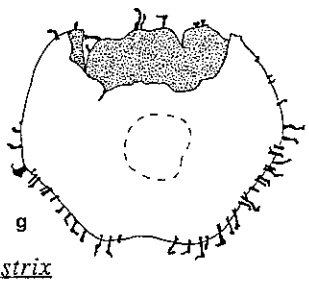


Cyclonephelium hirtellum

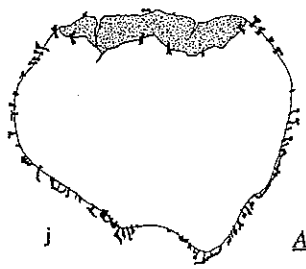


Cyclonephelium densebarbatum

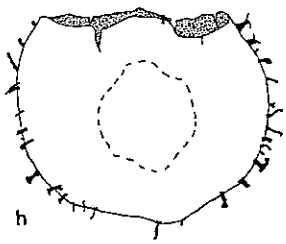


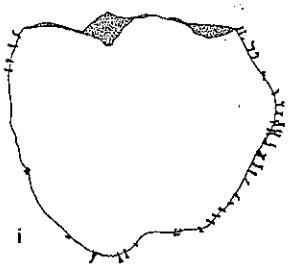


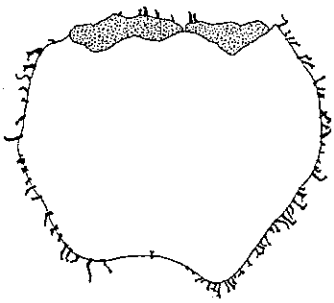
Cyclonephelium hystrix

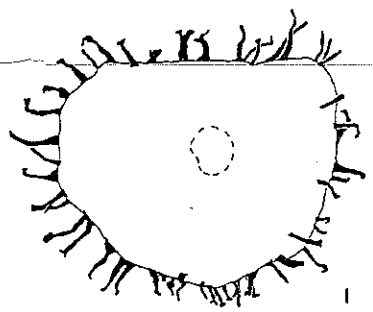


Aptea securigera

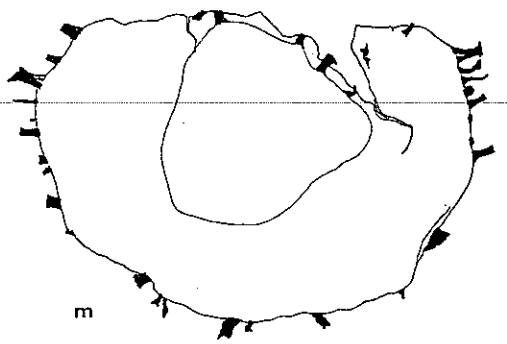




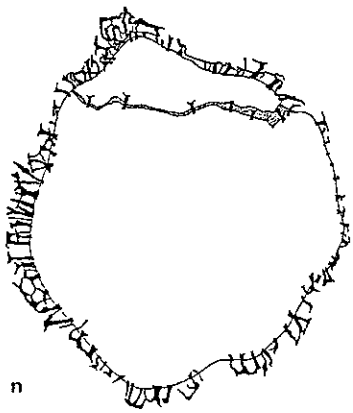




Cyclonephelium distinctum
subsp. *distinctum*



Cyclonephelium paucispinum



Cyclonephelium vannophorum

surface dénuée de processus.

surface à ornementation réduite ou décroissante.

20 µm

développés, étroits et bien individualisés. Elles peuvent intergrader avec des formes chez qui les processus sont plus longs et plus étroits (*C. distinctum* subsp. *longispinatum* DAVEY, 1978), ou plus longs et plus épais. Ce dernier cas se rapproche de *Cyclonephelium compactum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955, avec qui aucune limite claire ne peut être définie [DEFLANDRE & COOKSON (1955, p. 286) ; NORVICK & BURGER (1975, p. 69)]. Dans son matériel-type du Sénonien d'Australie occidentale, *C. compactum* ne montre cependant pas toujours des processus bien isolés les uns des autres.

Il existe aussi un domaine de variation considérable dans l'étendue duquel les processus empiètent sur les aires ventrale et dorsale habituellement glabres. *Cyclonephelium vannophorum* DAVEY, 1969a peut être considéré comme un variant plus éloigné de *C. distinctum* mais dont les différences sont suffisantes pour être considérées comme spécifiques. Outre le fait que chez *C. vannophorum* les processus couvrent la presque totalité du kyste, ils sont plus réduits en longueur et sont fréquemment reliés distalement.

C. distinctum subsp. *laevigatum* MEHROTRA & SARJEANT, 1986 possède une paroi lisse et une densité de processus plus forte.

De morphologie très comparable, les processus de *Cyclonephelium hystrix* sont plus courts et plus nombreux.

Cyclonephelium hirtellum

(ALBERTI, 1961) DAVEY, 1978

fig. S.01d ; pl. I, fig. 8

1961 *Circulodinium hirtellum* sp. nov. ALBERTI: pp. 28-29, pl. 4, fig. 20.
1969 *Canningia hirtella* comb. nov. MILLIOUD: p. 425.
1978 *Cyclonephelium hirtellum* comb. nov. DAVEY: p. 894.

Description : Kyste proximate, fortement comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est constituée d'un autophragme scabre à microgranulaire. Le contour du kyste est subcirculaire à subpentagonal présentant souvent 1 à 2 bombements antapicaux et 1 apical (pas toujours présent) visible dans les rares cas où l'opercule reste en place. Le kyste est recouvert de courts processus épineux répartis d'une façon assez lâche sur toute sa surface excepté dans les régions dorsale et ventrale où ils sont absents. D'aspect très rigide, les processus sont pleins, droits, simples ou à extrémité distale acuminée, tronquée ou capitée ; toutes ces variations pouvant coexister sur un même individu.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, mais exprimée uniquement par la marge en zigzag de l'archéopyle. Celle-ci montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasulcale profonde, laissant présumer 6 paraplaques précingulaires. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 55(60)74 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 50(59)73 µm ; largeur totale du kyste = 69(76)100 µm ; largeur du corps central = 65(73)91 µm ; longueur des processus = 1(3)6 µm.

Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.01). Chez *Cyclonephelium brevispinatum* l'ornementation est encore plus courte, réduite à l'état de basses épines voire de tubercules. De plus, cette espèce ne présente pas de bombement antapical.

Cyclonephelium paucispinum DAVEY, 1969a possède une très grande zone dorso-ventrale dénuée de processus. Ceux-ci sont larges et généralement bifides.

La différence avec *Cyclonephelium distinctum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955 réside dans les processus qui sont plus courts, plus espacés et plus rigides chez *C. hirtellum*.

Cyclonephelium hystrix

(EISENACK, 1958) DAVEY, 1978

fig. S.01f-i ; pl. I, fig. 9-10 ; pl. II, fig. 5-8

1958 *Tenua hystrix* sp. nov. EISENACK: p. 410, pl. 23, fig. 1-4 ; texte-fig. 10.
1978 *Cyclonephelium hystrix* comb. nov. DAVEY: p. 894, pl. 3, fig. 10-11.

Remarque taxonomique : La combinaison *Cyclonephelium hystrix* n'est pas attribuable à SARJEANT & STOVER (1978, p. 52) car elle a été publiée peu de temps auparavant par DAVEY (1978, p. 894).

Description : Kyste proximate, fortement comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est constituée d'un autophragme scabre à microgranulaire. Le contour du kyste est subcirculaire pouvant présenter 1 à 2 légers bombements antapicaux. Le kyste est recouvert de courts processus (1-6 µm). Ils sont répartis sur la totalité du kyste, étant parfois plus courts ou rarement absents sur les zones dorsale et ventrale. Ils sont droits, pleins, simples ou à extrémité distale légèrement élargie, capitée ou fourchue. Des processus coalescents, formant une courte lamelle, peuvent exister. Excepté ce cas rare, les processus sont bien individualisés les uns des autres et non reliés distalement.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, mais exprimée uniquement par la marge en zigzag de l'archéopyle. Celle-ci montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasulcale profonde, laissant présumer 6 paraplaques précingulaires. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 87 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 58(64)69 µm ; longueur du corps central = 73(82)96 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 53(62)71 µm ; largeur totale du kyste = 77(84)89 µm ; largeur du corps central = 65(78)87 µm ; longueur des processus = 1(3)9 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 12.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.01). La différence entre *Cyclonephelium hystrix* (EISENACK, 1958)

DAVEY, 1978 et *C. densebarbatum* est insaisissable d'après les descriptions de ces espèces (qu'aucun auteur ne compare entre elles). Tenant compte des descriptions et illustrations originales de ces deux formes, l'appellation *C. hystrix* est ici employée pour les spécimens à ornementation uniforme, alors qu'à ceux appelés *C. densebarbatum* correspond une ornementation absente des aires ventrale ou dorsale. Il apparaît malgré tout que les représentants de *C. densebarbatum* ont des processus plus fins et plus élancés que ceux de *C. hystrix*.

Cyclonephelium hexalobosum (COOKSON & EISENACK, 1974) STOVER & EVITT, 1978 se distingue de *C. hystrix* en ne possédant des processus que rarement coudés ou bifurqués, avec une hampe cylindrique mais également subconique ou tronconique et de plus petite longueur.

Cyclonephelium vannophorum DAVEY, 1969a est une espèce également proche de *C. hystrix* par la morphologie de ses processus et leur taille relative (bien qu'ils soient souvent reliés distalement), mais *C. hystrix* possède un corps central plus circulaire et surtout plus symétrique.

Contrairement à *C. hystrix*, les processus de *Cyclonephelium brevispinatum* (MILLIOUD, 1969) YUN, 1981 sont absents des aires dorsale et/ou ventrale.

Le contour d'*Aptea attadalica* (COOKSON & EISENACK, 1962b) DAVEY & VERDIER, 1974 est identique à celui de *C. hystrix*, son ornementation est également proche, mais *C. attadalica* présente un paracingulum dénué de processus.

Cyclonephelium paucimarginatum

COOKSON & EISENACK, 1962b

fig. S.01b ; pl. I, fig. 11

1962b *Cyclonephelium paucimarginatum* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 494, pl. 6, fig. 5-7.

Description : Kyste proximate, fortement comprimé dorso-ventralement, d'ambitus subcirculaire, dont la paroi microgranulaire à granulaire est constituée d'un autophragme seul. Quelques processus très courts (moins de 2 µm) présents à la périphérie du kyste et en bordure de l'archéopyle ainsi que des granules plus ou moins coalescents donnent au kyste un aspect vermiculé, crépu. Cette ornementation se développe sur la presque totalité du kyste, à l'exception d'aires dorsale et ventrale réduites.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, exprimée par la marge en zigzag de l'archéopyle, complétée parfois par quelques étroites bandes parasuturales moins ornementées. La marge de l'archéopyle montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasuturale profonde, laissant présumer 6 paraplaques précingulaires. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 89 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 66 µm ; longueur du corps central = 54(71)86 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 65 µm ; largeur totale du kyste = 81(83)85 µm ; largeur du corps central = 79(82)87 µm ; longueur des processus = 0,5(1)2,5 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.01). Chez *Cyclonephelium asperum* (CH. SINGH, 1971) BELOW, 1981a, le paracingulum est exprimé et les processus sont moins coalescents (aspect non vermiculé).

Cyclonephelium brevispinatum se différencie de *C. paucimarginatum* par des processus plus nombreux et bien distincts.

Chez *Batiacasphaera rotundata* (COOKSON & EISENACK, 1961a) DÖRHÖFER & DAVIES, 1980, l'ornementation est restreinte à des granules et ne présente pas de processus.

Cyclonephelium paucispinum

DAVEY, 1969a

fig. S.01m ; pl. I, fig. 14

1969a *Cyclonephelium paucispinum* sp. nov. DAVEY: p. 170, pl. 9, fig. 1-2.

Description : Kyste proximate, fortement comprimé dorso-ventralement, d'ambitus subcirculaire à plus large que long et dont la paroi, microgranulaire à granulaire, est constituée d'un autophragme seul. Celui-ci développe des processus lamellaires (rubanés) répartis d'une façon lâche et désordonnée à la surface du kyste, mais totalement absents sur les aires dorsale et ventrale. Les processus sont pleins, relativement larges (2-3 µm pour une longueur ne dépassant pas 10 µm), à bords parallèles ou à hampe subconique. Distalement, ils sont tronqués ou légèrement évasés et sont très rarement reliés entre eux. Des groupes de 2 à 3 processus peuvent être reliés à leur base par une basse ride, ces rides étant arrangées plus ou moins concentriquement par rapport aux aires dorsale ou ventrale. Exceptionnellement, certains processus montrent de petites fenestrations à leur base.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, mais exprimée uniquement par la marge en zigzag de l'archéopyle. Celle-ci montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasulcale profonde, laissant présumer 6 paraplaques précingulaires. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Remarques : Les spécimens observés ici sont sensiblement plus grands que ceux du matériel-type de *C. paucispinum* (Cénomanien de France et d'Angleterre) mais correspondent à la diagnose originale de DAVEY. Ceux décrits et illustrés par YUN (1981, p. 54, pl. 11, fig. 1-3) dans le Santonien de Westphalie correspondent exactement à ceux de l'Hauterivien vocontien.

Dimensions : Longueur du corps central sans l'opercule = 76(81)91 µm ; largeur du corps central = 107(115)129 µm ; longueur des processus = 3(5)10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.01). Cette espèce est reconnaissable par sa grande taille, son ambitus plus large que long et surtout la distribution clairsemée de ses processus, totalement absents du centre du kyste.

Chez *Cyclonephelium uncinatum* (NORVICK, 1976) STOVER & EVITT, 1978, les processus

des aires dorsale et ventrale sont souvent reliés distalement.

De même que pour *C. paucispinum*, *Cyclonephelium compactum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955 possède un corps central plus large que long, mais ses processus sont encore plus larges que chez *C. paucispinum* et sont de plus souvent reliés entre eux par des trabécules distales.

Les processus sont légèrement plus larges que ceux de *Cyclonephelium distinctum* subsp. *distinctum* et ont une distribution beaucoup plus lâche.

Cyclonephelium vannophorum

DAVEY, 1969a

fig. S.01n ; pl. I, fig. 12-13 ; pl. II, fig. 9

1969a *Cyclonephelium vannophorum* sp. nov. DAVEY: pp. 168-170, pl. 9, fig. 3 ; pl. 11, fig. 11-12 ; texte-fig. 16E.

Description : Kyste proximate à proximochorate, asymétrique, comprimé dorso-ventralement et dont la paroi est constituée d'un autophragme seul. Celui-ci a une surface scabre à microgranulaire ou d'aspect densément microponctué. Le contour du kyste est subcirculaire, ovale à subpentagonal, présentant très souvent plusieurs bombements : 1 apical ; 1 à 2 latéraux et 1 à 2 antapicaux. Ces bombements sont inégalement prononcés d'un individu à l'autre, l'espace entre les deux bombements antapicaux pouvant être fortement concave ; les bombements situés sur la gauche du kyste sont toujours les plus proéminents. Le kyste est densément recouvert de fins processus ; une zone dorsale et/ou ventrale plus ou moins réduite apparaît moins dense, voire dénuée de processus. Ces derniers sont courts (1/14 à 1/7 du diamètre équatorial du corps central), pleins, droits ou courbes, à hampe fine, cylindrique ou subconique. Distalement, ils sont pommelés, très brièvement bifurqués ou capités. Très souvent plusieurs processus voisins sont reliés entre eux, distalement et/ou médialement, en étant soit jointifs, soit reliés par une fine trabécule. Ceci est très nettement visible sur le pourtour du kyste et particulièrement à l'apex.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est de type cératioïde, mais exprimée uniquement par la marge en zigzag de l'archéopyle. Celle-ci montre 6 lobes distincts et 1 encoche parasulcale profonde, laissant présumer 6 paraplaques précingulaires. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Remarques : Les spécimens de *C. vannophorum* de l'Hauterivien vocontien ont de très fins processus avec des extrémités élargies, souvent confluentes. Ces processus ressemblent fortement à ceux du matériel-type illustrés par DAVEY (1969a, pl. 9, fig. 3) et sont légèrement plus longs sur les bombements apicaux. Les spécimens complets de *C. vannophorum* illustrés par WILLIAMS (1975, pl. 2, fig. 6) et CH. SINGH (1983, pl. 40, fig. 2-5) sont identiques à ceux observés ici.

Certains spécimens du présent matériel ont un bombement latéral du type *Aptea* ; mais puisque les processus de ces individus sont identiques aux *C. vannophorum* typiques, ceux-ci ont été considérés comme appartenant au domaine de variation de cette espèce.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 63(72)86 µm ; longueur du corps central = 84(88)92 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 59(69)77 µm ; largeur totale du kyste = 89(96)107 µm ; largeur du corps central = 81(86)96 µm ; longueur des processus = 2(5)14 µm. Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.01). La description du matériel-type par DAVEY (*op. cit.*, pp. 168-170) fait allusion à la large variation de la forme des processus. La limite entre *C. vannophorum* et *C. distinctum* est difficile à définir et est principalement basée sur la forme des processus. Il existe des formes intermédiaires, particulièrement avec les spécimens de *C. distinctum* où les aires dorsale et ventrale sans processus sont réduites ou absentes et ceux de *C. vannophorum* où peu de processus sont reliés entre eux.

Cyclonephelium hystrix est une espèce également proche de *C. vannophorum* par la morphologie de ses processus et leur taille relative (bien qu'ils ne soient pas reliés distalement), mais *C. hystrix* possède un corps central plus circulaire et surtout plus symétrique.

Canningia attadalica (COOKSON & EISENACK, 1962b) STOVER & EVITT, 1978 a des processus plus longs et montre des traces du paracingulum et du parasulcus plus nettes [DAVEY (*ibid.*) note ces traits sur quelques-uns de ses spécimens de *C. vannophorum*].

Genre **MUDERONGIA** COOKSON & EISENACK, 1958

Espèce-type : *Muderongia macwhaei* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* HELBY, 1987.

Muderongia australis

HELBY, 1987

fig. S.03j ; pl. III, fig. 1

1958 *Muderongia mcwhaei* sp. nov. COOKSON & EISENACK: pl. VI, fig. 1, 4 (uniquement).
? 1967 *Muderongia californica* sp. nov. WARREN: pp. 260-262, pl. 24, fig. 10-11.
1975 *Muderongia* sp. cf. *M. mcwhaei* - WALL & EVITT: pl. 3, fig. 1-2, 4-5 ; texte-fig. 9.
? 1976 *Muderongia mcwhaei* - HEDLUND & BEJU: pl. 2, fig. 9.
1978 *Muderongia mcwhaei* - CHEN: fig. 44, n° 297-299.
1980 *Muderongia* sp. cf. *M. mcwhaei* - WISEMAN: pl. 1, fig. 2.
1980 *Muderongia simplex* - MORGAN: pl. 19, fig. 8, 9, 10 (uniquement).
1982 *Muderongia mcwhaei* - COOKSON & EISENACK: pl. 4, fig. 7.
1984 *Muderongia mcwhaei* - JAIN & KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN: pp. 37-38, pl. II, fig. 2, 4 ; pl. III, fig. 3, 5? ; texte-fig. 3 (H?, J-L) ; texte-fig. 4 (C?, J-K, M).
1986 *Muderongia* sp. cf. *M. mcwhaei* - BINT: pl. 9, fig. 6.
1986 *Muderongia mcwhaei* - CORNU: pl. 18, fig. 1-2 (uniquement).
1986 *Muderongia* cf. *mcwhaei* - MEHROTRA & SARJEANT: pl. 11, fig. 3 (uniquement).
1986 *Muderongia* sp. - MEHROTRA & SARJEANT: pp. 726-727, pl. 11, fig. 4.
1987 *Muderongia australis* sp. nov. HELBY: pp. 300-303, fig. 2-3, 5.

Description : Kyste proximate, cornucavate à delphicavate, portant 4 cornes proéminentes : 1 apicale (jamais observée ici) ; 2 latérales, portant généralement chacune un éperon très bien marqué, la partie distale de la corne et de l'éperon étant très pointue ; 1 antapicale, subaxiale, effilée et distalement tronquée, flanquée proximalement d'un bulbe secondaire n'atteignant ici jamais

franchement un stade de corne antapicale secondaire réduite.

La paroi est double, composée d'un endophragme et d'un périphragme qui seul forme les cornes. L'endophragme est scabre à microgranulaire, et développe parfois des protrusions qui s'avancent légèrement dans la base des cornes. L'endokyste a un ambitus ovale à subpolygonal arrondi. Le périphragme est mince, lisse à scabre et transparent.

La paratabulation, de type cératioïde, n'a pas pu être observée ici. HELBY (1987, p. 302, fig. 5) en donne la formule suivante : ?pr, 4', 6", 6c, 1p, 6‴, 1⁗. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum est marqué par une bande transversale plus ou moins claire, ou moins ornementée, passant par les cornes latérales au niveau de l'encoche située sous chaque éperon.

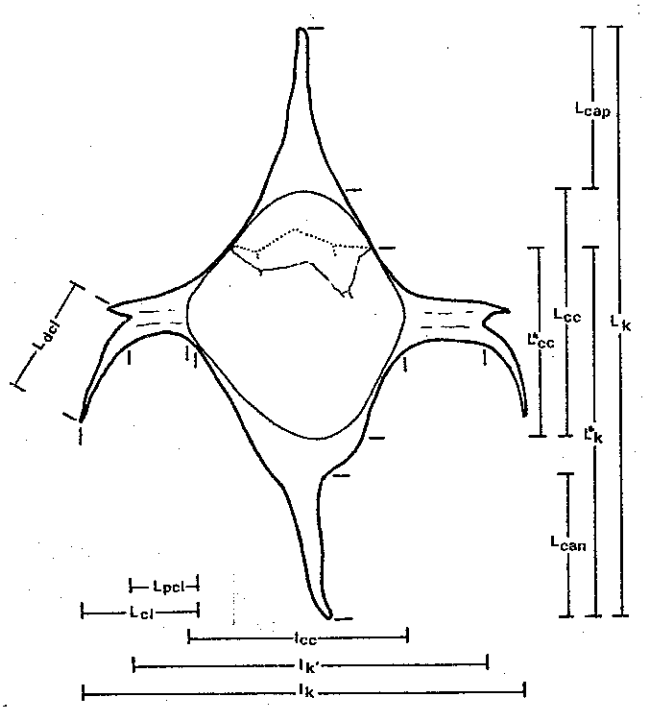


Fig. S.02 : Position des mesures pour le genre *Muderongia* :
L_k = longueur totale du kyste,
L^*_k = longueur du kyste sans l'opercule,
L_{cc} = longueur du corps central,
L^*_{cc} = longueur du corps central sans l'opercule,
l_k = largeur totale du kyste,
$l_{k'}$ = largeur du kyste sans la partie distale des cornes latérales,
l_{cc} = largeur du corps central,
L_{cap} = longueur de la corne apicale,
L_{can} = longueur de la corne antapicale,
L_{cl} = longueur des cornes latérales,
L_{pcl} = longueur proximale des cornes latérales,
L_{dcl} = longueur distale des cornes latérales.

Dimensions : Longueur totale du kyste sans l'opercule = 77(87)91 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 53(57)60 µm ; largeur totale du kyste = 97(105)114 µm ; largeur du corps central = 50(58)62 µm ; longueur des cornes latérales = 17(26)37 µm ; longueur de la corne antapicale = 21(30)37 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Remarques : Récemment crée par HELBY (1987), *M. australis* est une espèce morphologiquement proche de *Muderongia macwhaei* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* HELBY, 1987 et avait déjà été illustrée sous ce dernier nom (entre autres) avant d'être défini par HELBY. Jusqu'à présent cette forme n'avait jamais été signalée en Europe. Elle est principalement connue en Australie mais a également été enregistrée dans des sédiments provenant des continents américains et indien. D'un point de vue stratigraphique, son occurrence dans le bassin vocontien correspond à la base de sa répartition actuellement connue, qui s'étend de l'Hauterivien au Cénomanien).

Crétacé	Australie	MORGAN, 1980
Crétacé inférieur	U.S.A. (Californie)	WALL & EVITT, 1975
Albien-Cénomanien	Australie	COOKSON & EISENACK, 1982
Aptien	Australie	COOKSON & EISENACK, 1958
Aptien	Inde Sud	MEHROTRA & SARJEANT, 1986
Aptien ?	Atlantique Sud	HEDLUND & BEJU, 1976
Néocomien-Aptien	Inde Sud	JAIN & KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN, 1984
Néocomien	U.S.A. (Californie)	BINT, 1986
Néocomien ?	Madagascar	CHEN, 1978
Barrémien ?	Australie Ouest	WISEMAN, 1980
Hauterivien-Barrémien	Argentine	CORNU, 1986
Hauterivien-Barrémien	Australie Sud	HELBY, 1987
Hauterivien	U.S.A. (Californie)	WARREN, 1967
Hauterivien	Inde Sud	MEHROTRA & SARJEANT, 1986
Valanginien terminal-Barrémien	Australie	HELBY, MORGAN & PARTRIDGE, 1987
Valanginien *	Inde Sud	MEHROTRA & SARJEANT, 1986

Voir la liste synonymique pour plus de précisions sur les références des spécimens considérés pour cette répartition géographique et stratigraphique.

*) Dans la légende occompagnant l'illustration de *Muderongia* sp., MEHROTRA & SARJEANT (1986, pl. 11, fig. 4) indiquent que ce spécimen provient de la carotte n° 45 (datée du Valanginien) alors que dans le texte (*op. cit.*, p. 727) cette forme est citée comme ne provenant que de la carotte n° 42 (Hauterivien). Cette distorsion dans les informations mentionnées par MEHROTRA & SARJEANT (*op.cit.*) ne permet pas de savoir avec certitude si *Muderongia* sp. (= *M. australis*) apparaît dans le Sud de l'Inde au Valanginien (comme en Australie), ou seulement à l'Hauterivien.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). *Muderongia macwhaei* est l'espèce la plus proche de *M. australis*. La longueur des projections des paraplaques postcingulaires portées par la partie distale des cornes latérales est nettement plus importante chez *M. macwhaei* que chez *M. australis*.

Chez *Muderongia simplex* ALBERTI, 1961 subsp. *simplex*, les cornes latérales ont une extrémité plutôt arrondie, non pointue, et ne présente pas d'éperon comme chez *M. australis*.

Muderongia crucis

NEALE & SARJEANT, 1962

fig. S.03o ; pl. III, fig. 3-5 ; pl. VII, fig. 5

1962 *Muderongia crucis* sp. nov. NEALE & SARJEANT: pp. 449-450, pl. XX, fig. 2, 6 ; texte-fig. 6.

Remarque taxonomique : MORGAN (1980, p. 28) propose la mise en synonymie de cette espèce avec *Muderongia tetracantha* (GOCHT, 1957) ALBERTI, 1961, mais JANSONIUS (1982, p. 16) suivi par LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 251) retiennent *M. crucis* comme une espèce séparée.

Description : Kyste proximate, cornucavate, portant 4 cornes proéminentes : 1 apicale (axiale), 2 latérales et 1 antapicale. Les quatre cornes sont effilées et présentent très souvent des perforations disséminées sur leurs 2/3 distaux. Ces perforations sont de taille variable, généralement de plus en plus petites et de plus en plus denses vers l'extrémité distale des cornes. Les cornes apicale et antapicale sont droites et d'une longueur pouvant dépasser le diamètre équatorial du corps central. Elles sont distalement pointues et fermées. La corne apicale, rarement en place, apparaît axiale ; celle antapicale semble légèrement désaxée et inclinée par rapport à l'axe sagittal du kyste. Les cornes

latérales sont implantées perpendiculairement au corps central à la hauteur du paracingulum. Sur le premier tiers de leur longueur, ces cornes sont relativement larges et à marges presque parallèles. Elles s'incurvent ensuite vers l'arrière tout en s'amincissant progressivement pour donner une terminaison distale pointue et fermée. Il se forme une sorte de coude au point d'inflexion de la courbe décrite par chaque corne.

La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses, étroitement accolés sauf au niveau des cornes que seul développe le périphragme. L'endophragme délimite un endokyste subsphérique à subovoïdal. Un bulbe antapical formé par l'endophragme est parfois présent. La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par la marge échancrée de l'archéopyle. Celui-ci est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste sans l'opercule = 92(102)113 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 47(54)64 µm ; largeur du kyste (sans la partie distale des cornes latérales) = 85(93)101 µm ; largeur du corps central = 49(54)57 µm ; longueur des cornes latérales = 23(40)62 µm ; longueur de la corne antapicale = 42(48)58 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). *Muderongia tetracantha* (GOCHT, 1957) ALBERTI, 1961 est certainement l'espèce la plus proche de *M. crucis*. Elle s'en distingue par des cornes latérales courbes, régulièrement incurvées alors qu'elles sont coudées chez *M. crucis*. De plus, l'extrémité des cornes n'est pas perforée chez *M. tetracantha*.

L'absence de perforation permet également de distinguer *M. crucis* de *Muderongia extensiva* DUXBURY, 1977 chez qui les cornes sont coudées mais présentent un éperon précingulaire et une encoche paracingulaire caractéristiques. Il faut noter toutefois que des formes intermédiaires existent entre ces deux espèces (*cf.* pl. VII, fig. 9).

Muderongia extensiva subsp. **extensiva**

DUXBURY, 1977

fig. S.03l ; pl. III, fig. 6 ; pl. VII, fig. 1-2

1961 *Muderongia tetracantha* comb. nov. ALBERTI: p. 14, pl. 2, fig. 14-18.
? 1961 *Muderongia tetracantha* - EISENACK: pl. 36, fig. 7 (uniquement).
1977 *Muderongia extensiva* sp. nov. DUXBURY: pp. 54-55, pl. 15, fig. 10.

Description : Kyste proximate, cornucavate, portant 4 cornes proéminentes, effilées et de tailles sensiblement équivalentes : 1 apicale (axiale), 2 latérales et 1 antapicale. Cette dernière est souvent inclinée par rapport à l'axe sagittal du kyste mais sa base se situe sur le pôle antapical. Les cornes latérales sont longues et marquées en leur milieu par une encoche qui reflète très probablement la position du paracingulum. La marge antérieure de cette encoche supporte une courte épine formant un éperon précingulaire. La marge postérieure postcingulaire se présente sous la forme d'une longue projection dirigée vers l'arrière. Elle s'incurve légèrement en direction du corps central, en s'effilant régulièrement jusqu'à son extrémité où elle devient très pointue. La partie proximale des cornes

latérales est droite, de largeur à peu près constante et dans l'alignement du paracingulum.

La paroi est composée d'un endophragme lisse formant un corps interne d'ambitus ovale à rhomboïdal, et d'un périphragme lisse à microgranulaire. Endophragme et périphragme sont étroitement accolés l'un à l'autre et ne sont séparés qu'à la base des cornes. Un bulbe antapical formé par l'endophragme est parfois présent. La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par la marge de l'archéopyle et la trace du paracingulum (souligné par les encoches des cornes latérales). L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 129(150)166 µm ; longueur totale du kyste sans l'opercule = 69(83)90 µm ; longueur du corps central = 64(69)75 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 44(52)63 µm ; largeur du kyste (sans la partie distale des cornes latérales) = 98(108)117 µm ; largeur du corps central = 53(65)75 µm ; longueur de la corne apicale = 43(55)62 µm ; longueur de la partie proximale des cornes latérales = 20(27)34 µm ; longueur de la partie distale des cornes latérales = 30(39)48 µm ; longueur de la corne antapicale = 18(32)39 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 14.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). Cette espèce se distingue des autres représentants du genre *Muderongia* et plus particulièrement de *Muderongia tetracantha* et *Muderongia crucis* par la morphologie particulière de ses cornes latérales qui sont typiquement effilées et portent un éperon précingulaire en leur milieu.

Muderongia testudinaria BURGER, 1980b et surtout *Muderongia* sp. WISEMAN, 1980 ont des cornes latérales similaires à celles de *M. extensiva*, mais ces espèces possèdent chacune une seconde corne antapicale bien développée qui les distingue de *M. extensiva*.

Muderongia extensiva forma **A**

fig. S.03m ; pl. IV, fig. 1

1984 *Muderongia extensiva* - RILEY & FENTON: pl. 1, fig. 6.
1984 *Muderongia extensiva* - SRIVASTAVA: pl. 21, fig. 5.
1989 *Muderongia extensiva* - POURTOY: pl. 2, fig. 4-5.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). En bien des points similaire à *M. extensiva sensu stricto*, cette variété s'en distingue par la base des cornes latérales et antapicale qui est particulièrement large, un éperon précingulaire nettement moins marqué et une encoche paracingulaire bien moins profonde.

Muderongia crucis NEALE & SARJEANT, 1962 ne présente sur ses cornes latérales ni encoche ni éperon. Contrairement à *M. crucis*, la base des cornes de *M. extensiva* forma A n'est jamais fenestrée.

Remarque stratigraphique : Cette variété est présente uniquement à partir de la zone à *Radiatus* (niveau H05 de Vergons) et s'éteint dans la zone à *Sayni*, en même temps que *M. extensiva* (niveau H35).

Dimensions : Longueur totale de kyste = 178 µm ; longueur totale du kyste sans l'opercule = 79(93)98 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 47(56)65 µm ; largeur du kyste (sans la partie distale des cornes latérales) = 87(97)107 µm ; largeur du corps central = 46(52)62 µm ; longueur de la corne apicale = 70 µm ; longueur de la partie proximale des cornes latérales = 15(23)28 µm ; longueur de la partie distale des cornes latérales = 22(33)49 µm ; longueur de la corne antapicale = 27(35)80 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Muderongia extensiva
DUXBURY, 1977
subsp. **bicornuta** nov.
fig. S.03n ; pl. IV, fig. 2 ; pl. VII, fig. 3

? 1982 *Muderongia tetracantha* - FAUCONNIER: pl. III, fig. 6.
? 1985 *Muderongia extensiva* subsp. 2 MONTEIL: pp. 129-130, pl. 16, fig. 5.

Holotype : fig. S.03n ; pl. IV, fig. 2 ; lame H17'-20µ-1.
Paratype : pl. VII, fig. 3 ; plot H17'.

Diagnose : Kyste proximate, cornucavate, portant 4 cornes proéminentes. L'ébauche d'une seconde corne antapicale est présente. Cette projection secondaire est presque toujours disjointe de la corne antapicale principale. Les cornes latérales sont longues et marquées en leur milieu par une encoche. La marge antérieure de cette encoche supporte généralement une courte épine formant un éperon précingulaire. La partie proximale des cornes latérales est droite, de largeur à peu près constante et dans l'alignement du paracingulum.

L'endophragme est lisse, formant un corps interne d'ambitus ovale à rhomboïdal. Le périphragme est lisse à microgranulaire. La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par la marge de l'archéopyle et la trace du paracingulum (souligné par les encoches des cornes latérales). L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). En tous points comparable à *Muderongia extensiva* DUXBURY, 1977 cette forme s'en individualise par l'ébauche d'une seconde corne antapicale. Celle-ci apparaît de forme et taille variables d'un individu à l'autre : elle peut être réduite, et parfois aussi fine qu'un "processus" ou un éperon (*cf.* pl. VII, fig. 3), ou avoir une nette apparence de corne (*cf.* fig. S.03n ; pl. IV, fig. 2). Cette projection secondaire est presque toujours disjointe de la corne antapicale principale. Cette particularité différencie *M. extensiva* subsp. *bicornuta* de *Muderongia tetracantha sensu* FAUCONNIER (1982, pl. III, fig. 6) et de *Muderongia extensiva* subsp. 2 *sensu* MONTEIL, 1985 (pp. 129-130, pl. 16, fig. 5), et la fait se rapprocher de *Muderongia testudinaria* BURGER, 1980b chez qui les cornes antapicales sont disjointes mais de taille identique, avec une base relativement large. *M. extensiva* subsp. *bicornuta* est un intermédiaire morphologique entre *M. extensiva* et *M. testudinaria*, en étant toutefois beaucoup plus proche de *M. extensiva* que de

l'espèce du Néocomien d'Australie *M. testudinaria*.

Dimensions : Longueur totale du kyste sans l'opercule = 68(80)89 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 41(47)50 µm ; largeur du kyste (sans la partie distale des cornes latérales) = 85(95)106 µm ; largeur du corps central = 48(51)57 µm ; longueur de la partie proximale des cornes latérales = 17(22)25 µm ; longueur de la partie distale des cornes latérales = 6(17)33 µm ; longueur de la corne antapicale = 16(29)41 µm ; longueur de la "corne" antapicale secondaire = 1(5)9 µm ; longueur de l'éperon précingulaire = 1(4)5 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Muderongia imparilis
DUXBURY, 1980
fig. S.03c ; pl. IV, fig. 4-5

1961 *Odontochitina* sp. A ALBERTI: p. 31, pl. 6, fig. 4 (uniquement).
1980 *Muderongia imparilis* sp. nov. DUXBURY: pp. 127-128, pl. 5, fig. 2,4-5 ; texte-fig. 11.
[1984 *Odontochitina imparilis* comb. nov. JAIN & KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN: p. 38].
[1986 *Odontochitina imparilis* comb. nov. BINT: p. 138].

Remarques taxonomiques : Contrairement à LENTIN & WILLIAMS (1989, pp. 251, 260-261) je ne retiens pas le transfert de l'espèce *imparilis* dans le genre *Odontochitina* DEFLANDRE, 1935 *emend.* BINT, 1986 proposé à titre provisoire par JAIN & KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN (1984, p. 38) puis, sans réserve, par BINT (1986, p. 138). Ce dernier s'explique en disant que «..l'espèce est transférée vers *Odontochitina* principalement à cause de son endokyste sphérique (DUXBURY, 1980). La seconde corne latérale fortement réduite décrite par DUXBURY est perçue simplement comme une expression du péricingulum..».

Dans le présent matériel, on voit très bien qu'il s'agit d'une corne réduite et non d'un simple bourrelet causé par le paracingulum ; cette corne réduite porte même souvent une encoche parasulcale.

Description : Kyste proximate, cornucavate à delphicavate, portant 3 cornes bien développées ; 1 apicale, 2 latérales (dont l'une -à gauche- est fortement réduite) et 1 antapicale. Les cornes polaires sont axiales, et plus ou moins longues et de taille similaire (proche de la largeur du corps central). La corne antapicale présente une base large formant un péricœle pouvant s'étendre jusqu'aux cornes latérales. La plus grande des cornes latérales a une base perpendiculaire au corps central, puis se recourbe vers l'antapex en s'effilant plus ou moins rapidement. Les cornes latérales présentent à leur base une double ligne délimitant (uniquement avant le point d'inflexion pour la plus longue) un sillon qui reflète la position du paracingulum. Chacune de ces cornes apparaît proximalement alignée avec le paracingulum bien que leurs base respective soit très souvent décalée l'une par rapport à l'autre. On peut dans ce cas parler de cornes paracingulaires.

La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme tous les deux lisses. Le premier délimite un endokyste d'ambitus subcirculaire à ovale. Endophragme et périphragme ne sont généralement séparés qu'à la base de chaque corne.

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par l'archéopyle apical, de type [tA], au contour en zigzag, ainsi que par le paracingulum. L'opercule est libre et composé.

Dimensions : Longueur totale du kyste sans l'opercule = 89(104)123 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 49(55)59 µm ; largeur totale du kyste = 60(79)92 µm ; largeur du corps central = 47(56)62 µm ; longueur de la corne latérale droite = 31(37)43 µm ; longueur de la corne latérale gauche = 10(13)17 µm ; longueur de la corne antapicale = 33(40)55 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). La disproportion très nette des cornes latérales de *M. imparilis* permet de distinguer aisément cette espèce des autres représentants du genre *Muderongia.*

Chez *Odontochitina* et particulièrement *O. operculata* (O. WETZEL, 1933a) DEFLANDRE & COOKSON, 1955, il n'y a pas de seconde corne latérale. Bien que réduite, elle existe chez *M. imparilis.*

Muderongia pariata

DUXBURY, 1983

fig. S.03a ; pl. IV, fig. 6, 8 ; pl. VII, fig. 7

1974 *Muderongia* cf. *staurota* - DAVEY & VERDIER: p. 644, pl. 91, fig. 4, 8.
1981a *Muderongia perforata* - BELOW: pp. 16-17, pl. 2, fig. 7 ; texte-fig. 11.
1983 *Muderongia pariata* sp. nov. DUXBURY: pp. 36-37, pl. 2, fig. 5, 8 ; texte-fig. 16.

Description : Kyste proximate, cornucavate à delphicavate, comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est composée d'un endophragme fin et lisse et d'un périphragme lisse à microgranulaire. En vue dorso-ventrale, l'endokyste est subcirculaire, ovale à rhomboïdal, et le périkyste développe seul 4 cornes : 1 apicale, 2 latérales et 1 antapicale. Toutes les cornes ont une extrémité distale ouverte et perforée mais, alors que les cornes polaires sont longues (plus de la moitié du diamètre équatorial du corps central), les cornes latérales sont courtes (1/4 à 1/3 de ce même diamètre). Ces dernières présentent sur leur longueur un léger sillon horizontal peu profond pouvant être interprété comme la trace du paracingulum. Les cornes polaires sont alignées suivant l'axe sagittal du kyste mais seule la corne antapicale possède une base large, pouvant parfois s'étendre jusqu'à la bordure inférieure des cornes latérales.

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par la marge découpée de l'archéopyle. Celui-ci est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale de kyste = 116 µm ; longueur totale du kyste sans l'opercule = 52(69)80 µm ; longueur du corps central = 57 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 36(47)59 µm ; largeur totale du kyste = 58(80)100 µm ; largeur du corps central = 41(51)63 µm ; longueur de la corne apicale = 23 µm ; longueur des cornes latérales = 6(15)22 µm ; longueur de la corne antapicale = 14(19)25 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). Par l'extrémité distale perforée et ouverte de ses cornes, *M. pariata* se distingue de presque toutes les autres espèces de *Muderongia.*

Muderongia perforata ALBERTI, 1961 se démarque de *M. pariata* en possédant une seconde corne antapicale.

Muderongia lata YU JINGXIAN & ZHANG WANGPING, 1980 possède des cornes latérales et antapicale distalement très arrondies. La distinction avec *M. pariata* se fait essentiellement sur la corne antapicale qui, chez *M. lata,* est très large sur toute sa longueur.

Muderongia simplex subsp. **simplex**

ALBERTI, 1961

fig. S.03e ; pl. V, fig. 1

1961 *Muderongia simplex* sp. nov. ALBERTI: p. 12, pl. 2, fig. 1-2, 4-6 ; pl. 12, fig. 1-2.

Description : Kyste proximate, cornucavate, portant 5 cornes proéminentes : 1 apicale ; 2 latérales ; 2 antapicales. Aucune corne apicale n'a pu être observée dans le présent matériel. Les cornes latérales ont une largeur à peu près constante pour un même individu avec une longueur de l'ordre de 1/3 du diamètre équatorial du corps central. La corne latérale droite est généralement un peu plus courte que la gauche. Distalement, les cornes latérales sont arrondies ou portent une légère encoche paracingulaire. Les cornes antapicales sont de longueurs très inégales : la corne principale est dans l'axe sagittal du kyste, l'autre, à sa droite, est inclinée. La corne antapicale principale est effilée avec une base large pour une longueur d'environ 1/2 diamètre équatorial du corps central. La corne antapicale secondaire est moins effilée et beaucoup plus courte (en moyenne 1/14 du diamètre équatorial du corps central).

La paroi est composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à scabre. Seul le périphragme forme les cornes. L'endokyste a un ambitus ovale à subpolygonal arrondi et montre parfois une courte protrusion antapicale.

La paratabulation est de type cératioïde, de formule complète inconnue. L'archéopyle est apical de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum est marqué par une bande transversale plus claire ou plus lisse sur le périphragme et passant par les cornes latérales jusqu'au niveau de l'encoche distale.

Dimensions : Longueur totale du kyste sans l'opercule = 90(104)118 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 52(59)71 µm ; largeur totale du kyste = 89(113)135 µm ; largeur du corps central = 55(66)86 µm ; longueur des cornes latérales = 12(24)46 µm ; longueur de la corne antapicale principale = 30(35)43 µm ; longueur de la corne antapicale secondaire = 1(5)7 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). *Muderongia macwhaei* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* HELBY, 1987 est l'espèce la plus proche de *M. simplex* ; elle s'en distingue par ses cornes latérales

plus longues, distalement effilées et médialement coudées avec un éperon.

Chez *Muderongia perforata* ALBERTI, 1961, l'extrémité des cornes est perforée.

Chez *Muderongia simplex* subsp. *microperforata* DAVEY, 1982b, les cornes sont réduites et le périphragme est entièrement microperforé.

Muderongia cf. **simplex**

ALBERTI, 1961

fig. S.03i ; pl. V, fig. 4-5

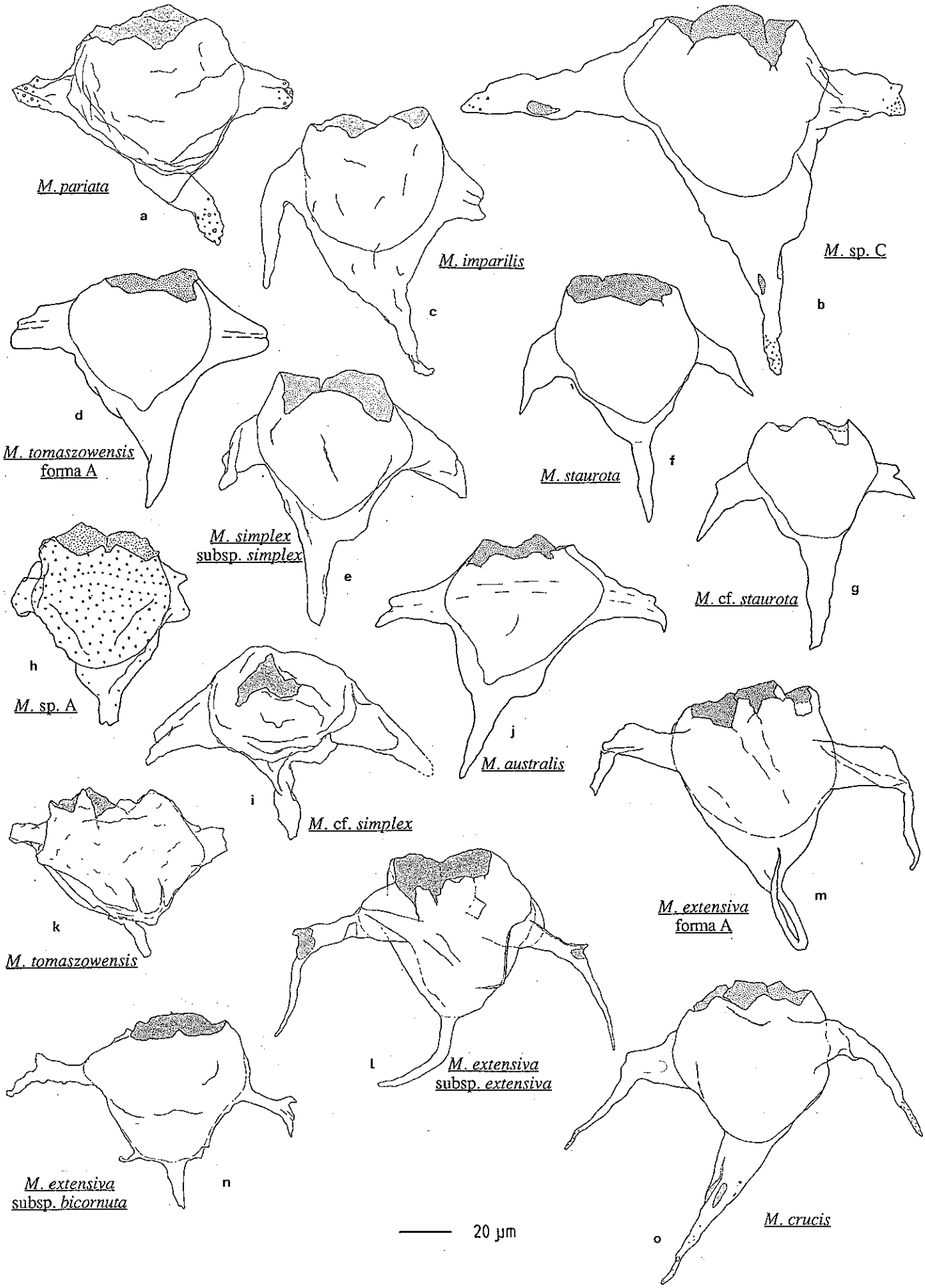
Description : Kyste proximate, cornucavate à delphicavate, comprimé dorso-ventralement, portant 4 cornes proéminentes : 1 apicale, 2 latérales, 1 antapicale. La corne apicale n'a pas pu être observée. Les cornes latérales ont une base large et sont distalement très arrondies, avec une bordure antérieure et postérieure souvent respectivement convexe et concave, leur donnant un aspect d'"épaules tombantes". La corne antapicale est droite, distalement arrondie mais plus effilée que les cornes latérales. Cette corne n'est pas dans l'axe sagittal du kyste, mais légèrement à gauche, laissant proximalement sur sa droite l'ébauche d'un bombement antapical secondaire du périphragme. Pour un même individu, les cornes ont une longueur identique, entre 1/3 et 1/2 diamètre équatorial du corps central. La paroi est composée d'un périphragme scabre à microgranulaire et d'un endophragme lisse à scabre délimitant un endokyste subsphérique. Ces deux membranes sont plus ou moins accolées et sont fortement disjointes au niveau des cornes que seul développe le périphragme.

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par la marge échancrée de l'archéopyle ainsi que par le paracingulum souligné parfois par une bande transversale déprimée passant à hauteur des cornes latérales. Dans certains cas, de légères marques parasuturales, sous forme de très petits tubercules, peuvent exister. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 129 µm ; longueur totale du kyste sans l'opercule = 48(57)65 µm ; longueur du corps central = 73 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 32(39)49 µm ; largeur totale du kyste = 82(99)123 µm ; largeur du corps central = 48(59)64 µm ; longueur de la corne apicale = 41 µm ; longueur des cornes latérales = 21(25)41 µm ; longueur de la corne antapicale = 18(23)32 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). La présence d'un bulbe antapical développé par le périphragme rapproche cette forme de *Muderongia simplex* subsp. *simplex*, mais chez cette dernière les cornes latérales sont droites et non tombantes et la corne antapicale principale est flanquée d'une corne antapicale secondaire nette.

Fig. S.03 : Comparaison des silhouettes des représentants du genre *Muderongia* rencontrés dans les niveaux étudiés. (Les dessins sont tous à la même échelle).


M. pariata
a
M. imparilis
c
M. sp. C
b
d
M. tomaszowensis
forma A
M. simplex
subsp. simplex
e
M. staurota
f
M. cf. staurota
g
h
M. sp. A
j
M. australis
i
M. cf. simplex
k
M. tomaszowensis
M. extensiva
forma A
m
l
M. extensiva
subsp. extensiva
M. extensiva
subsp. bicornuta
n
M. crucis
o
20 µm

Les extrémités distales des cornes de *M. simplex* subsp. *simplex* possèdent une légère encoche arrondie indiquant clairement la position du paracingulum, alors que cette extrémité ne présente aucune encoche chez *M.* cf. *simplex*.

Chez *Muderongia tomaszowensis* ALBERTI, 1961, les cornes latérales sont plus courtes et non tombantes. De plus, la corne antapicale est simple et dans l'axe de symétrie du kyste.

Muderongia staurota

SARJEANT, 1966c

fig. S.03f ; pl. V, fig. 7-8 ; pl. VI, fig. 1 ; pl. VII, fig. 6

1966c *Muderongia staurota* sp. nov. SARJEANT: pp. 203-204, pl. 21, fig. 6-7 ; pl. 23, fig. 4 ; texte-fig. 53.

Description : Kyste proximate, cornucavate à delphicavate, portant 4 cornes proéminentes : 1 apicale, 2 latérales et 1 antapicale. La corne apicale, axiale, bien développée, est effilée et de longueur légèrement inférieure au diamètre équatorial du corps central. Les cornes latérales sont plus courtes ; d'abord à marges parallèles et perpendiculaires au corps central sur un tiers de sa longueur, la partie distale de chaque corne s'amincit et s'incurve vers l'arrière formant un angle prononcé avec la partie proximale. Chez un même individu, les cornes latérales peuvent ne pas être de la même longueur. La corne antapicale, axiale, a une base large lui donnant une forme très nettement conique.

La paroi est composée d'un périphragme et d'un endophragme lisses, scabres à microgranulaires. Il n'est cependant pas rare que des perforations soient présentes à l'extrémité distale des cornes. Endophragme et périphragme sont plus ou moins accolés l'un à l'autre, mais toujours séparés à la base des quatre cornes. Le péricœle présent au niveau de la corne antapicale peut parfois s'étendre jusqu'aux cornes latérales. L'endokyste a un contour ovale à subcirculaire. Un bulbe antapical formé par l'endophragme est parfois développé.

Excepté la marge découpée de l'archéopyle, aucune trace de paratabulation n'est visible. La paratabulation est cependant de type cératioïde, avec un archéopyle apical, de type [tA]. L'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 160 µm ; longueur totale du kyste sans l'opercule = 73(91)118 µm ; longueur du corps central = 74 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 37(53)60 µm ; largeur totale du kyste = 80(88)98 µm ; largeur du corps central = 49(53)59 µm ; longueur de la corne apicale = 28 µm ; longueur des cornes latérales = 14(27)37 µm ; longueur de la corne antapicale = 22(33)44 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 10.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). *M. staurota* est caractérisé par la morphologie de ses cornes ; les latérales ne portent pas d'encoche distincte ; la corne antapicale possède une base souvent très élargie et aucune seconde corne antapicale n'est développée.

Muderongia tetracantha diffère de cette espèce en ayant des cornes beaucoup plus longues et

plus effilées, ainsi que par l'aspect coudé mais non anguleux de ses cornes latérales.

M. staurota se distingue de *Muderongia crucis* par sa corne antapicale à base très élargie, la partie distale réduite de ses cornes latérales et la taille plus faible de son kyste.

Muderongia tomaszowensis ALBERTI, 1961 a une corne antapicale à base moins large et des cornes latérales nettement plus courtes, droites et non effilées distalement.

M. staurota peut posséder des cornes latérales de taille différente et alors ressembler à *Muderongia imparilis*. Cette espèce se distingue de *M. staurota* par le caractère très dissymétrique de ses cornes latérales, dont l'une est très fortement réduite et arrondie.

Lorsque des perforations sont présentes sur l'extrémité distale des corne de *M. staurota*, cette espèce peut ressembler à *Muderongia pariata*. Chez *M. staurota*, la partie distale des cornes latérales est effilée et nettement inclinée vers l'arrière, alors que chez *M. pariata* les cornes latérales sont courtes et distalement ouvertes.

Muderongia perforata ALBERTI, 1961 possède une deuxième corne antapicale discriminante.

Muderongia cf. **staurota**

SARJEANT, 1966c

fig. S.03g ; pl. VI, fig. 2

1986 *Muderongia tetracantha* - MEHROTRA & SARJEANT: pl. 4, fig. 1-2.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). Cette forme, très proche de *Muderongia staurota*, s'en distingue par une corne antapicale plus effilée, à base moins large, et surtout par la présence d'un éperon sur les cornes latérales. Celles-ci ont une taille équivalente à celles de *M. staurota* ou sont légèrement plus courtes. A l'instar de *M. staurota*, une dissymétrie des cornes latérales peut également s'observer chez *M.* cf. *staurota*.

Morphologiquement, *M.* cf. *staurota* constitue un intermédiaire entre *M. staurota* et *Muderongia australis* HELBY, 1987. L'absence d'une deuxième corne antapicale, ou même d'un bulbe antapical secondaire, ainsi que le fait que parfois une seule des deux cornes latérales porte un éperon, rapprochent plus cette forme de *M. staurota* que de *M. australis*.

Chez *Muderongia macwhaei*, la longueur des projections postcingulaires portées par la partie distale des cornes latérales est nettement plus importante que chez *M.* cf. *staurota*.

Dimensions : Longueur totale du kyste sans l'opercule = 80(87)98 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 43(48)52 µm ; largeur totale du kyste = 68(78)91 µm ; largeur du corps central = 49(51)54 µm ; longueur des cornes latérales = 17(25)31 µm ; longueur de la corne antapicale = 25(33)42 µm.

Nombre de spécimens mesurés = 5.

Muderongia tomaszowensis

ALBERTI, 1961

fig. S.03k ; pl. VI, fig. 4-5

1961 *Muderongia tomaszowensis* sp. nov. ALBERTI: pp. 12-13, pl. 2, fig. 12-13.

Description : Kyste proximate, cornucavate à delphicavate, comprimé dorso-ventralement, portant 4 cornes : 1 apicale, 2 latérales, 1 antapicale. Les cornes latérales, parfois inégalement longues, ont une taille variant entre 1/4 et 1/3 du diamètre équatorial du corps central. Leur extrémité distale est arrondie et présente souvent un sillon longitudinal qui reflète la position du paracingulum. Chacune des cornes latérales apparaît ainsi alignée avec le paracingulum bien que leur base respective soit très souvent décalée l'une par rapport à l'autre. Les cornes apicale et antapicale sont plus ou moins longues, axiales, mais de taille similaire, approchant 1/2 largeur du kyste. Elles sont émoussées, voire tronquées, à leur extrémité distale, mais apparemment fermées.

La paroi est composée d'un périphragme scabre et d'un endophragme lisse, scabre à microgranulaire, délimitant un endokyste ovale à rhomboïdal. Ces deux membranes ne sont habituellement séparées qu'à la base de chaque corne, mais un péricœle très étroit peut être développé entre les cornes latérales et la corne antapicale.

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par l'archéopyle apical, de type [tA], au contour en zigzag, ainsi que par le paracingulum souligné parfois par une bande transversale déprimée passant par les cornes latérales. Dans certains cas, de légères marques parasuturales peuvent exister. L'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale de kyste = 102(126)159 µm ; longueur totale du kyste sans l'opercule = 58(77)95 µm ; longueur du corps central = 59(65)71 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 37(52)64 µm ; largeur totale du kyste = 75(92)134 µm ; largeur du corps central = 52(59)69 µm ; longueur de la corne apicale = 16(30)43 µm ; longueur des cornes latérales = 10(18)39 µm ; longueur de la corne antapicale = 16(20)31 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 14.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). *M. tomaszowensis* se distingue de *Muderongia simplex* subsp. *simplex* par la présence d'une seule corne antapicale, et de *Muderongia staurota* par des cornes apicale et antapicale moins développées et des cornes latérales courtes et arrondies distalement.

Proche de *Muderongia pariata*, *M. tomaszowensis* s'en distingue en ne présentant pas de perforation sur l'extrémité distale de ses cornes.

Muderongia tomaszowensis forma **A**

ALBERTI, 1961

fig. S.03d ; pl. VI, fig. 6

1976 *Muderongia simplex* - BRIDEAUX: pl. 44.2, fig. 1.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). Cette forme se distingue de *M. tomaszowensis s.s.* par son périphragme lisse et ses cornes latérales qui ont une base très large. Le péricœle formé au niveau des cornes latérales rejoint généralement celui présent sous la corne antapicale.

Elle diffère de *Muderongia staurota* SARJEANT, 1966c en possédant des cornes latérales relativement larges et courtes, droites et distalement arrondies, alors qu'elles sont coudées et distalement pointues chez *M. staurota.*

Egalement proche de *Muderongia simplex* subsp. *simplex*, cette forme s'en éloigne en ne développant pas de corne (ou ébauche de corne) antapicale secondaire.

Dimensions : Longueur totale du kyste sans l'opercule = 98(109)119 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 53(62)73 µm ; largeur totale du kyste = 103(119)140 µm ; largeur du corps central = 57(66)82 µm ; longueur des cornes latérales = 18(26)32 µm ; longueur de la corne antapicale = 31(38)44 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Muderongia sp. **A**

fig. S.03h, S.04 ; pl. VI, fig. 8-9 ; pl. VII, fig. 4

Description : Kyste proximate, cornucavate à delphicavate, comprimé dorso-ventralement, portant 4 cornes proéminentes : 1 apicale, 2 latérales, 1 antapicale. La corne apicale n'a pas été observée. Les cornes latérales sont droites et courtes (environ 1/5 du diamètre équatorial du corps central). Distalement elles sont arrondies, droites ou peuvent présenter une légère encoche arrondie alignée avec la trace du paracingulum. La corne antapicale est droite, à base plus ou moins large selon les individus puis légèrement effilée et distalement arrondie ou pointue. Sa longueur varie entre 1/3 et 1/2 du diamètre équatorial du corps central. Cette corne est placée dans l'axe sagittal du kyste.

La paroi est composée d'un endophragme scabre délimitant un endokyste subsphérique, et d'un périphragme scabre à microgranulaire portant de nombreux petits granules sur le kyste. Ces granules sont nettement moins abondants au niveau des cornes et sont totalement absents au niveau du paracingulum. Les deux membranes sont étroitement accolées, excepté au niveau des cornes que seul développe le périphragme. La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par la marge échancrée de l'archéopyle ainsi que par le paracingulum marqué par une bande transversale légèrement déprimée et totalement dépourvue de granule. Chez certains individus, des granules sont alignées au niveau des sutures des paraplaques, indiquant la formule de paratabulation : ?4', 6", ?6c, ?1p, 6‴, 1⁗. Le paracingulum passe à hauteur des cornes latérales et peut même s'étendre jusqu'à leur encoche distale. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste sans l'opercule = 71(73)75 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 49(52)59 µm ; largeur totale du kyste = 73(80)89 µm ; largeur du corps central = 52(58)65 µm ; longueur des cornes latérales = 6(11)14 µm ; longueur de la corne antapicale = 12(16)18 µm.

Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). *Muderongia tomaszowensis* ALBERTI, 1961 est certainement l'espèce qui en est la plus proche. Elle s'en distingue par l'absence de granules sur son kyste.

De contour proche, *Muderongia* cf. *simplex* RAYNAUD, 1978 (pl. 1, fig. 12) n'est pas décrite par son inventeur et semble ne pas posséder de granules.

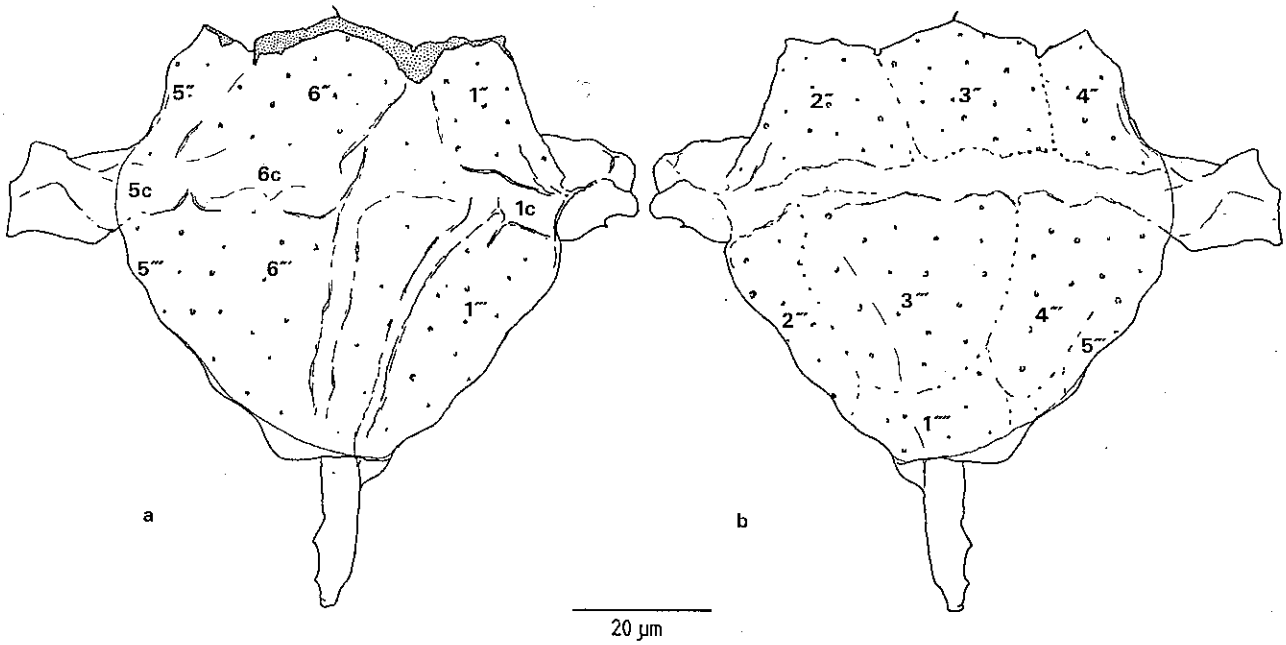


Fig. S.04 : *Muderongia* sp. A - Vues ventrale (**a**) et dorsale (**b**) montrant le schéma de la paratabulation.

Muderongia sp. **C**

fig. S.03b ; pl. VIII, fig. 1-2

Description : Kyste proximate de grande envergure, cornucavate à delphicavate, comprimé dorso-ventralement, portant 4 cornes : 1 apicale, 2 latérales, 1 antapicale. La corne apicale n'a pas été observée. Les cornes latérales sont perpendiculaires au corps central, relativement larges et à peine effilées. Elles sont très nettement disparates : la corne latérale droite est longue (1/2 à 4/5 du diamètre équatorial du corps central) avec une extrémité distale se rétrécissant pour finir arrondie ; la corne gauche est plus courte (1/5 à 1/2 du diamètre équatorial du corps central), distalement tronquée et présente souvent une petite encoche paracingulaire. La corne antapicale est longue (1/2 à 2/3 du diamètre équatorial du corps central) à base large, puis légèrement effilée. Des perforations sont présentes sur l'extrémité distale des cornes.

La paroi est composée d'un endophragme lisse à scabre délimitant un endokyste d'ambitus subrhomboïdal arrondi, et d'un périphragme scabre à microgranulaire. Ces deux membranes ne sont habituellement séparées qu'à la base de chaque corne que seul développe le périphragme.Un péricœle très étroit peut être développé entre une corne latérale et la corne antapicale.

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par l'archéopyle apical, de type [tA], au

contour en zigzag qui montre une échancrure plus profonde au niveau du parasulcus. L'opercule est composé et libre. Le paracingulum n'est pas exprimé, si ce n'est par l'encoche distale parfois présente à l'extrémité de la corne latérale la plus courte.

Dimensions : Longueur totale du kyste, sans l'opercule = 89(108)125 µm ; longueur du corps central, sans l'opercule = 60(63)66 µm ; largeur totale du kyste = 111(130)160 µm ; largeur du corps central = 62(66)74 µm ; longueur de la corne latérales droite = 31(40)59 µm ; longueur de la corne latérale gauche 11(20)28 µm ; longueur de la corne antapicale = 30(38)49 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : (*cf.* fig. S.03). *Muderongia* sp. C se distingue des autres espèces du genre *Muderongia* par ses cornes latérales très disparates et perforées distalement.

Muderongia perforata se distingue de *Muderongia* sp. C par la présence de deux cornes antapicales et des cornes latérales sensiblement identiques.

Genre **ODONTOCHITINA** DEFLANDRE, 1935,
emend. DAVEY, 1970, emend. BINT, 1986

Espèce-type : *Odontochitina operculata* (O. WETZEL, 1933a) DEFLANDRE & COOKSON, 1955.

Odontochitina operculata
(O. WETZEL, 1933a) DEFLANDRE & COOKSON, 1955
pl. II, fig. 11 ; pl. VIII, fig. 3

1933a *Ceratium (Euceratium) operculatum* sp. nov. O. WETZEL: pp. 170-171, pl. II, fig. 21-22 ; texte-fig. 3.
1935 *Odontochitina silicorum* sp. nov. DEFLANDRE: p. 234, pl. 9, fig. 8-10.
1955 *Odontochitina operculata* comb. nov. DEFLANDRE & COOKSON: pp. 291-292, pl. 3, fig. 5-6.

Description : Kyste proximate, cornucavate à delphicavate, portant 3 cornes bien développées : 1 apicale, 1 latérale (sur la droite du kyste) et 1 antapicale. Ces cornes sont longues (jusqu'à 2 fois le diamètre équatorial du corps central), à base large puis régulièrement effilées pour finir pointues et fermées distalement. Aucune perforation n'a été observée. La corne apicale n'a pas été vue ici. La corne antapicale est droite et se situe dans l'axe sagittal du kyste. La corne latérale est courbe, sa partie distale étant dirigée vers l'arrière du kyste.

La paroi est composée d'un endophragme lisse à scabre et d'un périphragme mince et lisse. Seul le périphragme développe les cornes. L'endophragme délimite un endokyste d'ambitus subcirculaire à ovale. Un péricœle bien développé à la base des cornes peut s'étendre entre les cornes latérale et antapicale.

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée uniquement par l'archéopyle apical, de type [tA], au contour en zigzag ; l'opercule est libre et composé. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur du corps central sans l'opercule = 48 µm ; largeur totale du kyste = 62 µm ; largeur du corps central = 57 µm ; longueur de la corne latérale = 49 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 1.

Remarque : Seulement deux exemplaires d'*O. operculata* ont été rencontrés au cours de cette étude, dans le Barrémien inférieur de la coupe de Vergons (zone à *Hugii*, niveau H56).

Comparaisons : Se reporter à la clé de détermination pour le genre *Odontochitina*.

Périphragme non épineux, non perforé	Absence de corne latérale			*O. singhii*
	Corne latérale courte	Cornes polaires régulièrement effilées		*O. nuda*
		Bombement des cornes apicale et antapicale vers le premier tiers de leur longueur		*O. athabaskensis*
	Corne latérale longue	Surface des cornes non ornementée		*O. operculata**
		Présence de côtes sur les cornes		*O. costata*
Périphragme non épineux, perforé	Corne latérale coudée	Cornes perforées médialement	Cornes distalement lisses et fermées	*O. ancala*
		Cornes perforées distalement	Cornes distalement tronquées et ouvertes	*O. rhakodes*
	Corne latérale non coudée	Cornes régulièrement effilées	Perforations alignées sur toute la longueur des cornes	*O. porifera*
			Perforations non alignées : Présence de côtes sur les cornes	*O. costata*
			Perforations non alignées : Absence de côte sur les cornes	*O. operculata**
		Cornes de forme lancéolée	Perforations uniquement sur la moitié distale des cornes	*O. cribropoda*
			Perforations sur toute la surface des cornes	*O. porifera*
Périphragme épineux, non perforé	Epines rares, cornes longues et très effilées ; tabulation non exprimée			*O. spinosa*
	Nombreuses épines, cornes à base large ; tabulation clairement soulignée par des rides parasuturales			*O. indigena*
Présence d'une seconde corne antapicale				*O. singhii*
Absence de corne latérale				*O. singhii*

Tableau S.a : Clé de détermination spécifique pour le genre *Odontochitina*.
(l'espèce-type est suivie d'un astérisque).

Liste des taxons pris en compte :

O. ancala BINT, 1986
O. annulata YU JINGXIAN & ZHANG WANGPING, 1980 (p. 110, pl. 3, fig. 10-11) : La diagnose de cette espèce est en chinois et n'a pas pu être traduite. De ce fait cette espèce n'a malheureusement pas pu être incluse dans la clé de détermination.
O. athabaskensis POCOCK, 1962
O. costata ALBERTI, 1961
O. cribropoda DEFLANDRE & COOKSON, 1955
O. indigena MARSHALL, 1988
O. nuda (GOCHT, 1957) DÖRHÖFER & DAVIES, 1980
O. operculata (O. WETZEL, 1933a) DEFLANDRE & COOKSON, 1955
O. porifera COOKSON, 1956
O. rhakodes BINT, 1986
O. singhii MORGAN, 1980
O. spinosa WILSON, 1984c

Genre **PHOBEROCYSTA** MILLIOUD, 1969
emend. HELBY, 1987

Espèce-type : *Phoberocysta neocomica* (GOCHT, 1957) MILLIOUD, 1969 *emend.* HELBY, 1987 subsp. *neocomica.*

Remarques : La grande similitude entre les genres *Muderongia* et *Phoberocysta* (voir les formes communes aux deux genres) amène à considérer ce dernier comme un genre devant être interprété comme tel uniquement d'un point de vue morphologique, et non pas biologique. La validité de *Phoberocysta* en tant que genre est acceptable uniquement dans le cadre d'une parataxonomie, ce qui est le cas de tous les Dinoflagellés fossiles, dont la systématique qui leur est appliquée repose sur des kystes et non des thèques.

Corroborant cette idée de genre morphologique et de similitude avec *Muderongia*, RAYNAUD (1978, p. 393) écrivait concernant ce dernier genre : «...dont la diagnose assez large ne paraît pas exclure les formes rapportées au genre *Phoberocysta* ».

Phoberocysta neocomica (GOCHT, 1957) MILLIOUD, 1969 emend. HELBY, 1987
subsp. **convexa** (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973
pl. II, fig. 12 ; pl. VIII, fig. 4-5

1957 *Wetzeliella* ? *neocomica* ? forma *convexa* nov. GOCHT: p. 178, pl. 20, fig. 1-2.
1969 *Phoberocysta neocomica* comb. nov. MILLIOUD: p. 432.
1973 *Phoberocysta neocomica* subsp. *convexa* stat. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 112.
1987 *Phoberocysta neocomica* emend. HELBY: pp. 310-313.

Description : Kyste proximochorate, delphicavate, fortement comprimé dorso-ventralement, d'ambitus rhomboïdal, portant 5 cornes : 1 apicale (axiale), 2 latérales (inégalement développées) et 2 antapicales (inégalement longues et situées de part et d'autre de l'axe sagittal du kyste). Les cornes ressortent assez peu du contour latéral du kyste car sont plus ou moins noyées dans les échancrures du périphragme. Ces échancrures, amples et peu nombreuses, confèrent au périkyste un aspect très découpé. La jonction de deux échancrures voisines aboutit à la formation d'un processus frêle, simple, parfois distalement bifide ou capité. Les processus sont en majorité parasuturaux mais parfois intratabulaires.

La paroi est composée d'un endophragme épais délimitant un endokyste d'ambitus subcirculaire à ovale, et d'un périphragme fin et lisse.

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par l'archéopyle et par de minces rides parasuturales ornées de quelques fins processus : ?4', 6", ?6c, 6''', 1p, 1''''. L'archéopyle est apical de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum est marqué par une bande transversale légèrement déprimée sur les cornes latérales et souligné par de basses rides ornées de rares processus. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Remarque : L'observation faite par MONTEIL (1985, p. 160) au sujet du périphragme semble également valable pour les spécimens rencontrés au cours de cette étude ; le périphragme se présente sous la forme d'une lame aplatie dans le plan dorso-ventral. Cette conformation, provoquée par une compression très accentuée semble résulter de l'accolement de deux épaisseurs de périphragme entraînant la disparition du péricœle.

Dimensions[1] : Longueur totale du kyste = 64(74)84 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 42(58)73 µm ; longueur du corps central = 52(58)65 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 38(51)79 µm ; largeur totale du kyste = 63(71)95 µm ; largeur du corps central = 48(52)65 µm ; longueur de la corne apicale = 9(10)12 µm ; longueur des cornes latérales = 7(11)20 µm ; longueur de la corne antapicale = 6(7)15 µm ; longueur des processus = jusqu'à 10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Un endokyste bien délimité, des échancrures du périphragme amples et des processus peu nombreux distinguent cette sous-espèce des autres représentants du genre *Phoberocysta*.

Phoberocysta ? *dubia* CORRADINI, 1973 ne présente qu'une corne antapicale (peu marquée) et de nombreux processus peu développés, contrairement à *P. neocomica* subsp. *convexa* chez qui les processus sont peu nombreux et relativement bien développés et qui possède 2 cornes antapicales.

Phoberocysta neocomica (GOCHT, 1957) MILLIOUD, 1969 emend. HELBY, 1987
subsp. **cruciformis** (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973
pl. II, fig. 13-14 ; pl. VIII, fig. 7-9

1957 *Wetzeliella* ? *neocomica* ? forma *cruciformis* nov. GOCHT: p. 176-177, pl. 19, fig. 5 ; pl. 20, fig. 3 ; texte-fig. 9-10.
1969 *Phoberocysta neocomica* comb. nov. MILLIOUD: p. 432, pl. II, fig. 4 ; pl. III, fig. 4.
1973 *Phoberocysta neocomica* subsp. *cruciformis* stat. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 112.
1987 *Phoberocysta neocomica* emend. HELBY: pp. 310-313.

Description : Kyste proximochorate, cornucavate, comprimé dorso-ventralement, d'ambitus rhomboïdal, portant 4 cornes : 1 apicale, 1 antapicale (axiales) et 2 latérales (parfois très inégalement développées). Ces dernières sont rarement en ligne avec le paracingulum et forment souvent un angle de 45° avec celui-ci. Les cornes ressortent très nettement du contour latéral du kyste et sont souvent effilées et raides. Le périphragme est parcouru par de nombreuses échancrures surmontées d'un processus, donnant au périkyste un aspect très découpé. Les processus sont simples, parfois distalement bifides ou capités. Ils sont en majorité parasuturaux mais parfois intratabulaires.

La paroi est composée d'un endophragme fin, lisse à scabre délimitant un endokyste d'ambitus subcirculaire à ovale et d'un périphragme fin et lisse. Endophragme et périphragme sont généralement étroitement accolés, excepté au niveau des cornes.

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par l'archéopyle et par des septes

[1] Les tailles des spécimens mesurés sont données sans tenir compte de leur ornementation (processus, épines...).

parasuturaux ornés de nombreux processus : 4', 6", 6c, 6"', 1p, 1"". L'archéopyle est apical, de type [tA], et présente un contour en zigzag entaillé par une encoche parasulcale profonde ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum se situe au niveau des cornes latérales. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 118(123)128 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 77(79)86 µm ; longueur du corps central = 59(63)66 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 50(54)65 µm ; largeur totale du kyste = 80(89)98 µm ; largeur du corps central = 42(53)59 µm ; longueur de la corne apicale = 30(31)32 µm ; longueur des cornes latérales = 18(21)33 µm ; longueur de la corne antapicale = 18(26)33 µm ; longueur des processus = jusqu'à 20 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 10.

Comparaisons : Le périphragme très échancré et des processus parfois très nombreux distinguent cette sous-espèce ; elle diffère de *Phoberocysta neocomica* (GOCHT, 1957) MILLIOUD, 1969 subsp. *neocomica* en étant cornucavate et non delphicavate voire circumcavate, et de plus par son périphragme développé dans un seul plan dorso-ventral.

L'espèce *Phoberocysta burgeri* HELBY, 1987, de l'Hauterivien d'Australie, ressemble à *P. neocomica* subsp. *cruciformis* mais s'en démarque en possédant 2 cornes antapicales.

Phoberocysta tabulata
RAYNAUD, 1978
pl. VIII, fig. 6

1978 *Phoberocysta tabulata* sp. nov. RAYNAUD: p. 393-394, pl. 1, fig. 2.

Description : Kyste proximochorate, delphicavate, fortement comprimé dorso-ventralement, portant 5 cornes : 1 apicale (axiale), 2 latérales (inégalement développées) et 2 antapicales (inégalement longues et situées de part et d'autre de l'axe sagittal du kyste). Les cornes latérales sont très courtes (entre 1/8 et 1/7 du diamètre équatorial du corps central). La corne antapicale droite est nettement plus courte (environ 1/15 du diamètre équatorial du corps central) que celle de gauche (environ 2/5 du même diamètre).

La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme scabres à microgranulaires. L'endophragme délimite un endokyste d'ambitus ovale. Le périphragme est échancré et développe seul les cornes et les épines qui ornent le kyste. Le contact entre l'endophragme et le périphragme se fait presque uniquement en faces ventrale et dorsale. Les épines qui ornent le kyste sont courtes (1-2 µm) et portées par de basses rides parasuturales bien distinctes mais irrégulièrement développées. Certaines épines isolées sont en position intratabulaire.

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par l'archéopyle et par les rides parasuturales. La formule n'a pas pu être complètement observée ici. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum est marqué par une bande transversale étroite située dans l'alignement des cornes latérales. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 87 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 54 µm ; largeur totale du kyste = 68 µm ; largeur du corps central = 55 µm ; longueur des cornes latérales = 6 µm ; longueur de la corne antapicale principale = 25 µm ; longueur de la corne antapicale secondaire = 4 µm ; longueur des processus = jusqu'à 4 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 1.

Remarque : Un seul spécimen appartenant à cette espèce a été rencontré au cours de ce travail : Hauterivien de la coupe de Vergons, dans la zone à *Balearis* (niveau H42).

Comparaisons : Cette espèce se distingue des autres espèces du genre *Phoberocysta* par ses cornes latérales courtes et sa paratabulation bien exprimée.

Phoberocysta "australis" sp. nov.
pl. III, fig. 2

Holotype : pl. III, fig. 2 ; lame H49-20µ-1.

Diagnose : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia australis* ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 76(81)86 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 47(50)53 µm ; largeur totale du kyste = 76(80)84 µm ; largeur du corps central = 42(49)55 µm ; longueur des cornes latérales = 22(25)30 µm ; longueur de la corne antapicale principale = 25(26)27 µm ; longueur de la corne antapicale secondaire = 7(9)10 µm ; longueur des processus = jusqu'à 10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Phoberocysta "crucis" sp. nov.
pl. III, fig. 9

Holotype : pl. III, fig. 9 ; lame H28-20µ-3.

Diagnose : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia crucis* ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 109 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 52 µm ; largeur du corps central = 58 µm ; longueur des cornes latérales = 48 µm ; longueur de la corne antapicale = 37 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 1.

Phoberocysta "extensiva" sp. nov.
subsp. "**extensiva**"
fig. S.05 ; pl. III, fig. 7-8

Holotype : fig. S.05 ; pl. III, fig. 8 ; lame H13-20µ-2.
Paratype : pl. III, fig. 7 ; lame Bu38-15µ-2.

Diagnose : Kyste proximate, delphicavate, fortement comprimé dorso-ventralement, d'ambitus rhomboïdal, portant 4 cornes : 1 apicale, 2 latérales et 1 antapicale (légèrement décalée par rapport au pôle antapical). Bien que souvent dissymétriques, les cornes latérales sont longues et médialement marquées par une encoche qui reflète la position du paracingulum. Le prolongement postérieur de cette encoche se présente sous la forme d'une longue projection dirigée vers l'arrière et s'effile jusqu'à son extrémité où elle devient pointue. La partie proximale des cornes latérales est de largeur constante et dans l'alignement du paracingulum.

La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses à scabres, très irrégulièrement accolés, surtout au niveau de l'hypokyste et au niveau des cornes. Le périphragme est parcouru par quelques échancrures surmontées d'un processus. Il forme au niveau des cornes latérales et antapicale une frange aplatie dorso-ventralement dans un plan différent de celui des cornes. Les processus sont simples, parfois distalement bifides ou capités. Ils sont en majorité parasuturaux mais parfois intratabulaires et sont souvent absents des parties distales des cornes.

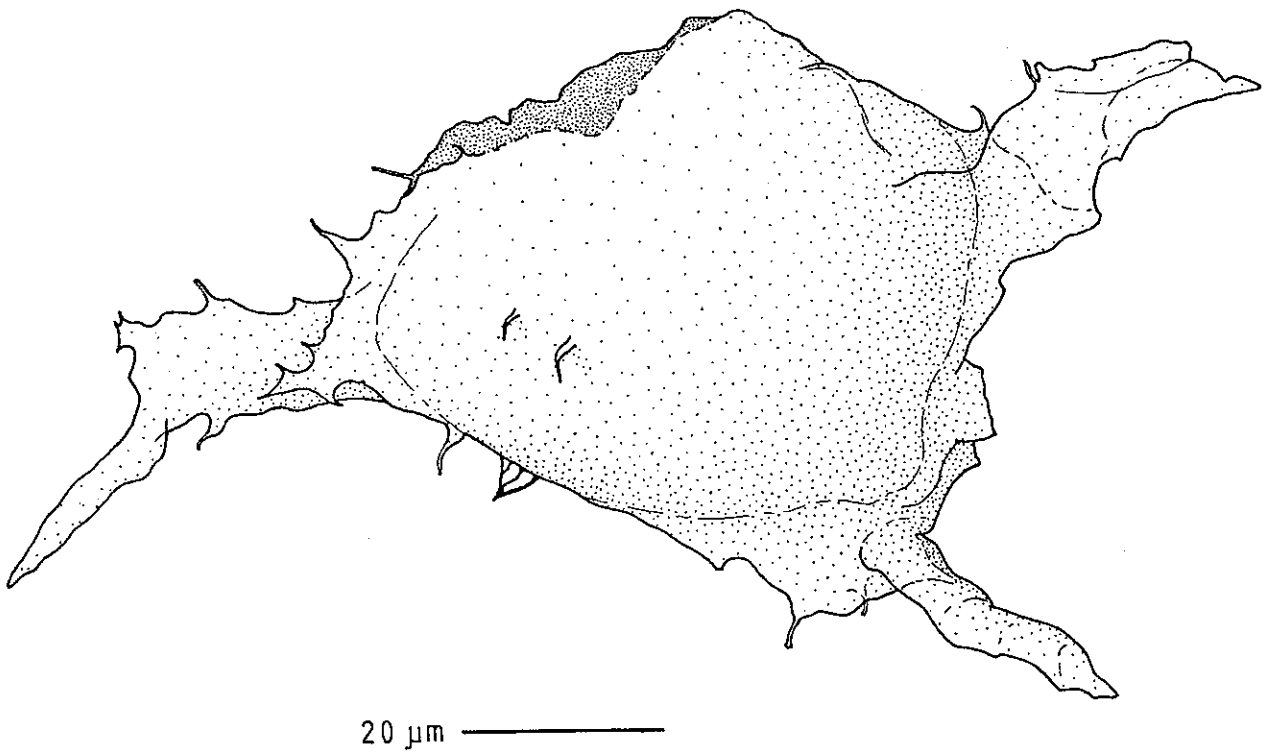


Fig. S.05 : *Phoberocysta "extensiva"* subsp. "*extensiva*" (holotype) - Vue dorsale (stade ornemental 2).

La paratabulation, de type cératioïde, est exprimée par la marge de l'archéopyle, le paracingulum (souligné par les cornes latérales) et parfois par de légères marques parasuturales. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur du kyste = 132 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 54(75)95 µm ; longueur du corps central = 64 µm ; longueur de corps central sans l'opercule = 37(47)58 µm ; largeur totale du kyste = 80(93)119 µm ; largeur du corps central = 46(57)70 µm ; longueur de la corne apicale = 42 µm ; longueur des cornes latérales = 12(21)34 µm ; hauteur des cornes latérales = 6(14)28 µm ; longueur de la corne antapicale = 16(28)36 µm ; longueur des processus = jusqu'à 12 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : L'archéopyle apical et le périphragme échancré mettent en évidence l'appartenance de cette forme au genre *Phoberocysta*. Les franges aplaties du périphragme développées dans un plan différent de celui des cornes rappellent *Phoberocysta neocomica* subsp. *neocomica*. Cependant, la silhouette générale et notamment les cornes latérales à éperons rappellent fortement *Muderongia extensiva*.

L'espèce *Phoberocysta burgeri* HELBY, 1987 de l'Hauterivien d'Australie est particulièrement proche de cette forme, mais s'en démarque en possédant 2 cornes antapicales.

Phoberocysta "extensiva" sp. nov.
subsp. **"bicornuta"** nov.
pl. IV, fig. 3

Holotype : pl. IV, fig. 3 ; lame H25-20µ-1.

Diagnose : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia extensiva* subsp. *bicornuta* ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 77(81)89 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 47(49)52 µm ; largeur totale du kyste = 93(98)102 µm ; largeur du corps central = 59(60)62 µm ; longueur des cornes latérales = 16(21)25 µm ; hauteur des cornes latérales = 3(12)21 µm ; longueur de la corne antapicale principale = 12(23)33 µm ; longueur de la "corne" antapicale secondaire = 4(7)9 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Phoberocysta "pariata" sp. nov.
pl. IV, fig. 7

Holotype : pl. IV, fig. 7 ; lame H55-15µ-1.

Diagnose : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia pariata* ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 73 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 53 µm ; largeur totale du kyste = 74 µm ; largeur du corps central = 58 µm ; longueur des cornes latérales = 18 µm ; longueur de la corne antapicale = 12 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 1.

Phoberocysta "simplex" sp. nov.
pl. V, fig. 2-3

Holotype : pl. V, fig. 2 ; lame H48-20µ-2.
Paratype : pl. V, fig. 3 ; lame Bu16'-15µ-1.

Diagnose : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia simplex* ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 87(92)97 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 47(55)64 µm ; largeur totale du kyste = 105(117)130 µm ; largeur du corps central = 63(68)74 µm ; longueur des cornes latérales = 26(29)30 µm ; longueur de la corne antapicale principale = 25(31)37 µm ; longueur de la corne antapicale secondaire = 5 µm ; longueur des processus = jusqu'à 10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Phoberocysta "cf. **simplex**"
fig. S.06 ; pl. V, fig. 6

Description : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia* cf. *simplex* ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 65(70)89 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 39(44)50 µm ; largeur totale du kyste = 73(102)134 µm ; largeur du corps central = 50(64)76 µm ; longueur des cornes latérales = 21(30)38 µm ; longueur de la corne antapicale = 15(19)28 µm ; longueur des processus = jusqu'à 15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

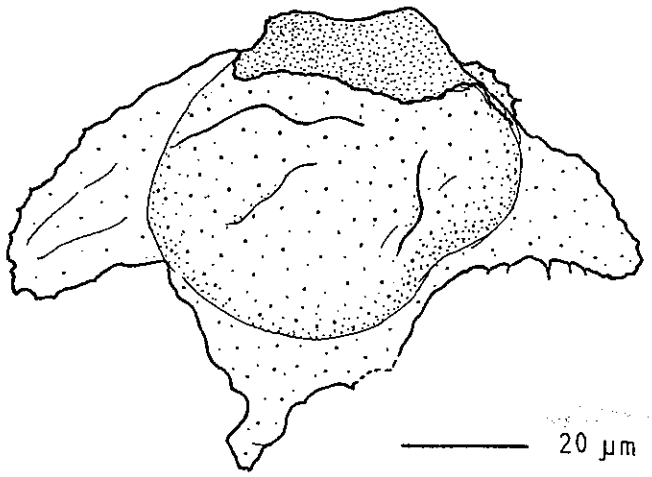


Fig. S.06 : *Phoberocysta* "cf. *simplex*" - Vue ventrale (stade ornemental 1).

Phoberocysta "staurota" sp. nov.
pl. V, fig. 9

Holotype : pl. V, fig. 9 ; lame H35-20µ-1.

Diagnose : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia staurota* ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 76(84)95 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 46(52)57 µm ; largeur totale du kyste = 70(78)91 µm ; largeur du corps central = 46(53)59 µm ; longueur des cornes latérales = 18(33)32 µm ; longueur de la corne antapicale = 21(26)33 µm ; longueur des processus = jusqu'à 11 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

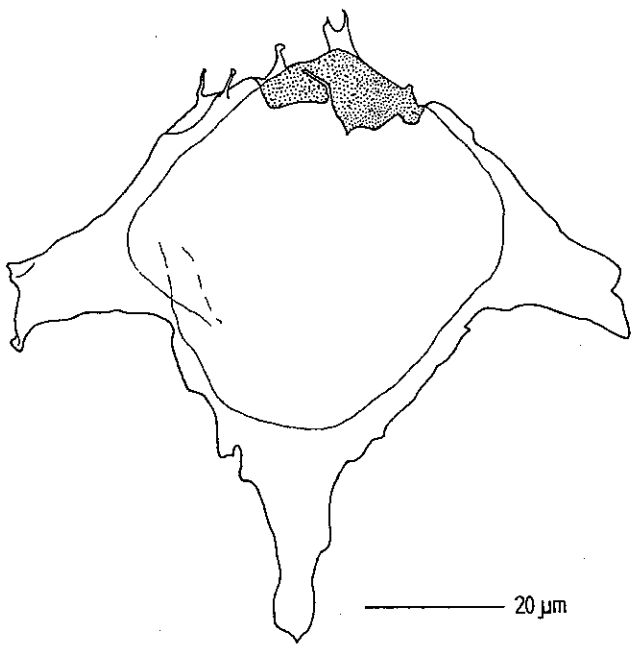


Fig. S.07 : *Phoberocysta* "cf. *staurota*" - Vue ventrale (stade ornemental 1).

Phoberocysta "cf. **staurota**"

fig. S.07 ; pl. VI, fig. 3

Description : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia* cf. *staurota* ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 68(73)77 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 44(45)46 µm ; largeur totale du kyste = 74(78)82 µm ; largeur du corps central = 51(52)53 µm ; longueur des cornes latérales = 10(15)21 µm ; longueur de la corne antapicale = 17(21)25 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Phoberocysta "**tomaszowensis**" sp. nov.

pl. VI, fig. 7

Holotype : pl. VI, fig. 7 ; lame H52-15µ-1.

Diagnose : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia tomaszowensis* ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 80(87)95 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 52(61)70 µm ; largeur totale du kyste = 86(87)88 µm ; largeur du corps central = 55(56)57 µm ; longueur des cornes latérales = 11(15)17 µm ; longueur de la corne antapicale = 18(22)25 µm ; longueur des processus = jusqu'à 14 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Phoberocysta "sp **A**"

pl. VI, fig. 10 ; pl. VII, fig. 8

Description : Forme et proportions identiques à celles de *Muderongia* sp. A ; elle s'en distingue par la présence d'épines de tailles variables suivant son stade morphologique (*cf.* chapitre IX).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 69(77)82 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 50(53)55 µm ; largeur totale du kyste = 85(94)103 µm ; largeur du corps central = 53(58)68 µm ; longueur des cornes latérales = 12(20)25 µm ; longueur de la corne antapicale = 18(23)27 µm ; longueur des processus = jusqu'à 4 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Genre PSEUDOCERATIUM GOCHT, 1957
emend. DÖRHÖFER & DAVIES, 1980 emend. BINT, 1986 emend. HELBY, 1987

Espèce-type : *Pseudoceratium pelliferum* GOCHT, 1957 *emend.* DÖRHÖFER & DAVIES, 1980 subsp. *pelliferum.*

Pseudoceratium gochtii
NEALE & SARJEANT, 1962
pl. VIII, fig. 12

1962 *Pseudoceratium (Eopseudoceratium) gochtii* sp. nov. NEALE & SARJEANT: pp. 446-448, pl. XX, fig. 3-4 ; texte-fig. 5.
non 1962 *Pseudoceratium gochtii* sp. nov. POCOCK: p. 79, pl. 14, fig. 213-214.
[1973 *Eopseudoceratium gochtii* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 54].
[1980 *Pseudoceratium pelliferum* emend. DÖRHÖFER & DAVIES: p. 39].

Remarques taxonomiques : Tel qu'originellement décrit par NEALE & SARJEANT (1962, pp. 446-448), *Pseudoceratium (Eopseudoceratium) gochtii* a une paratabulation particulièrement bien définie. Les amendations au genre *Pseudoceratium* proposées par DÖRHÖFER & DAVIES (1980, p. 33) et HELBY (1987, pp. 313-315) introduisent la possibilité de formes paratabulées dans ce genre, ce qui est notamment le cas pour *P. pelliferum.* Avant cela, les formes paratabulées étaient exclues de ce genre, de sorte que le transfert d'*E. gochtii* dans *Pseudoceratium* par STOVER & EVITT (1978, p. 78) était considéré par certains auteurs comme problématique. Aujourd'hui, *Eopseudoceratium* (NEALE & SARJEANT, 1962) LENTIN & WILLIAMS, 1973 et *Pseudoceratium* sont considérés comme synonymes, ce dernier nom ayant la priorité. Suite aux observations précédentes, DUXBURY (1983, p. 38) propose la mise en synonymie de *P. gochtii* et *P. pelliferum,* mais ce point de vue n'est pas suivi par LENTIN & WILLIAMS (1985, p. 297 ; 1989, p. 306).

Description : Kyste proximate, acavate parfois aptéate, comprimé dorso-ventralement, dont le corps central a un ambitus elliptique à subtriangulaire arrondi, à bords convexes. A chaque angle se développe une corne, donnant : 1 apicale, 1 postcingulaire droite et une antapicale. Ces cornes sont longues mais de tailles inégales et variables : la corne latérale a une longueur d'environ 1/3 du diamètre équatorial du kyste ; les cornes polaires sont plus longues et effilées avec une longueur de l'ordre de 1 fois ce même diamètre.

La paroi, peu épaisse, est constituée d'un autophragme finement corrugué ou réticulé, recouvert de nombreux processus ou tubercules très courts (0,5 à 1 µm). Ceux-ci, bien visibles en coupe optique, sont distalement arrondis ou capités. Ils sont plus courts sur les cornes que sur l'ensemble du kyste, les plus longs se trouvant sur l'hypokyste.

La paratabulation est de type cératioïde, exprimée par la marge de l'archéopyle et parfois par une bande équatoriale d'environ 5 µm de large dénuée de processus, représentant le paracingulum. L'archéopyle est apical, de type [tA], et possède un contour en zigzag particulièrement échancré au niveau du parasulcus. L'opercule est libre et composé mais peut rester en place. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 127(134)145 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 62(66)70 µm ; largeur totale du kyste = 73(77)82 µm ; largeur du corps central = 59(63)66 µm ; longueur de la corne latérale = 20(22)26 µm ; longueur de la corne antapicale = 59(67)77 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : *P. gochtii* se différencie des autres espèces de *Pseudoceratium* par la longueur particulièrement grande de ses cornes.

Selon ses inventeurs, *Pseudoceratium gochtii* diffère de *P. pelliferum* par l'absence d'épine sur le sillon longitudinal (parasulcus) et par les proportions relatives de ses cornes. BELOW (1982c, p. 36) ajoute que cette distinction se fait sur l'ornementation moins fournie de *P. gochtii*, et que les deux espèces peuvent présenter des bandes pandasuturales dénuées de processus. Cette différence est ici basée sur la longueur des cornes de *P. gochtii*..

Pseudoceratium weymouthense HELBY, 1987 possède également de longues cornes, mais celles-ci ont une base large, sont moins effilées et le corps central de cette espèce est plus anguleux que celui de *P. gochtii*.

Pseudoceratium pelliferum subsp. **pelliferum**
GOCHT, 1957 emend. DÖRHÖFER & DAVIES, 1980
pl. II, fig. 10 ; pl. IX, fig. 2-3

1957 *Pseudoceratium pelliferum* sp. nov. GOCHT: p. 166-168, pl. 18, fig. 1-2 ; texte-fig. 1-3.
1980 *Pseudoceratium pelliferum* emend. DÖRHÖFER & DAVIES: p. 39.

Description : Kyste proximate, acavate, parfois aptéate, comprimé dorso-ventralement, d'ambitus subtriangulaire à bords convexes. A chaque angle se développe une corne, donnant : 1 apicale, 1 antapicale et 1 postcingulaire à droite du kyste. Ces cornes sont de tailles inégales et variables, les polaires étant généralement les plus longues.

La paroi, peu épaisse, est constituée d'un autophragme finement corrugué ou réticulé, recouvert de nombreux processus courts (0,5-1 µm). Les processus apparaissent en général plus courts sur les cornes que sur l'ensemble du kyste, les plus longs se trouvant sur l'hypokyste. Là, ils peuvent occasionnellement présenter une extrémité bifurquée.

La paratabulation de cette espèce est mal connue car n'est habituellement exprimée que par le contour de l'archéopyle, lorsque celui-ci est développé. De type cératioïde, elle est parfois soulignée par des alignements de processus ou des bandes pandasuturales dénuées de processus. La paratabulation n'a ici jamais pu être intégralement observée.

L'archéopyle est apical, de type [tA], et possède un contour en zigzag particulièrement échancré au niveau du parasulcus. L'opercule est normalement libre et composé. Généralement indiscernables, le paracingulum et le parasulcus sont parfois respectivement marqués par un alignement transverse de processus plus longs et/ou une surface moins densément ornementée.

Remarques : Déjà souligné par MILLIOUD (1969, p. 433) et DUXBURY (1983, p. 38), il semble que dans l'étendue du degré d'ornementation de *P. pelliferum* il y ait des individus ne montrant aucune trace de paratabulation autre que la marge de l'archéopyle, et que d'autres montrent des traces faibles et partielles ou tangibles permettant de déchiffrer un schéma de paratabulation complet.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 130(146)161 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 58(84)106 µm ; longueur du corps central = 77(84)95 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 63(70)75 µm ; largeur totale du kyste = 68(78)89 µm ; largeur du corps central = 62(66)68 µm ; longueur de la corne apicale = 15(23)31 µm ; longueur de la corne latérale = 10(15)21 µm ; longueur de la corne antapicale = 14(23)34 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Espèce de grande taille, *Pseudoceratium weymouthense* se distingue de *P. pelliferum* par sa corne latérale relativement très large et par son autophragme et ectophragme bien différenciés entre lesquels se développent des processus irrégulièrement distribués.

La paroi épaisse et lisse à occasionnellement scabre, les cornes larges et distalement arrondies de *Pseudoceratium expolitum* BRIDEAUX, 1971 différencient cette espèce de *P. pelliferum.*

Pseudoceratium retusum BRIDEAUX, 1977 se démarque de *P. pelliferum* : en possédant des cornes apicale, postcingulaire et antapicale arrondies et à base plus large ; par une réduction de l'ornementation dorsale et ventrale ; et la fusion, chez la plupart des spécimens, de reliefs en forme de voûte à l'extrémité distale des cornes.

Pseudoceratium pelliferum subsp. **solocispinum**
(DAVEY, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1975
pl. VIII, fig. 10-11 ; pl. IX, fig. 1

1974 *Pseudoceratium pelliferum* var. *solocispinum* nov. DAVEY: p. 68, pl. 9, fig. 6.
1975 *Pseudoceratium pelliferum* subsp. *solocispinum* stat. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 2154.

Comparaisons : Cette forme est très proche de *Pseudoceratium pelliferum* subsp. *pelliferum* mais s'en éloigne par son corps central relativement large, des cornes courtes et une forte ornementation. Les épines peuvent être jointes distalement ou médialement et sont typiquement tronquées à leur extrémité. Elles sont de plus sensiblement plus larges que chez *P. pelliferum* subsp. *pelliferum.*

Dimensions : Longueur totale du kyste = 119 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 64(78)91 µm ; longueur du corps central = 87 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 58(63)71 µm ; largeur totale du kyste = 73(79)89 µm ; largeur du corps central = 62(68)76 µm ; longueur de la corne apicale = 12(14)15 µm ; longueur de la corne latérale = 6(10)12 µm ; longueur de la corne antapicale = 6(15)20 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Famille GONYAULACACEAE LINDEMANN, 1928

Genre ACHOMOSPHAERA EVITT, 1963

Espèce-type : *Achomosphaera ramulifera* (DEFLANDRE, 1937b) EVITT, 1963.

Achomosphaera ? neptunii
(EISENACK, 1958) DAVEY & WILLIAMS, 1966a

1958 *Baltisphaeridium neptuni* sp. nov. EISENACK: p. 399, pl. 26, fig. 7-8 ; texte-fig. 8.
1966a *Achomosphaera neptuni* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: pp. 51-52, pl. 3, fig. 7 ; pl. 9, fig. 11.
[1983 *Spiniferites neptunii* comb. nov. et emend. DUXBURY: p. 55, pl. 7, fig. 13-14].
[1985a *Florentinia* ? *neptunii* comb. nov. et emend. SARJEANT: pp. 89-93, pl. X, fig. 1-2].

Remarques taxonomiques : STOVER & EVITT (1978, p. 139) considèrent cette espèce comme problématique car, ayant eu l'occasion de voir l'holotype, EVITT a remarqué que celui-ci a un archéopyle apical et des processus creux, distalement fermés, multifurqués et intratabulaires. Pour cette raison, LENTIN & WILLIAMS (1985, p. 5) n'acceptent pas l'amendation ni le transfert dans *Spiniferites* proposés par DUXBURY (1983, p. 55). De même, LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 5) refusent l'amendation et le transfert dans *Florentinia* préconisé par SARJEANT (1985a, pp. 89-90, 92-93).

DUXBURY (1980, p. 112) réfute catégoriquement le fait que les processus soient intratabulaires et les considère comme gonaux et parasuturaux.

Pour SARJEANT (1985a), les processus sont intratabulaires mais l'archéopyle précingulaire. Cet auteur considère que seul l'holotype désigné par EISENACK (1958, p. 399, pl. 26, fig. 7) est attribuable à l'espèce *neptunii* et que le paratype (pl. 26, fig. 8) doit être référé au taxon «*Spiniferites* cf. *heterostylis* (HEISECKE, 1970) STOVER & EVITT, 1978».

Achomosphaera cf. neptunii
(EISENACK, 1958) DAVEY & WILLIAMS, 1966a
fig. S.08 ; pl. XII, fig. 1, 3 ; pl. XIII, fig. 1

? 1985 *Achomosphaera* ? *neptuni* - MONTEIL: pp. 30-31, pl. 1, fig. 1.
? 1989 *Achomosphaera neptunii* - POURTOY: pp. 25-26, pl. 16, fig. 2.

Description : Kyste chorate, à corps central subsphérique à ovoïde, dont la paroi est composée d'un endophragme fin et d'un périphragme plus épais, scabre à légèrement granulaire entre les processus et lisse à scabre sur les processus. Ces deux membranes sont étroitement accolées, sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Ces derniers ont une hampe de forme variable, subconique à tronconique, très râblée (largeur/longueur proche de 1/2 à 1/1), souvent presque plus large que haute, et qui peut être rubanée ou à section elliptique, mais rarement circulaire. Leur terminaison distale est multifurquée (bi-, tri- voire tétrafurquée), avec des "rameaux"

souvent relativement longs par rapport à la hauteur du processus. Les processus sont pleins ou creux, mais toujours fermés distalement. Leur longueur est d'environ 1/2 du diamètre équatorial du corps central.

Dans les cas rares ou l'archéopyle est visible, on voit que les processus se trouvent le long de la marge et principalement aux angles de l'ouverture laissée par l'opercule. Les processus sont donc considérés ici comme parasuturaux. Le spécimen illustré par la figure S8 se présente avec l'archéopyle face à l'observateur (S8a), mais malgré cela il est difficile de préciser d'après le contour de l'archéopyle si celui-ci est de type apical ou précingulaire. Sur la face opposée, le parasulcus est visible (S8b) ; puisque le parasulcus et l'archéopyle sont diamétralement opposés, c'est que l'archéopyle est dorsal, donc non apical. Il semble donc que chez *A.* cf. *neptunii* l'archéopyle soit précingulaire de type $P_{(3'')}$; l'opercule est libre.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, de formule inconnue du fait de l'absence de septes et de caractères parasuturaux suffisants. De très basses rides sont cependant parfois ponctuellement observables. Ni le paracingulum ni le parasulcus n'ont pu être déterminés avec certitude.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 81(88)95 µm ; largeur totale du kyste = 71(81)98 µm ; longueur du corps central = 49(55)64 µm ; largeur du corps central = 46(52)60 µm ; longueur des hampes des processus = 6(17)26 µm ; longueur des ramifications des processus = 2(8)15 µm. Nombre de spécimens mesurés = 8.

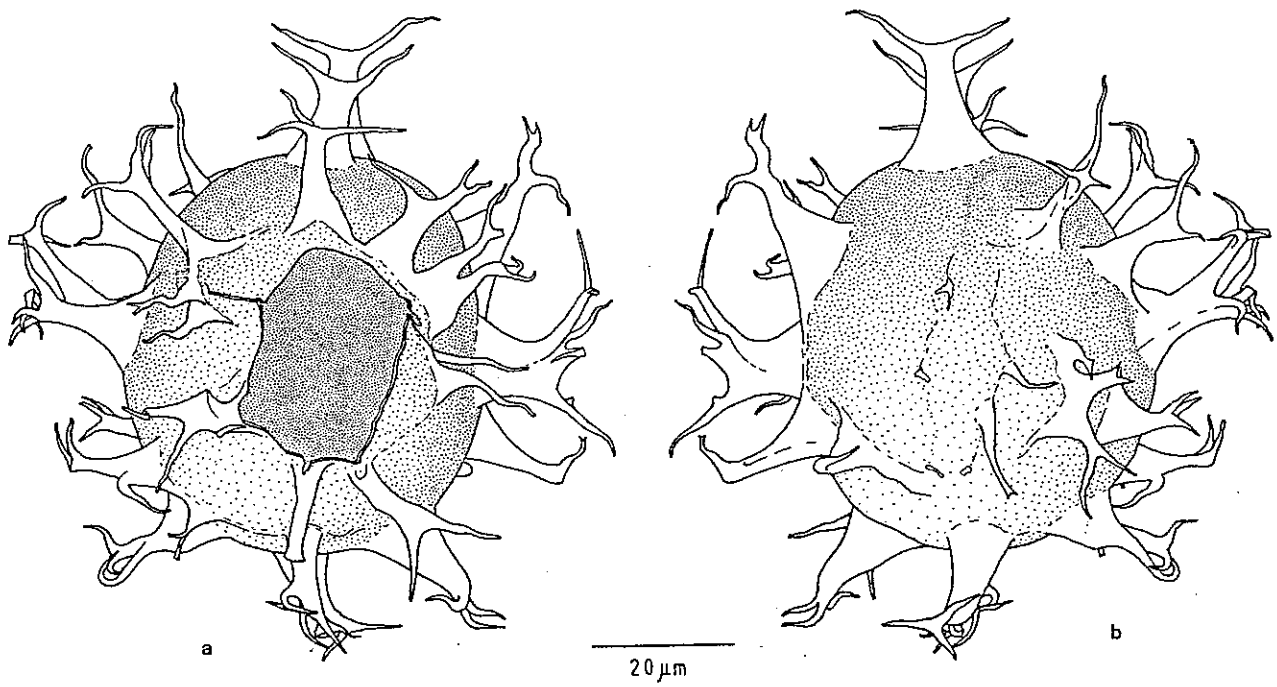


Fig. S.08 : *Achomosphaera* cf. *neptunii* - Vues dorsale (**a**) et ventrale (**b**) montrant respectivement l'archéopyle précingulaire et le parasulcus.

Comparaisons : La forme râblée des processus distingue cette forme des autres espèces appartenant au "complexe *Spiniferites* " *sensu* EVITT (1985, pp. 221-222).

Chez *A.* cf. *neptunii* les processus sont proportionnellement moins larges et moins râblés que

chez *A.* ? *neptunii.*

Achomosphaera heterostylis (HEISECKE, 1970) STOVER & EVITT, 1978 du Danien d'Argentine possède des processus de 2 types ; des fins, pleins, distalement tri- ou tétrafurqués d'une part, et des processus infundibuliformes, creux et ouverts, avec une bordure distale denticulée à épineuse d'autre part. Ce dernier type de processus, qui peut de plus présenter des fenestrations, distingue *A. heterostylis* d'*A.* cf. *neptunii.*

De forme générale proche, l'holotype d'*Achomosphaera improcera* ISLAM, 1983c (de l'Eocène moyen) a une surface totalement lisse, certains processus ouverts distalement et présente une légère bosse apicale.

Achomosphaera ramulifera
(DEFLANDRE, 1937b) EVITT, 1963
subsp. **ramosasimilis**
YUN, 1981
pl. XII, fig. 2 ; pl. XIII, fig. 2

1935 *Hystrichosphaera* cf. *ramosa* - DEFLANDRE: pl. 5, fig. 11.
1941 *Hystrichosphaeridium ramuliferum* - CONRAD: p. 2, pl. 1, fig. J.
1948b *Hystrichosphaeridium ramuliferum* - PASTIELS: p. 39, pl. 3, fig. 17-19.
1952 *Hystrichosphaeridium ramuliferum* - W. WETZEL: p. 398, pl. A, fig. 9, texte-fig. 9.
1955b *Hystrichosphaeridium ramuliferum* - VALENSI: p. 594, pl. 4, fig. 6.
? 1959 *Hystrichosphaeridium ramuliferum* - GOCHT: p. 71, pl. 3, fig. 9.
1963 *Hystrichosphaeridium ramuliferum* - BALTES: p. 586, pl. 7, fig. 13, 17-18.
1967b *Achomosphaera ramulifera* - COOKSON & EISENACK: p. 249, pl. 41, fig. 2.
1969a *Achomosphaera ramulifera* - DAVEY: p. 174, pl. 10, fig. 7.
1972 *Achomosphaera* cf. *ramulifera* - FOUCHER: pl. 1, fig. 3-4.
1974 *Achomosphaera ramulifera* - COOKSON & EISENACK: p. 54, pl. 23, fig. 14 (uniquement).
1981 *Achomosphaera ramulifera* subsp. *ramosasimilis* nov. YUN: pp. 14-15, pl. 1, fig. 1, 8 ; texte-fig. 3-b.

Remarque taxonomique : Aucune différence entre *Achomosphaera regiensis* CORRADINI, 1972 (p. 171, pl. 27, fig. 2, texte-fig. 8) du Crétacé supérieur d'Italie et *A. ramulifera* subsp. *ramosasimilis* n'apparaît probante. Il se pourrait que ces deux taxons soient conspécifiques.

Description : Kyste chorate, spiniférate, à corps central ovoïde, dont la paroi est composée d'un endophragme modérément épais, lisse et d'un périphragme fin, lisse à scabre. Les deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre, sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Ceux-ci ont une hampe effilée, de section circulaire, avec une longueur comprise entre 1/4 et 1/3 du diamètre équatorial du corps central. Distalement, ils sont trifides puis chaque trifurcation peut à son tour être bifide. Les processus sont gonaux ; des processus intergonaux peuvent (rarement) être présents, au nombre maximum de 1 entre 2 processus gonaux. Leur première division distale est bifide au lieu de trifide. Les processus sont pleins, parfois creux à leur base, et fermés distalement.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est indiquée par la position gonale des processus mais, du fait de l'absence de septes parasuturaux, sa formule reste inconnue avec exactitude. Les processus parasulcaux semblent plus fins que les autres. L'archéopyle est précingulaire, de type

$P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 82(84)87 µm ; largeur totale du kyste = 68(72)75 µm ; longueur du corps central = 53(56)59 µm ; largeur du corps central = 46(51)54 µm ; longueur des processus = 12(16)22 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : La forme, l'arrangement des processus et la structure du corps central sont équivalents à ceux de *Spiniferites ramosus* (EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966 subsp. *ramosus* ; les septes chez *A. ramulifera* subsp. *ramosasimilis* sont absents ou très faiblement développés.

Chez *Achomosphaera ramulifera* (DEFLANDRE, 1937b) EVITT, 1963 subsp. *ramulifera*, le corps central à un contour rhomboïdal ou ovale allongé et la paroi est plutôt fine. Généralement un processus apical s'individualise des autres processus par sa forme plus élancée, plus large et divisée près de la base de sa hampe. Une telle division proximale s'observe chez d'autres processus, notamment chez les précingulaires gonaux, donnant l'impression qu'il y a deux processus avec une base commune. Ce phénomène ne se produit pas chez *A. ramulifera* subsp. *ramosasimilis*.

Genre **ADNATOSPHAERIDIUM** WILLIAMS & DOWNIE, 1966c

Espèce-type : *Adnatosphaeridium vittatum* WILLIAMS & DOWNIE, 1966c.

Adnatosphaeridium caulleryi
(DEFLANDRE, 1938b) WILLIAMS & DOWNIE, 1969
pl. XII, fig. 4 ; pl. XIII, fig. 3

1938b *Hystrichosphaeridium caulleryi* sp. nov. DEFLANDRE: p. 189, pl. XI, fig. 2-3.
1947a *Cannosphaeropsis caulleryi* comb. nov. DEFLANDRE: pp. 1574-1576, fig. 4.
1966 *Adnatosphaeridium caulleryi* comb. nov. WILLIAMS & DOWNIE: p. 218 [*nomen nudum*].
1969 *Adnatosphaeridium caulleryi* comb. nov. WILLIAMS & DOWNIE: p. 17.

Description : Kyste phragmochorate, acavate, à corps central subsphérique dont la paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme très étroitement accolés l'un à l'autre. La paroi est scabre à microgranulaire entre les processus et lisse au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont arrangés en complexes annulaires ou plus souvent en fer à cheval (= soléates). Ces complexes sont pénitabulaires, évasés à buccinates. Les processus sont pleins, plus ou moins ramifiés. Pour chaque complexe, les processus sont reliés à leur base par une sorte de ride et distalement par une trabécule lisse ou serrate, souvent interrompue. Ceci donne à ces complexes de processus un aspect tubulaire fenestré.

Des processus intratabulaires à hampe simple, distalement bifides sont présents sur la zone équatoriale, représentant le paracingulum. Le parasulcus n'est pas indiqué.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est indiquée par les complexes pénitabulaires et les

processus équatoriaux. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 90(108)125 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 66(73)82 µm ; longueur du corps central = 58(67)76 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 43(52)73 µm ; largeur totale du kyste = 86(103)119 µm ; largeur du corps central = 52(61)74 µm ; longueur des processus = 17(24)32 µm ; diamètre distal des complexes de processus = 15(25)49 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Chez *Adnatosphaeridium multispinosum* WILLIAMS & DOWNIE, 1966c, les trabécules distales sont plus membraneuses et portent des épines. De plus, les complexes de processus peuvent être reliés distalement (à des complexes voisins).

A. caulleryi se distingue de *Hystrichosphaerina orbifera* (KLEMENT, 1960) STOVER & EVITT, 1978 et *Hystrichosphaerina schindewolfii* ALBERTI, 1961 par ses processus arrangés en complexes soléates ou rarement annulaires, alors qu'ils sont toujours annulaires chez ces deux dernières espèces.

Genre **APTEODINIUM** EISENACK, 1958
emend. SARJEANT, 1985a emend. LUCAS-CLARK, 1987
pl. XII, fig. 5 ; pl. XIII, fig. 5

Espèce-type : *Apteodinium granulatum* EISENACK, 1958 *emend.* SARJEANT, 1985a *emend.* LUCAS-CLARK, 1987.

Remarques : Peu de spécimens appartenant à ce genre ont été rencontrés, et n'ont pas pu être déterminés en deçà du niveau générique du fait de leur médiocre préservation. Les caractères fondamentaux du genre *Apteodinium* étaient cependant reconnaissables : ces individus sont cités sous *Apteodinium* spp.

Description : Kyste proximate surmonté par une projection apicale plus ou moins longue. La paroi est constituée d'un autophragme peu ou pas ornementé. Seuls l'archéopyle et le paracingulum indiquent la paratabulation. L'archéopyle est précingulaire de type $P_{(3'')}$; l'opercule est libre.

Comparaisons : *Apteodinium* diffère de *Cribroperidinium* NEALE & SARJEANT, 1962 *emend.* HELENES, 1984 par l'absence ou le faible développement des septes et autres caractères parasuturaux.

Genre **ATOPODINIUM** DRUGG, 1978

Espèce-type : *Atopodinium prostatum* DRUGG, 1978.

Atopodinium haromense

THOMAS & COX, 1988

pl. XII, fig. 6 ; pl. XIII, fig. 4

1978 ? *Maduradinium* sp. A DAVEY: pp. 894-895, pl. 5, fig. 5-6.
1978 Dinoflagellate type 4 THUSU: p. 86, pl. 7, fig. 13 (uniquement).
1982a ? *Maduradinium* sp. A DAVEY: pl. 10, fig. 13.
1982b ? *Maduradinium* sp. A DAVEY: pl. 4, fig. 1-3.
1988 *Atopodinium haromense* sp. nov. THOMAS & COX: pp. 319-321, 325, pl. I, fig. 1-6 ; texte-fig. 4.

Description : Kyste proximate, acavate, d'ambitus subpolygonal arrondi, comprimé dorso-ventralement. L'antapex est aplati ou légèrement convexe. La paroi est constituée d'un autophragme seul, fin, scabre à microgranulaire. La paratabulation semble de type gonyaulacoïde, soulignée par des rangées irrégulières de granules et des plis. Sa formule n'a pas pu être précisée. Les granules sont typiquement plus abondants sur la paraplaque antapicale 1"" et au niveau du paracingulum, parfois également au niveau du parasulcus qui est souvent très froissé. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur du kyste = 64(69)75 µm ; largeur du kyste = 43(51)58 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : D'aspect général proche, *Atopodinium prostatum* diffère d'*A. haromense* par la présence de deux lobes antapicaux proéminents. La paraplaque antapicale d'*A. haromense* est plate ou convexe, jamais invaginé comme chez *A. prostatum*.

Genre **AVELLODINIUM** DUXBURY, 1977

emend. BACKHOUSE, 1988

Espèce-type : *Avellodinium falsificum* DUXBURY, 1977.

Avellodinium lepidum

BACKHOUSE, 1988

fig. S.09 ; pl. XII, fig. 7

? 1985 *Achomosphaera* sp. 1 MONTEIL: pp. 31-32, pl. 1, fig. 2 ; texte-fig. 7.
1988 *Avellodinium lepidum* sp. nov. BACKHOUSE: p. 75, pl. 19, fig. 3-7 ; pl. 47, fig. 1.

Description : Kyste chorate, spiniférate, à corps central subsphérique à ovoïdal, dont la paroi est épaisse, composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Celui-ci est scabre à microgranulaire entre les processus et lisse sur leur hampe. Les processus sont pleins, gonaux et intergonaux (1 à 2 intergonaux entre 2 processus gonaux) et effilés. Leur longueur varie entre 1/4 et 1/3 du diamètre équatorial du corps central. Leur hampe est droite et devient distalement irrégulièrement branchue

(dichotomique), chaque division (au nombre de 2 pour les processus intergonaux, ou 3 pour ceux gonaux) peut être à nouveau bifurquée (*cf.* fig. S.09). Chaque division et/ou subdivision peut, d'un processus à l'autre ou bien pour un même processus, avoir une longueur très variable, devenant parfois très effilée. Excepté leur extrémité distale variable, les processus sont tous sensiblement identiques et reliés à leur base par de très basses rides parasuturales.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde : 3', 6", 6c, 5-6‴, 1p, 1⁗. L'archéopyle est épitractal, de type [tAtP] ; l'opercule est combiné et libre bien que souvent observé en place. Le parasulcus ne semble pas exprimé.

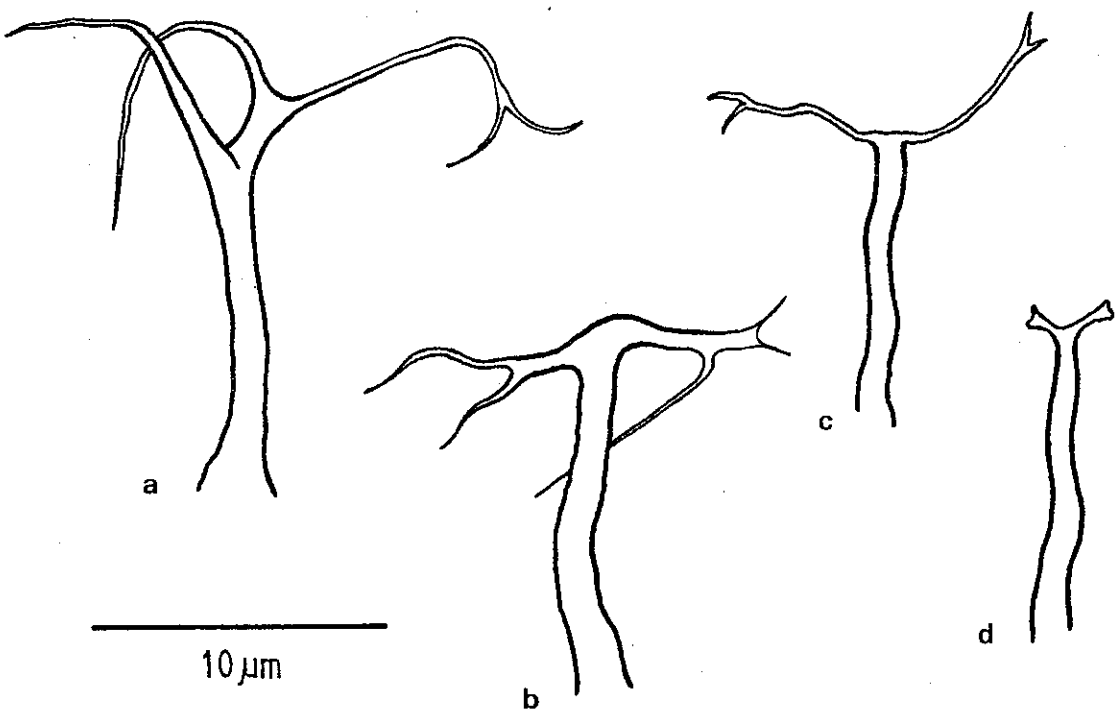


Fig. S.09 : Morphologie des processus d'*Avellodinium*, montrant les ramifications par dichotomie ; (**a**-**b**) processus gonaux ; (**c**-**d**) processus intergonaux.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 58(64)71 µm ; longueur du corps central = 36(44)57 µm ; largeur totale du kyste = 58(64)71 µm ; largeur du corps central = 37(43)53 ; longueur des processus = 10(13)20 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : *Avellodinium falsificum* DUXBURY, 1977 possède un corps central moins ornementé (lisse à finement granulaire), des processus relativement plus longs, des septes plus hauts et un moins grand nombre de processus du fait de l'absence des processus intergonaux chez cette espèce.

De forme et texture identiques, *Achomosphaera mariannae* (PHILIPPOT, 1949) STOVER & EVITT, 1978 développe des processus beaucoup plus nombreux, avec des ramifications commençant souvent beaucoup plus bas sur la hampe des processus.

Avellodinium cf. **lepidum**
BACKHOUSE, 1988
pl. XII, fig. 8

1989 *Ctenidodinium* ? sp. A POURTOY: p. 67, pl. 16, fig. 7-8?, 9.

Remarques taxonomiques : La différence essentielle entre *Ctenidodinium* DEFLANDRE, 1938b *emend.* SARJEANT, 1966b *emend.* SARJEANT, 1975a *emend.* WOOLLAM, 1983 *emend.* BENSON, 1985 et *Avellodinium* repose selon BACKHOUSE (1988, p. 75) sur la longueur des processus, proportionnellement plus courts chez *Ctenidodinium* que chez *Avellodinium.* A ceci je rajouterai que les processus de *Ctenidodinium* ne présentent jamais de dichotomies aussi prononcées que chez *Avellodinium* et les processus gonaux sont mieux différenciés des intergonaux chez *Avellodinium* que chez *Ctenidodinium.*

Description : Kyste spiniférate, proximochorate, dont le corps central est subsphérique à ovoïdal avec une paroi composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à scabre, étroitement accolés excepté au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont gonaux et intergonaux (1 à 2 entre deux processus gonaux), pleins, reliés proximalement par de basses rides parasuturales. Ils sont relativement courts, leur longueur variant entre 1/5 et 1/6 du diamètre équatorial du corps central. Leur hampe, droite, devient irrégulièrement branchue dans son tiers supérieur. Chaque division (au nombre de 2 pour les processus intergonaux ou 3 pour les gonaux) peut successivement être bifurquée une à deux fois pour terminer en une sorte de court filament. Les processus gonaux et intergonaux présentent les mêmes caractéristiques morphologiques. Quelques processus simples, épineux, peuvent cependant être présents.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde : 3', 6", ?6c, 5"', 1p, 1''''. L'archéopyle est épitractal, de type [tAtP], avec un opercule combiné et libre qui est rarement observé en place. Le parasulcus ne semble pas exprimé.

Dimensions : Largeur totale du kyste = 44(65)74 µm ; largeur du corps central = 41(46)53 µm ; longueur des processus = 5(10)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Cette forme est en tous points identique à *Avellodinium lepidum* excepté en ce qui concerne la taille relative des processus qui sont beaucoup plus courts chez *A.* cf. *lepidum.*

Avellodinium falsificum possède des processus plus longs (environ 1/2 du diamètre équatorial du corps central) et pas ou très peu de processus intergonaux.

Dichadogonyaulax culmula (NORRIS, 1965) LOEBLICH & LOEBLICH, 1968 est également très proche d'*A.* cf. *lepidum* mais se démarque par des processus morphologiquement différents et surtout par son périphragme infraponctué.

Les processus plus épineux et moins branchus ainsi que la présence de septes plus ou moins régulièrement développés distinguent *Ctenidodinium corrugatum* (VALENSI, 1953) JAN DU CHENE,

FAUCONNIER & FENTON, 1985 de cette forme.

Genre **BATIACASPHAERA** DRUGG, 1970b

Espèce-type : *Batiacasphaera compta* DRUGG, 1970b.

Batiacasphaera macrogranulata
MORGAN, 1975
pl. XII, fig. 13

1975 *Batiacasphaera macrogranulata* sp. nov. MORGAN: p. 162, pl. 2, fig. 3a-d.

Description : Kyste proximate, acavate, dont le corps central est subsphérique. La paroi, constituée d'un autophragme seul, a une surface parsemée de nombreux petits tubercules ou granules bien distincts, parfois coalescents. La paroi est lisse à scabre entre les granules.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Mis à part la marge échancrée de l'archéopyle, aucune trace de paratabulation n'est visible.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 44(48)53 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 34(37)42 µm ; largeur du kyste = 37(43)47 µm ; hauteur de l'ornementation = 0,5(0,7)1 µm. Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Batiacasphaera baculata* DRUGG, 1970b a des tubercules plus hauts (2-2,5 µm) et plus espacés que chez *B. macrogranulata*.

Chez *Batiacasphaera saidensis* BELOW, 1981a, l'ornementation est semblable à celle de *B. macrogranulata* mais en étant bien plus dense et non uniformément répartie.

L'ornementation de *Batiacasphaera compta* DRUGG, 1970b est finement réticulée à fovéolée mais non granulaire.

Batiacasphaera sp. **A**
pl. XII, fig. 9-10 ; pl. XIII, fig. 10

Description : Kyste proximate, acavate, à corps central subsphérique à ovoïde, dont la paroi est constituée d'un autophragme seul. Celle-ci est d'épaisseur modérée (moins de 1 µm), scabre à microgranulaire, d'aspect "sale" avec une ornementation irrégulièrement granulaire.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Mis à part la marge échancrée de l'archéopyle, aucune trace de paratabulation n'est visible.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 26(38)48 µm ; largeur du kyste = 26(35)47 µm. Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Chez *Batiacasphaera macrogranulata* MORGAN, 1975, espèce la plus proche de *Batiacasphaera* sp. A, la paroi est lisse entre les granules et non scabre à microgranulaire.

Une paroi épaisse (1-1,5 µm) et la présence d'une fine réticulation chez *Batiacasphaera reticulata* (DAVEY, 1969b) DAVEY, 1979b différencient cette espèce de *Batiacasphaera* sp. A.

Batiacasphaera euteiches (DAVEY, 1969b) DAVEY, 1979b possède une paroi très épaisse (2-3 µm) et densément granulaire.

Chez *Batiacasphaera saidensis* BELOW, 1981a, l'ornementation est plus dense que chez *Batiacasphaera* sp. A avec des granules nombreux et parfois coalescents, ce qui n'est jamais le cas chez *Batiacasphaera* sp. A.

Batiacasphaera sp. **H**

pl. XII, fig. 14

Description : Kyste proximate, acavate, dont le corps central est subsphérique à ovoïde avec une paroi constituée d'un autophragme seul. Celle-ci est relativement épaisse (environ 1 µm) avec une surface scabre à irrégulièrement "vérolée" lui donnant un aspect "sale". Aucun autre type d'ornementation n'est présent.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Mis à part la marge échancrée de l'archéopyle, aucune trace de paratabulation n'est visible.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 31(42)50 µm ; largeur du kyste = 37(45)55 µm. Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Cette espèce se distingue de *Batiacasphaera* sp. A par l'absence totale de granulation.

Chez *Batiacasphaera subtilis* STOVER & HELBY, 1987c, le kyste a une paroi épaisse (2-3 µm, parfois plus) avec une surface lisse à chagrinée et une ornementation granulaire plus prononcée en zone équatoriale.

Batiacasphaera sp. **P**

pl. XII, fig. 12

Description : Kyste proximate, acavate, dont le corps central est subsphérique. La paroi, constituée d'un autophragme seul, est fine, translucide, avec une surface lisse à scabre voire très légèrement microgranulaire.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Mis à part la marge échancrée de l'archéopyle, aucune trace de paratabulation n'est visible.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 32(36)41 µm ; largeur du kyste = 32(36)41 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Comparaisons : Espèce de l'Eocène d'Angleterre, *Batiacasphaera explanata* (BUJAK, 1980) ISLAM, 1983a, a une paroi lisse à chagrinée mais une taille beaucoup plus grande (longueur sans l'opercule = 44-66 µm ; largeur = 48-70 µm) que celle de *Batiacasphaera* sp. P.

Egalement proche de *Batiacasphaera* sp. P, *Batiacasphaera micropapillata* STOVER, 1977 a une ornementation constituée de petites papilles, granules ou microréticulation beaucoup plus dense.

Genre **BOURKIDINIUM** MORGAN, 1975

Espèce-type : *Bourkidinium granulatum* MORGAN, 1975.

Bourkidinium granulatum

MORGAN, 1975

pl. XII, fig. 11 ; pl. XIII, fig. 6

1975 *Bourkidinium granulatum* sp. nov. MORGAN: pp. 160-131, pl. II, fig. 2a-c.

Description : Kyste skolochorate, acavate, d'ambitus ovale allongé. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme très étroitement accolés, excepté à la base des processus que seul développe le périphragme. L'endophragme est épais, microgranulaire à granulaire ; le périphragme est fin et lisse. Les processus sont regroupés exclusivement aux pôles du kyste. Les antapicaux sont au nombre de 8 à 15, les apicaux, moins nombreux, au nombre de 4 à 7. Les processus sont relativement longs (en moyenne entre 1/2 et 3/4 de la largeur du corps central), tubulaires avec une extrémité distale ouverte pouvant s'évaser très rapidement. Il n'a pas été possible de préciser si les processus sont en position intratabulaire ou non.

La paratabulation est gonyaulacoïde, exprimée uniquement par l'archéopyle apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Pratiquement tous les processus apicaux se situent sur l'opercule. Lorsque celui-ci est libéré, il ne reste que 0 à 4 processus le long de la marge de l'archéopyle. Aucune trace du paracingulum ou du parasulcus n'est visible.

Remarques : D'après les spécimens observés ici, et contrairement à la diagnose originale, il semble que la paroi des kystes de *B. granulatum* soit double, constituée d'un endophragme et d'un périphragme et non d'un autophragme seul.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 33(37)43 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 23(29)32 µm ; largeur du kyste = 32(34)36 µm ; largeur du corps central = 20(23)25 µm ; longueur des processus = 4(9)14 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : Cette espèce se reconnaît par la distribution inhabituelle de ses processus.

Tanyosphaeridium magneticum DAVIES, 1983 en est certainement l'espèce la plus proche ; elle se distingue par un corps central plus allongé, un plus grand nombre de processus polaires (14-

17 à chaque extrémité) et la présence de quelques processus paracingulaires. La morphologie des processus est cependant identique.

Bourkidinium psilatum CH. SINGH, 1983 possède un corps central lisse et des processus distalement verticillés avec des épines recourbées vers le bas.

Bourkidinium psilatum

CH. SINGH, 1983

1983 *Bourkidinium psilatum* sp. nov. CH. SINGH: p. 125, pl. 42, fig. 8-9 ; pl. 43, fig. 1.

Bourkidinium cf. **psilatum**

CH. SINGH, 1983

var. **A**

fig. S.10a ; pl. XII, fig. 15

1989 *Bourkidinium* sp. 1 POURTOY: pp. 34-35, pl. 8, fig. 7.

Description : Kyste skolochorate, acavate, d'ambitus ovale fortement allongé. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. L'endophragme est épais, lisse à scabre ou faiblement microgranulaire ; le périphragme est fin et lisse. Les processus sont regroupés exclusivement aux pôles du kyste. Les antapicaux sont au nombre de 4 à 6, les apicaux n'ont pas été observés. Les processus sont longs (environ 0,7 à 1 fois la largeur du corps central), droits, d'aspect très rigides (comme des baguettes), parfaitement tubulaires avec une extrémité distale tronquée et ouverte. Il n'a pas été possible de préciser si les processus sont en position intratabulaire ou non.

La paratabulation est gonyaulacoïde, exprimée uniquement par la marge de l'archéopyle apical de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Tous les processus apicaux se situent sur l'opercule. Lorsque celui-ci est libéré, il ne reste aucun processus le long de le marge de l'archéopyle. Aucune trace du paracingulum ou du parasulcus n'est visible.

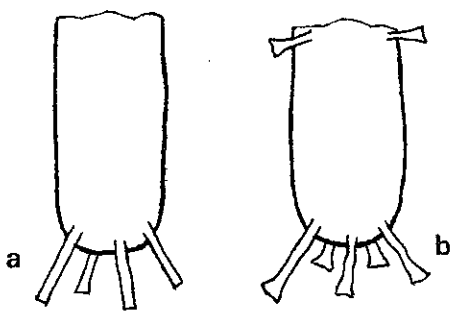


Fig. S.10 : *Bourkidinium* cf. *psilatum* - Différences schématiques de la morphologie des variétés A (**a**) et B (**b**).

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 52(62)70 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 37(39)42 µm ; largeur totale du kyste = 41(44)47 µm ; largeur du corps central =

21(25)27 µm ; longueur des processus = 18(25)33 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : Cette forme se reconnaît par la distribution inhabituelle de ses processus qui sont peu nombreux, rigides et tronqués distalement.

Bourkidinium psilatum possède un plus grand nombre de processus qui de plus sont distalement verticillés avec des épines recourbées vers le bas.

Bourkidinium granulatum a une paroi microgranulaire à granulaire alors qu'elle est plutôt lisse à scabre chez *B.* cf. *psilatum* var. A.

Bourkidinium cf. psilatum
CH. SINGH, 1983
var. **B**
fig. S.10b ; pl. XII, fig. 16 ; pl. XIII, fig. 7, 11

1989 *Bourkidinium* sp. 2 POURTOY: p. 36, pl. 8, fig. 8.

Comparaisons : Cette forme est similaire à *B.* cf. *psilatum* var. A par les proportions de son kyste, la texture et l'ornementation de sa paroi... Elle s'en démarque par des processus moins rigides, distalement tronqués ou rapidement évasés qui, de plus, sont parfois présents sur la marge postérieure de l'archéopyle (maximum au nombre de 3).

Contrairement à *Bourkidinium psilatum*, *B.* cf. *psilatum* var. B ne développe jamais de processus distalement verticillé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 71 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 41(50)62 µm ; longueur du corps central = 44 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 32(38)46 µm ; largeur du kyste = 37(46)53 µm ; largeur du corps central = 22(27)34 µm ; longueur des processus = 37(46)53 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Genre **CALLAIOSPHAERIDIUM** DAVEY & WILLIAMS, 1966b,
emend. DUXBURY, 1980 emend. BELOW, 1981a

Espèce-type : *Callaiosphaeridium asymmetricum* (DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939) DAVEY & WILLIAMS, 1966b (*emend.* CLARKE & VERDIER, 1967).

Callaiosphaeridium asymmetricum
(DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939) DAVEY & WILLIAMS, 1966b
pl. XIV, fig. 1

1939 *Hystrichosphaeridium asymmetricum* sp. nov. DEFLANDRE & COURTEVILLE: p. 100-101, pl. IV, fig. 1-2.

1966b *Callaiosphaeridium asymmetricum* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 104, pl. 8, fig. 9-10 ; pl. 9, fig. 2.

[1967 *Hexasphaera asymmetrica* comb. nov. et emend. CLARKE & VERDIER: pp. 43-44, pl. 7, fig. 1-3 ; texte-fig. 17].

Remarques taxonomiques : LENTIN & WILLIAMS (1973, p. 21) ne tiennent pas compte de l'amendation apportée à l'espèce *asymmetricum* par CLARKE & VERDIER (1967, p. 43) lorsque ces auteurs la transfèrent dans *Hexasphaera* CLARKE & VERDIER, 1967. Ceux-ci voyaient les processus équatoriaux à la fois intratabulaires et suturaux, portés par 3 grandes paraplaques : «the disposition of these large processes with regard to the three large plates is such that each plate has one process in the centre and half a process at its junction with the next plate, *i.e.* three processes are situated on the sutures and three are centratabular».

Cette amendation par CLARKE & VERDIER qui porte sur la position des processus et décrit un archéopyle apical n'est pas acceptée ici.

CLARKE *et al.* (1968, p. 181) remarquent que les diagnoses des genres *Callaiosphaeridium* et *Hexasphaera* diffèrent considérablement. Pourtant, les deux diagnoses sont formulées d'après l'interprétation de la morphologie de la même espèce, *Hystrichosphaeridium asymmetricum* DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939. L'holotype n'ayant pu être observé, les différences dans l'interprétation de cette espèce ne peuvent être réconciliées : malgré la dernière diagnose, le nom *Callaiosphaeridium* a la priorité sur le nom *Hexasphaera* et ce dernier doit être rejeté.

Description : Kyste skolochorate, acavate, dont le corps central, subsphérique, est composé d'un endophragme et d'un périphragme lisses et étroitement accolés entre les processus que seul développe le périphragme. Six larges processus intratabulaires[1] paracingulaires se distinguent très nettement du corps central. Ceux-ci sont tubulaires, relativement longs (1/4 à 1/3 du diamètre équatorial du corps central) et légèrement évasés à chacune de leurs extrémités. Leur bordure externe est finement denticulée et porte plusieurs épines secondaires parfois assez longues, fines et flexueuses.

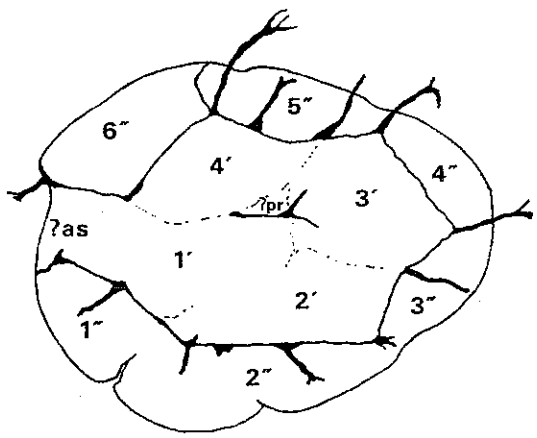


Fig. S.11 : *Callaiosphaeridium asymmetricum* - Opercule détaché montrant partiellement la paratabulation de l'épikyste.

1) Nous suivons ici EVITT (1985, p. 241) pour qui : «..Dans le complexe *Callaiosphaeridium*, l'absence de caractère intratabulaire immédiatement apparent, combinée avec des caractères parasuturaux prononcés, suggère le placement au sein des kystes de type Gs ; cependant, certains de ces caractères semblent résulter de l'assemblage de processus intratabulaires creux, l'un contre l'autre, qui sont ici considérés comme tels..».

Les paraplaques apicales et antapicale portent à leurs angles un processus plein, épineux, bifurqué de forme variable. Ces processus sont reliés par de bas septes (rides) à crête lisse mais pouvant montrer des perforations à leur base. Ces rides partent radialement vers les processus paracingulaires et se prolongent vers le pôle opposé.

Les rides délimitent une paratabulation de type gonyaulacoïde avec pour formule : ?pr, 4', 6", 6c, 6"', ?1p, 1"", ?xs. Le contact entre les paraplaques 6" et 4' est droit. L'archéopyle est épitractal, de type [tAtP] ; l'opercule est libre (*cf.* fig. S.11).

Dimensions : Diamètre équatorial total du kyste = 57(63)70 µm ; diamètre équatorial du corps central = 38(41)47 µm ; longueur des processus paracingulaires = 7(11)16 µm ;
largeur des processus paracingulaires = 2(11)17 µm ; hauteur des septes = 1-2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 10.

Comparaisons : La présence de processus épi- et hypokystaux individuellement reconnaissables et l'absence de hauts septes parasuturaux distinguent *C. asymmetricum* de *Callaiosphaeridium trycherium* DUXBURY, 1980.

Callaiosphaeridium trycherium
DUXBURY, 1980
pl. XII, fig. 17-18 ; pl. XIII, fig. 8

1980 *Callaiosphaeridium trycherium* sp. nov. DUXBURY: p. 114, pl. 11, fig. 6, 9.

Description : Kyste skolochorate, acavate, dont le corps central, subsphérique, est composé d'un endophragme et d'un périphragme lisses et étroitement accolés, excepté sous les processus que seul développe le périphragme. Six larges processus intratabulaires[1] paracingulaires se distinguent très nettement du corps central. Ceux-ci sont tubulaires, relativement longs (1/4 à 1/3 du diamètre équatorial du corps central) et légèrement évasés à chacune de leurs extrémités. Ils portent sur leur bordure externe plusieurs épines secondaires, fines et flexueuses.

L'épi- et l'hypokyste portent des septes parasuturaux ayant une bordure irrégulière et développant des épines plus ou moins rapprochées. Du fait de la densité de l'ornementation, aucun processus isolé, gonal ou parasutural, ne peut être distingué.

Les septes délimitent une paratabulation gonyaulacoïde de formule non déchiffrée ici. L'archéopyle est épikystal, combiné, de type [tAtP] ; l'opercule est libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 63(66)70 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 37(40)58 µm ; longueur du corps central = 39(41)42 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 28(36)43 µm ; largeur totale du kyste = 55(69)77 µm ; largeur du corps central = 34(44)55 µm ; longueur des processus paracingulaires = 11(15)21 µm ; largeur des processus paracingulaires =

1) Même remarque que pour *C. asymmetricum*.

4(9)17 µm ; longueur des épines distales des processus paracingulaires = 6(7)9 µm ; hauteur des septes polaires = 6(9)21 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Les hauts septes parasuturaux et l'absence, sur l'épi- et l'hypokyste, de processus isolés distincts différencient *C. trycherium* de *C. asymmetricum* .

Callaiosphaeridium sp. **A**

pl. XIII, fig. 12 ; pl. XIV, fig. 2-3

Description : Kyste skolochorate, acavate, dont le corps central, subsphérique, est composé d'un endophragme et d'un périphragme lisses et étroitement accolés, sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Six larges processus paracingulaires[1] intratabulaires se distinguent ; ils sont creux, comprimés, de section elliptique à rubanée et sont souvent plus larges que hauts. Distalement, ils sont ouverts et ont une bordure lisse à finement serrate. L'épikyste et l'hypokyste développent des septes (suturaux ?) à bordure lisse à finement serrate, partant radialement des processus paracingulaires. En zones polaires, les septes sont très élevés, particulièrement à l'antapex. Aucun processus n'émerge de ces septes.

Les septes délimitent une paratabulation gonyaulacoïde de formule non décryptée. L'archéopyle est épitractal, de type [tAtP] ; l'opercule est libre. Le parasulcus est mal individualisé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 52(57)62 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 33(41)48 µm ; longueur du corps central = 38(42)47 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 27(33)38 µm ; largeur totale du kyste = 49(59)64 µm ; largeur du corps central = 34(42)47 µm ; longueur des processus paracingulaires = 7(9)15 µm ; largeur des processus paracingulaires = 7(9)17 µm ; hauteur des septes polaires = 5-11 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : Cette espèce se distingue des autres espèces du genre *Callaiosphaeridium* par son absence de processus autres que les processus paracingulaires.

La morphologie générale de cette forme la rapproche beaucoup du genre *Heslertonia* SARJEANT, 1966b *emend.* DUXBURY, 1980, et notamment de l'espèce *Heslertonia cylindrata* YUN, 1981, qui possède de très hauts septes antapicaux. Chez *H. cylindrata*, les éléments que YUN (1981, p. 72) nomme des processus paracingulaires sont reliés entre eux par une membrane simple, alors que chez *Callaiosphaeridium* sp. A les processus sont bien individualisés. De plus, YUN (*ibid.*) ne précise pas le type d'archéopyle de sa nouvelle espèce. La différence avec *Heslertonia regula* YUN, 1981, dont l'archéopyle est épikystal, se fait sur les mêmes critères que pour *H. cylindrata.*

1) Même remarque que pour *C. asymmetricum.*

Genre CASSICULOSPHAERIDIA DAVEY, 1969a

Espèce-type : *Cassiculosphaeridia reticulata* DAVEY, 1969a.

Cassiculosphaeridia magna
DAVEY, 1974
pl. XIV, fig. 4-5 ; pl. XVII, fig. 7

1974 *Cassiculosphaeridia magna* sp. nov. DAVEY: p. 46, pl. 1, fig. 3-7.

Description : Kyste proximate, acavate, subsphérique de grande taille. La paroi est épaisse, composée d'un autophragme seul. De la surface lisse à microponctuée de l'autophragme s'élèvent des crêtes (muri) vermiformes et anastomosées. Ces muri peuvent montrer tous les stades de passage entre un treillis plus ou moins serré et très lâche. Ils sont supportées par de courts piliers trapus qui s'évasent distalement et s'élargissent également à leur base.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. La paratabulation est gonyaulacoïde de formule inconnue, car marquée uniquement par la marge de l'archéopyle, mais elle peut parfois être soulignée par un alignement plus ou moins net des crêtes équatoriales, délimitant une bande étroite qui reflète probablement la position du paracingulum. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur du kyste = 91(93)95 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 71(77)84 µm ; largeur du kyste = 79(93)105 µm ; hauteur de l'ornementation = 1(2)6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 10.

Comparaisons : *Cassiculosphaeridia magna* se distingue de *C. reticulata* DAVEY, 1969a par sa taille beaucoup plus grande et la présence de piliers trapus supportant les crêtes.

Cassiculosphaeridia delicata STOVER & HELBY, 1987a est similaire en taille, mais possède une réticulation bien moins épaisse et qui permet de suivre la paratabulation de cette espèce.

Cassiculosphaeridia pygmaea
STEVENS, 1987
pl. XIV, fig. 6

1976 *Dictyopyxidia* aff. *circulata* - KEMP: pl. 1, fig. 7-8.
1980a *Cassiculosphaeridia* cf. *reticulata* - BURGER: p. 72, pl. 27, fig. 7-6.
1980 *Cassiculosphaeridia reticulata* - MORGAN: p. 144, pl. 5, fig. 14-17.
1981a *Cassiculosphaeridia reticulata* - BELOW: p. 33, pl. 10, fig. 7.
1987 *Cassiculosphaeridia pygmaea* sp. nov. STEVENS: p. 186, fig. 4 L-Q.

Description : Kyste proximate, acavate, subsphérique, dont la paroi est composée d'un autophragme. Celui-ci porte de très basses et fines rides (muri de moins de 1 µm de haut) formant un reticulum assez lâche. Les muri sont plus ou moins continus et délimitent des surfaces

subpolygonales à irrégulières, lisses à scabres.

De type gonyaulacoïde, la paratabulation est reflétée uniquement par la marge échancrée de l'archéopyle apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur du kyste = 42(45)48 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 34(40)46 µm ; largeur du kyste = 42(46)52 µm ; hauteur de l'ornementation = 0,5-1 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Cassiculosphaeridia reticulata* DAVEY, 1969a possède un kyste de taille plus grande et des muri plus élevés.

Chez *Cassiculosphaeridia delicata* STOVER & HELBY, 1987a la paratabulation est clairement exprimée.

Cassiculosphaeridia reticulata

DAVEY 1969a

pl. XIII, fig. 9 ; pl. XIV, fig. 7

1967 *Valensiella ovula* - CLARKE & VERDIER: p. 57, pl. 2, fig. 7-8.
1969a *Cassiculosphaeridia reticulata* sp. nov. DAVEY: p. 142, pl. 3, fig. 7, pl. 4, fig. 3.

Description : Kyste proximate, acavate subsphérique dont la paroi, composée d'un autophragme seul. Celui-ci est finement granulaire et porte de basses rides formant une sorte de réticulation assez lâche, incomplète, délimitant des surfaces polygonales irrégulières de tailles très inégales. Les crêtes, membraneuses, sont très fines et tendent à s'infléchir lorsque les structures les supportant sont absentes.

Largement ouvert, l'archéopyle est apical de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Mis à part lorsqu'un alignement de rides équatoriales permet de deviner le paracingulum, l'archéopyle reste la seule trace de paratabulation. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur du kyste = 44(50)58 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 41(45)53 µm ; largeur du kyste = 47(50)57 µm ; hauteur de l'ornementation = 1-2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : *Cassiculosphaeridia reticulata* se différencie de *C. magna* par sa taille beaucoup plus petite et par l'absence de piliers supportant les muri.

C. pygmaea est subsphérique et de taille plus petite (longueur du kyste sans opercule = 31(36)48 µm ; largeur = 28(34)39 µm pour le matériel-type). Les muri chez cette espèce sont également plus bas que chez *C. reticulata.*

Chez *Cassiculosphaeridia delicata* STOVER & HELBY, 1987a, il n'y a pas de crêtes s'élevant des muri et son kyste est pratiquement 2 fois plus grand que celui de *C. reticulata.*

Une taille plus grande, un kyste ovoïde, la présence d'un ectophragme, une réticulation plus

lâche sont autant de caractères qui distinguent *Valensiella ovulum* (DEFLANDRE, 1947c) EISENACK, 1963a de *C. reticulata*.

Genre CAUCA DAVEY & VERDIER, 1971

Espèce-type : *Cauca parva* (ALBERTI, 1961) DAVEY & VERDIER, 1971.

Cauca parva
(ALBERTI, 1961) DAVEY & VERDIER, 1971
pl. XIV, fig. 8

1961 *Hystrichodinium ? parvum* sp. nov. ALBERTI: p. 16, pl. 9, fig. 1-4.
1971 *Cauca parva* comb. nov. DAVEY & VERDIER: pp. 14-15.

Description : Kyste spiniférate, acavate, de taille modeste, dont le corps central est subsphérique. La paroi est composée d'un endophragme épais, scabre à microgranulaire, et d'un périphragme mince et lisse, étroitement accolés l'un à l'autre, excepté au niveau des processus et des septes que seul développe le périphragme. Les processus sont relativement longs (environ 1/2 du diamètre équatorial du corps central), aciculaires, creux, à extrémité distale fermée et pointue. Les septes sont très bas (rides) et relient les processus entre eux.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est soulignée par la position parasuturale des processus et des septes. Sa formule exacte reste cependant inconnue. L'archéopyle est épitractal, de type [tAtP] ; l'opercule est combiné et libre mais reste parfois en place. Le paracingulum est bien marqué par une bande transversale déprimée, bordée de bas septes d'où s'élèvent des processus. Il sépare le kyste en un épikyste et un hypokyste de taille sensiblement égale. Le parasulcus n'est pas indiqué.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 52(55)58 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 23(29)37 µm ; longueur du corps central = 32(33)34 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 17(21)28 µm ; largeur totale du kyste = 49(56)62 µm ; largeur du corps central = 28(31)32 µm ; longueur des processus = 12(14)20 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Chez *Cauca ? velata* (W. WETZEL, 1952) SARJEANT, 1984c, les processus sont confinés au paracingulum.

De morphologie très comparable, *Hystrichodinium pulchrum* DEFLANDRE, 1935 possède des dimensions plus grandes et un archéopyle précingulaire.

Genre CHLAMYDOPHORELLA COOKSON & EISENACK, 1958 emend. DUXBURY, 1983

Espèce-type : *Chlamydophorella nyei* COOKSON & EISENACK, 1958.

Chlamydophorella nyei
COOKSON & EISENACK, 1958
pl. X, fig. 1

1955 Hystrichosphaeridae vel Dinoflagellata DEFLANDRE & COOKSON: pl. 7, fig. 12.
1958 *Chlamydophorella nyei* sp. nov. COOKSON & EISENACK: pp. 56-57, pl. XI, fig. 1-3.
1970a *Chlamydophorella apiculata* sp. nov. COOKSON & EISENACK: pp. 150-151, pl. 13, fig. 3.
1970a *Chlamydophorella lagena* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 151, pl. 13, fig. 4.

Description : Kyste proximate, holocavate, dont le corps central subsphérique est constitué d'un autophragme, et est parfois surmonté par une protrusion apicale arrondie. L'autophragme développe de nombreux processus répartis uniformément sur la surface du kyste et qui supportent un très fin ectophragme plus ou moins équidistant du corps central. Les processus sont de taille variable (d'un spécimen à l'autre, mais aussi sur un même individu) ; généralement entre 1/10 et 1/6 du diamètre équatorial du corps central. Ils sont creux (SINGH, 1971, p. 376 ; BURGER, 1980a, p. 76 ; BELOW, 1981a, p. 36, pl. 14, fig. 17) bien que d'apparence pleins et légèrement évasés en microscopie optique. Ils sont perpendiculaires au corps central, excepté au niveau du pôle apical où ils ont tendance à se coucher vers l'avant. Ils peuvent être un peu plus longs au niveau du paracingulum, donnant alors au kyste un contour légèrement anguleux.

La paratabulation, probablement de type gonyaulacoïde, n'est que très succinctement connue ; ni la paratabulation ni l'archéopyle, considéré comme apical, de type [tA], n'ont pu être observés. L'opercule reste très souvent en place.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 37(41)43 µm ; longueur du corps central = 32(34)36 µm ; largeur totale du kyste = 38(39)41 µm ; largeur du corps central = 33(34)37 µm ; longueur des processus = 2(3)5 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : Selon son inventeur, *Chlamydophorella largissima* SINGH, 1971 (p. 378) se distingue de *C. nyei* par sa taille plus importante [48 (52) 60 µm], ses processus plus longs [6 (10) 12 µm] et plus espacés. BELOW (1981a, pp. 34-35) propose que la forme de SINGH devienne une sous-espèce de *C. nyei* car selon lui, la taille n'est pas dans le cas présent un caractère spécifique valable puisqu'il observe une population de kystes dont les dimensions sont intermédiaires entre celles des populations-types de *C. largissima* et de *C. nyei*. De plus, BELOW répond au fait que les processus apparaissent plus espacés chez *C. largissima* en prétendant que *C. nyei* et *C. largissima* possèdent le même nombre de processus, mais que du fait de sa plus grande taille, *C. largissima* présente un plus petit nombre de processus par unité de surface.

Malgré cette argumentation, LENTIN & WILLIAMS (1985, p. 56) ne retiennent pas les conclusions de BELOW.

Chlamydophorella wallala COOKSON & EISENACK, 1960b diffère de *C. nyei* par sa forme allongée et l'absence de projection apicale.

La corne apicale bien développée et tronquée de *Gardodinium albertii* NEALE & SARJEANT, 1962, son paracingulum généralement dénué de processus ainsi que ses processus non bifides éloignent cette espèce de *C. nyei*.

Chlamydophorella solida MORGAN, 1980 se démarque de *C. nyei* par sa plus grande taille (101 x 103 µm) et ses processus plus longs (3-8 µm) et moins denses.

La corne apicale développée et le paracingulum bien marqué de *Chlamydophorella trabeculosa* (GOCHT, 1959) DAVEY, 1978 distinguent cette espèce de *C. nyei*.

Genre **CHYTROEISPHAERIDIA** (SARJEANT, 1962a) DOWNIE & SARJEANT, 1965 emend. POCOCK, 1972 emend. DAVEY, 1979d

Espèce-type : *Chytroeisphaeridia chytroeides* (SARJEANT, 1962a) DOWNIE & SARJEANT, 1965 *emend.* DAVEY, 1979d.

Chytroeisphaeridia cerastes

DAVEY, 1979d

pl. XIV, fig. 9

1979d *Chytroeisphaeridia cerastes* sp. nov. DAVEY: pp. 212, 214, pl. 2, fig. 8-9.

Description : Kyste proximate, ellipsoïdal allongé, avec un antapex plus arrondi que son apex. Ce dernier présente une nette protrusion, ronde et creuse. La paroi est constituée d'un autophragme seul, d'épaisseur modeste (près de 1 µm d'épaisseur), lisse à scabre.

Excepté l'archéopyle, nettement précingulaire, de type $P_{(3'')}$, aucune trace de paratabulation n'est visible. L'opercule est simple et libre. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur du kyste = 52(55)58 µm ; largeur du kyste = 38(43)49 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : *Chytroeisphaeridia scabrata* POCOCK, 1972 possède une paroi dont la texture est identique à celle de *C. cerastes*, mais s'en distingue par l'absence d'une nette protrusion apicale.

Chytroeisphaeridia scabrata

POCOCK, 1972

pl. XIV, fig. 11

1972 *Chytroeisphaeridia scabrata* sp. nov. POCOCK: p. 100, pl. 27, fig. 23-25.

Description : Kyste proximate, ellipsoïdal allongé, avec un antapex plus arrondi que l'apex. Ce dernier peut former un épaulement très réduit, à très grand rayon de courbure. La paroi est constituée d'un autophragme plutôt fin (moins de 1 µm d'épaisseur) et scabre.

Excepté l'archéopyle, précingulaire de type $P_{(3'')}$, aucune trace de paratabulation n'est visible. L'opercule est simple et libre. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur du kyste = 58(70)82 µm ; largeur du kyste = 41(47)64 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Chytroeisphaeridia cerastes* DAVEY, 1979d possède une paroi dont la texture est identique à celle de *C. scabrata*, mais s'en distingue par une nette protrusion apicale.

Egalement proche, *Chytroeisphaeridia pericompsa* (IOANNIDES, STAVRINOS & DOWNIE, 1977) DAVEY, 1979d a une paroi tout à fait lisse et un ambitus subcirculaire plutôt qu'ovale ou elliptique.

Chytroeisphaeridia sp. **A**
pl. XIV, fig. 10

Description : Kyste proximate, ovoïdal allongé, dont la paroi est constituée d'un autophragme, modérément épais (environ 1µm), uniformément recouvert de petits granules. Aucune trace de paratabulation n'est visible, excepté l'archéopyle, précingulaire de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas exprimés.

Dimensions : Longueur du kyste = 59(60)61 µm ; largeur du kyste = 47(49)50 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Comparaisons : L'espèce la plus proche de *Chytroeisphaeridia* sp. A est certainement *Escharisphaeridia granulata* (COURTINAT *in* COURTINAT & GAILLARD, 1980) STOVER & WILLIAMS, 1987, de l'Oxfordien, mais dont le kyste est sphérique au lieu d'ovoïde et de dimensions plus petites (diamètre du kyste = 25-56 µm), avec une paroi ornementée de façon irrégulière. L'archéopyle, pour cette espèce, est très vaguement défini par son inventeur : «circulaire, en position apicale ou précingulaire» (COURTINAT *in* COURTINAT & GAILLARD, *op. cit.*, p. 14).

Genre **CLEISTOSPHAERIDIUM** DAVEY et al., 1966

Espèce-type : *Cleistosphaeridium diversispinosum* DAVEY, DOWNIE, SARJEANT & WILLIAMS, 1966.

Cleistosphaeridium ? aciculare

DAVEY, 1969a

pl. XIV, fig. 12-13

1969a *Cleistosphaeridium ? aciculare* sp. nov. DAVEY: p. 158, pl. 6, fig. 11-12.

Remarques taxonomiques : *C. ? aciculare* est provisoirement attribué au genre *Cleistosphaeridium* par DAVEY (1969a) parce qu'il ressemble aux autres membres de ce genre par sa morphologie, mais son archéopyle n'a pas été observé. Cette attribution provisoire continue à être prise en compte par LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 64).

BRIDEAUX (1971, pp. 93-94) voit *C. ? aciculare* comme partiellement synonyme de *Cleistosphaeridium multispinosum* (CH. SINGH, 1964) BRIDEAUX, 1971, considérant que les processus ainsi que d'autres traits morphologiques (*cf.* DAVEY, 1969a, pl. 6, fig. 11) sont conformes à ceux du matériel-type de *C. multispinosum.* Comme ces remarques ne concernent pas l'holotype, cette mise en synonymie ne peut pas s'appliquer à l'espèce. *C. ? aciculare* ne peut donc pas être considéré comme synonyme de *C. multispinosum.*

Description : Kyste skolochorate, à corps central subsphérique, dont la paroi est composée d'un endophragme granulaire, et d'un périphragme lisse, étroitement accolés l'un à l'autre, sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont nombreux, fins, aciculaires à base à peine élargie, pleins et légèrement sinueux. Ils ont sensiblement tous la même longueur, proche de 1/4 du diamètre équatorial du corps central, et sont non tabulaires, répartis uniformément sur tout le kyste. Distalement, ils sont fermés et acuminés, parfois très brièvement recourbés ou bifides.

Aucune indication de paratabulation n'est visible, excepté la marge de l'archéopyle, apical de type [tA], lorsque celui-ci est développé ; l'opercule est simple et libre mais reste souvent en place. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 57(63)69 µm ; longueur du corps central = 46(52)58 µm ; largeur totale du kyste = 59(65)74 µm ; largeur du corps central = 44(49)55 µm ; longueur des processus = 3(11)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 12.

Comparaisons : *Cleistosphaeridium polytrichum* (VALENSI, 1947) DAVEY *et al.*, 1969 est très proche de *C. ? aciculare* de par sa forme générale et la morphologie de ses processus, mais son corps central est plus petit, à paroi non granulaire, avec des processus plus nombreux et relativement plus longs.

Chez *Cleistosphaeridium multispinosum* (CH. SINGH, 1964) BRIDEAUX, 1971, et *Cleistosphaeridium chems* (BELOW, 1982c) *comb nov.* les processus sont là aussi plus nombreux, et de surcroît plus larges et creux.

Chez *Cleistosphaeridium ? lexuosum* DAVEY *et al.*, 1966, les processus sont plus larges,

notamment à leur base, plus sinueux et creux.

Cometodinium ? whitei (DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939) STOVER & EVITT, 1978 possède une beaucoup plus forte densité de processus.

Cleistosphaeridium chems

(BELOW, 1982c) comb. nov.

pl. XVI, fig. 11

1982c *Polysphaeridium chems* sp. nov. BELOW: p. 27, pl. 2, fig. 8.
1985 *Dapsilidinium chems* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 91.

Remarque taxonomique : Vue la terminaison distale fermée des processus, cette espèce est attribuée au genre *Cleistosphaeridium* plutôt qu'au genre *Dapsilidinium* BUJAK *et al.* (1980) chez lequel les processus sont typiquement tubulaires et ouverts distalement, ce qui n'est pas le cas des processus de cette espèce.

Description : Kyste skolochorate, acavate, dont le corps central subsphérique est composé d'un endophragme scabre à microgranulaire et d'un périphragme lisse. Ces membranes sont étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont nombreux, non tabulaires, creux et environ de même longueur, comprise entre 1/3 et 1/2 du diamètre équatorial du corps central. Ils sont droits, aciculaires, peu flexibles, creux, et distalement pointus et fermés.

Aucune indication de paratabulation n'est visible, excepté la marge de l'archéopyle lorsque celui-ci est développé. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est simple et libre mais reste très souvent en place. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 44(50)55 µm ; longueur du corps central = 28(31)33 µm ; largeur totale du kyste = 42(49)57 µm ; largeur du corps central = 26(29)36 µm ; longueur des processus = 6(11)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Cleistosphaeridium ? flexuosum* DAVEY *et al.*, 1966 *emend.* SARKAR & SINGH, 1988 est très proche de cette forme mais possède des processus moins sinueux et à base plus large. Le nombre des processus et moins important que chez *C. chems.*

Chez *Cleistosphaeridium ehrenbergii* (DEFLANDRE, 1947c) DAVEY *et al.*, 1969 et *Cleistosphaeridium ? polyacanthum* GITMEZ, 1970, les processus sont de même type, mais moins nombreux.

Les processus de *Cleistosphaeridium multispinosum* sont plus courts (environ 1/4 à 1/3 du diamètre équatorial du corps central) et implantés de façon plus dense sur le kyste.

Chez *Cleistosphaeridium polytrichum* (VALENSI, 1947) DAVEY *et al.*, 1969, les processus sont plus fins et pleins.

Cleistosphaeridium multispinosum

(CH. SINGH, 1964) BRIDEAUX, 1971

pl. XIV, fig. 14-15 ; pl. XVII, fig. 8

1964 *Baltisphaeridium multispinosum* sp. nov. CH. SINGH: pp. 141-142, pl. 20, fig. 1-2.
1971 *Cleistosphaeridium multispinosum* comb. nov. BRIDEAUX: pp. 93-94, pl. 27, fig. 77-79.

Remarques taxonomiques : Suite à la remarque de STOVER & EVITT (1978, p. 31) l'espèce *multispinosum* continue d'être considérée par LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 67) comme provisoirement acceptée dans le genre *Cleistosphaeridium* du fait que le type de son archéopyle n'a pas été décrit dans la diagnose originale.

Dans la description accompagnant la réattribution de cette espèce dans le genre *Cleistosphaeridium*, BRIDEAUX (1971, p. 94) dit avoir observé un archéopyle apical possédant une marge en zigzag. Contrairement à STOVER & EVITT (*ibid.*) et LENTIN & WILLIAMS (*ibid.*), les observations de BRIDEAUX (*ibid.*) sont prises en compte et l'espèce *multispinosum* est ici totalement acceptée au sein du genre *Cleistosphaeridium*.

Description : Kyste proximochorate à chorate, dont le corps central est subsphérique. La paroi est composée d'un endophragme chagriné, lisse à microgranulaire, et d'un périphragme lisse, étroitement accolés, sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont nombreux, simples, coniques, creux et légèrement sinueux. Ils ont sensiblement tous la même forme et la même longueur, avoisinant 1/4 du diamètre équatorial du corps central. Ils sont non tabulaires et répartis uniformément sur tout le kyste. Distalement, ils sont fermés et acuminés.

Aucune indication de paratabulation n'a été observée ici, pas même la marge de l'archéopyle ; l'opercule reste en place. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 63(66)68 µm ; longueur du corps central = 37(41)52 µm ; largeur totale du kyste = 65(69)75 µm ; largeur du corps central = 37(41)44 µm ; longueur des processus = 5(11)14 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Cleistosphaeridium ? flexuosum* DAVEY *et al.*, 1966 *emend.* SARKAR & SINGH, 1988 et *C. chems* possèdent un nombre de processus nettement moins important que chez *C. multispinosum* et ceux-ci ont une base plus large.

D'aspect général très proche, *Cometodinium comatum* SRIVASTAVA, 1984 possède une ornementation légèrement moins dense avec des processus filiformes au lieu de coniques à base large.

Cleistosphaeridium polytrichum

(VALENSI, 1947) DAVEY et al., 1969

pl. XIV, fig. 16

1947 *Hystrichosphaeridium polytrichum* sp. nov. VALENSI: p. 818, fig. 4.
1959 *Baltisphaeridium polytrichum* comb. nov. SARJEANT: p. 339.
1969 *Cleistosphaeridium polytrichum* comb. nov. DAVEY, DOWNIE, SARJEANT & WILLIAMS: p. 16.

Remarque taxonomique : La combinaison *Cleistosphaeridium polytrichum* n'est pas attribuable à DAVEY *et al.* (1966) ni à SARJEANT (1967a) mais à DAVEY *et al.* (1969) : les premiers n'ayant pas énoncé ce transfert d'un façon valide (*op. cit.*, p. 170), et SARJEANT accompagne son transfert d'aucune référence (*op. cit.*, tab. 5).

Description : Kyste skolochorate, à corps central subsphérique, dont la paroi est composée d'un endophragme scabre à microgranulaire, et d'un périphragme lisse, étroitement accolés l'un à l'autre, sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont nombreux, fins, aciculaires à base à peine élargie, pleins et légèrement sinueux. Ils ont sensiblement tous la même longueur, avoisinant la moitié du diamètre équatorial du corps central, et sont non tabulaires, répartis uniformément sur tout le kyste. Distalement, ils sont fermés et acuminés, parfois très brièvement recourbés ou bifides.

Aucune indication de paratabulation n'est visible, excepté la marge de l'archéopyle, apical de type [tA], lorsque celui-ci est développé ; l'opercule est simple et libre mais reste souvent en place. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 43(46)48 µm ; longueur du corps central = 29(32)37 µm ; largeur totale du kyste = 46(47)48 µm ; largeur du corps central = 27(30)31 µm ; longueur des processus = 6(10)14 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : Chez *Cleistosphaeridium ? flexuosum* DAVEY *et al.*, 1966, les processus sont plus larges, notamment à leur base, plus sinueux et creux.

Cleistosphaeridium ? aciculare est très proche de *C. polytrichum* de par sa forme générale et la morphologie de ses processus, mais son corps central est plus grand, à paroi granulaire et les processus sont moins nombreux.

Inversement, les processus chez *Cleistosphaeridium multispinosum* et *C. chems* sont plus nombreux, mais également plus larges et creux.

Cometodinium ? whitei (DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939) STOVER & EVITT, 1978 possède une beaucoup plus forte densité de processus.

Cleistosphaeridium sp. **A**

pl. XIV, fig. 17

Description : Kyste skolochorate, acavate, dont le corps central subsphérique à ovoïde est composé d'un endophragme scabre à microgranulaire et d'un périphragme lisse. Ces membranes sont étroitement accolées sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont nombreux, non tabulaires, creux, relativement longs, élancés et régulièrement effilés. Distalement, ils sont de deux types : certains sont aciculaires et d'autres tronqués ou très légèrement capités. Les premiers sont fermés, les seconds variablement ouverts ou non. Ce second type de processus est souvent plus court que ceux aciculaires. La hampe des deux types de processus est droite à faiblement sinueuse.

Aucune indication de paratabulation n'est visible, excepté la marge de l'archéopyle lorsque celui-ci est développé. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est simple et libre mais reste très souvent en place. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 43(44)45 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 31(33)36 µm ; longueur du corps central = 30 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 23(26)30 µm ; largeur totale du kyste = 37(44)53 µm ; largeur du corps central = 29(30)31 µm ; longueur des processus = 6(8)14 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : *C.* sp. A se distingue des autres espèces du genre *Cleistosphaeridium* et notamment de *C. chems* dont elle est morphologiquement proche, par ses processus de deux types.

Genre **CORONIFERA** COOKSON & EISENACK, 1958
emend. DAVEY, 1974 emend. MAY, 1980 emend. MAO SHAOZHI & NORRIS, 1988

Espèce-type : *Coronifera oceanica* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MAY, 1980.

Coronifera albertii
MILLIOUD, 1969
pl. XIV, fig. 19 ; pl. XVII, fig. 9

? 1967 *Coronifera* cf. *C. oceanica* - DRUGG: p. 33, pl. 6, fig. 8.
1958 *Coronifera oceanica* - EISENACK: pp. 407-408, pl. 25, fig.18.
1961 ? Dinoflagellat gen. et sp. indet. - ALBERTI: pp. 40-41, pl. 11, fig. 12.
1969 *Coronifera albertii* sp. nov. MILLIOUD: pp. 425-426, pl. 1, fig. 4.

Description : Kyste skolochorate, dont le corps central est subsphérique à ovoïdal. La paroi est composée d'un endophragme microgranulaire, et d'un périphragme scabre, d'aspect chagriné. Les deux membranes sont étroitement accolées, sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont nombreux (environ une quarantaine), non tabulaires,

régulièrement répartis sur tout le kyste. Ils sont effilés, rigides, pleins (souvent creux à leur base), simples ou parfois légèrement bifides. Distalement, ils sont pointus ou arrondis. Leur longueur est proche de 1/4 du diamètre équatorial du corps central. Un processus antapical se démarque très nettement ; il est large (parfois plus large que long) et ouvert distalement. Sa marge distale est légèrement déchiquetée à irrégulièrement denticulée.

L'archéopyle apparaît précingulaire, mais serait en fait combiné, de type [tA]a+$P_{(3'')}$ (voir *Coronifera oceanica*) ; les pièces operculaires apicales ont ici toujours été observées en place alors que la paraplaque précingulaire est fréquemment absente. Excepté l'archéopyle, aucune trace de paratabulation n'est visible ; celle-ci semble néanmoins de type gonyaulacoïde.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 66(71)80 µm ; longueur du corps central = 49(53)58 µm ; largeur totale du kyste = 64(69)75 µm ; largeur du corps central = 46(49)53 µm ; longueur des processus = 9(13)18 µm ; longueur du processus antapical = 11(13)15 µm ; largeur du processus antapical = 11(12)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Coronifera oceanica* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MAY, 1980 diffère de *C. albertii* en ayant un plus grand nombre de processus (plus de 100), ceux-ci étant plus épineux et à base moins large que chez *C. albertii*.

Chez *Coronifera* ? *tubulosa* COOKSON & EISENACK, 1974, les processus sont plus flexibles, la paroi lisse, et la bordure distale du processus antapical est lisse.

Coronifera oceanica subsp. **oceanica**
COOKSON & EISENACK, 1958 emend. MAY, 1980
pl. XIV, fig. 18

1958 *Coronifera oceanica* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 45, pl. 12, fig. 5?, 6.
1964 *Hystrichosphaeridium monstruosum* sp. nov. TASCH: p. 195, pl. 1, fig. 12.
1969 ? *Diphyes monstruosum* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 7.
1978 *Coronifera monstruosa* comb. nov. STOVER & EVITT: p. 148.
1980 *Coronifera oceanica* emend. MAY: pp. 48-49, pl. 1, fig. 5-8.

Remarques taxonomiques : SARJEANT (1985b, pp. 145-147) pense que *Coronifera oceanica* est un synonyme junior de *Coronifera pedata* (O. WETZEL, 1933b) SARJEANT, 1985b. Cependant, SARJEANT (*op. cit.*, p. 147) dit que : «..Leur holotype [*ibid.* (COOKSON & EISENACK, 1958), pl. 12, fig. 5] correspond de façon si proche à celui de *C. pedata* que son identité avec l'espèce de WETZEL semble être hors de doute. Si l'autre spécimen qu'ils ont illustré (pl. 12, fig. 6) avait été choisi comme holotype, le problème aurait été différent ; pour l'allocation de ce spécimen même vers le genre *Coronifera*, tel que compris maintenant, me semble hautement douteux.». La citation correcte pour l'holotype de *Coronifera oceanica* est COOKSON & EISENACK, 1958 (pl. 12, fig. 6). Vue cette confusion et en attendant une ré-examination de l'holotype, il est préférable de retenir *C. oceanica* comme une espèce distincte.

Description : Kyste chorate, skolochorate, dont le corps central est subsphérique à ovoïde. La paroi

est composée d'un endophragme fin et lisse, et d'un périphragme plus épais, d'aspect chagriné. Les deux membranes sont étroitement accolées, excepté au niveau du processus antapical. Le périphragme développe seul des processus nombreux, régulièrement et densément répartis sur tout le kyste. Ils sont effilés, droits, pleins, simples ou parfois légèrement bifides. Leur longueur varie entre 1/5 et 1/4 du diamètre équatorial du corps central. Les processus sont non tabulaires et peuvent être reliés proximalement par de basses rides. Un processus apical complexe ou touffu peut être présent. Un processus antapical caractéristique se démarque très nettement ; il est lisse, large (parfois plus large que long) et ouvert distalement. Sa marge distale est très finement serrate à denticulée.

L'archéopyle apparaît précingulaire, mais serait en fait (d'après DAVEY & VERDIER, 1971, p. 16 ; NORVICK & BURGER, 1975, pp. 53-55 ; MAY, 1980, p. 49) combiné de type [tA]a+$P_{(3'')}$; les pièces operculaires apicales sont rarement absentes alors que la paraplaque précingulaire reste, elle, rarement en place. Excepté l'archéopyle, aucune trace de paratabulation n'est visible ; celle-ci semble néanmoins de type gonyaulacoïde.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 62(68)71 µm ; longueur du corps central = 43(47)53 µm ; largeur totale du kyste = 58(65)68 µm ; largeur du corps central = 42(45)49 µm ; longueur des processus = 6(13)16 µm ; longueur du processus antapical = 11(13)14 µm ; largeur du processus antapical = 6(11)15 µm..
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Coronifera oceanica* subsp. *hebospina* YUN, 1981 diffère de *C. oceanica* subsp. *oceanica*, d'une part par le plus petit nombre et la plus grande longueur de ses processus, ainsi que par l'extrémité simple, légèrement arrondie de ceux-ci.

Coronifera oceanica subsp. *magna* (W. WETZEL, 1955) SARJEANT, 1984c a une taille relativement grande (jusqu'à 98 µm pour le diamètre équatorial du corps central de l'holotype), des processus assez longs (environ 40% du diamètre équatorial du corps central), un nombre de processus restreint (45 à 60) et des processus isolés, jamais reliés entre eux.

C. oceanica subsp. *oceanica* diffère de *Coronifera albertii* en ayant plus de processus, ceux-ci étant moins épineux et à base plus large chez *C. albertii*.

Chez *Coronifera* ? *tubulosa* COOKSON & EISENACK, 1974 les processus sont moins nombreux, la paroi est lisse et la marge distale du processus antapical est lisse.

Genre **CRIBROPERIDINIUM** NEALE & SARJEANT, 1962
emend. DAVEY, 1969a emend. SARJEANT, 1982b emend. HELENES, 1984

Espèce-type : *Cribroperidinium sepimentum* NEALE & SARJEANT, 1962.

Cribroperidinium aparsium

STOVER & HELBY, 1987c

1987c *Cribroperidinium aparsium* sp. nov. STOVER & HELBY: pp. 230, 232-234, fig. 5-6.

Cribroperidinium cf. aparsium

STOVER & HELBY, 1987c

pl. XV, fig. 6-8

Description : Kyste proximate, subsphérique, surmonté par une corne apicale de taille modérée (1/7 à 1/6 du diamètre équatorial du corps central), conique, se terminant par un étranglement donnant une silhouette cruciforme à l'extrémité de la corne. La paroi est constituée d'un autophragme seul, microgranulaire à granulaire. De très basses rides (environ 1 µm de haut, rarement plus) lisses à irrégulièrement serrates [*sensu* SARJEANT (1982b, p. 15, fig. 3c)] et sinueuses délimitent des champs polygonaux à l'intérieur desquels se trouvent quelques rides secondaires parallèles aux premières et de nombreux tubercules.

Soulignée par les rides parasuturales, la paratabulation est difficilement déchiffrable du fait de l'ornementation chargée. Elle apparaît cependant de type gonyaulacoïde : 4', 6", ?0c, 6"', 1p, 1"", xs. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$, et englobe une partie du paracingulum [= "enlarged archéopyle" *sensu* EVITT (1985, p. 122)]. L'opercule est simple et libre. Le paracingulum est étroit, ainsi que le parasulcus. L'épikyste et l'hypokyste sont de taille identique.

Remarque : Certains spécimens montrent ici de rares microperforations de la paroi.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 79(90)107 µm ; longueur du corps central = 65(73)82 µm ; largeur totale du kyste = 66(76)81 µm ; largeur du corps central = 64(73)84 µm ; longueur de la corne apicale = 10(15)21 µm ; hauteur des septes = 1-2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Morphologiquement très proche de *C. aparsium*, cette forme en diffère par une taille plus petite (longueur totale = 100-146 µm ; largeur totale = 92-120 µm chez *C. aparsium*) et une paratabulation moins bien exprimée.

Cette forme se distingue des autres espèces du genre *Cribroperidinium* par son contour typiquement subcirculaire et en possédant simultanément une ornementation intratabulaire tuberculée et de très bas septes à crête irrégulièrement serrate.

Cribroperidinium intricatum DAVEY, 1969a en diffère par ses septes à crête lisse.

Cribroperidinium confossum

(DUXBURY, 1977) HELENES, 1984

pl. XV, fig. 1

1977 *Gonyaulacysta confossa* sp. nov. DUXBURY: p. 33, pl. 2, fig. 2-4.
1982b *Millioudodinium confossum* comb. nov. SARJEANT: p. 39.
1984 *Cribroperidinium ? confossum* comb. nov. HELENES: p. 128.

Remarque taxonomique : Lors du transfert de ce taxon dans le genre *Cribroperidinium*, HELENES (1984) le considère comme provisoirement attribué à ce genre. JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, p. 77) suivis par LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 80) l'acceptent quant à eux sans réserve au sein de ce genre.

Description : Kyste proximate, ellipsoïdal à subpolyédrique, surmonté par une longue corne apicale (environ 1/2 du diamètre équatorial du corps central). Cette corne a une base modérément large, qui se rétrécit rapidement puis garde une largeur à peu près constante. Distalement, elle est arrondie. La paroi est constituée d'un autophragme seul, épais, perforé, avec un aspect spongieux. La corne a la même texture que la paroi et semble pleine. Des septes bas (1-2 µm) délimitent des paraplaques ne présentant pas de ride secondaire.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée par les septes parasuturaux : 4', 6", 6"', 1p, 1"", 2pv. L'archéopyle, précingulaire de type $P_{(3")}$, est particulièrement large ; l'opercule est simple et libre. Le paracingulum est étroit.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 112(113)114 µm ; longueur du corps central (corne non comprise) = 86(88)90 µm ; largeur du kyste = 70(74)79 µm ; longueur de la corne apicale = 31(38)49 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : Cette espèce diffère de la majorité des autres espèces du genre *Cribroperidinium* par la texture vacuolaire de sa paroi et la longueur de sa corne apicale.

Cribroperidinium conopium DUXBURY, 1983 possède une corne relativement moins longue et une surface réticulée avec un maillage net.

La surface fortement granulaire de *Cribroperidinium* ? *longicorne* (DOWNIE, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1985 distingue cette espèce de *C. confossum.*

Chez *Cribroperidinium* ? *gigas* (RAYNAUD, 1978) HELENES, 1984, le kyste a des dimensions plus grandes (longueur = 148-172 µm ; largeur = 96-110 µm), la paroi est granulaire, portant parfois de courtes épines, et la corne est presque lisse.

Cribroperidinium edwardsii

(COOKSON & EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a

pl. XV, fig. 4

1958 *Gonyaulax edwardsi* sp. nov. COOKSON & EISENACK: pp. 32-33, pl. III, fig. 5-6 ; texte-fig. 7.
? 1958 *Gonyaulax apione* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 36, pl. III, fig. 7 ; texte-fig. 3-4.
1966b *Gonyaulacysta edwardsi* comb. nov. SARJEANT: p. 130. [*nomem nudum*].
? 1966b *Gonyaulacysta apionis* comb. nov. SARJEANT: p. 130. [*nomem nudum*].
1967 *Gonyaulacysta edwardsi* comb. nov. CLARKE & VERDIER: p. 31, pl. 5, fig. 1.
? 1969 *Gonyaulacysta apionis* comb. nov. SARJEANT: p. 8.
1969a *Cribroperidinium edwardsi* comb. nov. DAVEY: p. 128.
? 1978 *Millioudodinium apionis* comb. nov. STOVER & EVITT: p. 173.
? 1980 *Cribroperidinium apione* comb. nov. MORGAN: p. 20, pl. 7, fig. 3-5, 9-10.

Remarques taxonomiques : La combinaison *Cribroperidinium apione* proposée par HELENES (1984, p. 118) avait déjà été proposée par MORGAN (1980, p. 20).

BURGER (1980a, p. 82), YUN (1981, p. 8) et LENTIN & WILLIAMS (1985, pp. 76, 77) considèrent *C. apione* comme synonyme junior de *C. edwardsii*. Ce point de vue n'est pas partagé par HELENES (1984, p. 118), JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, p. 76) et LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 79, 80).

La séparation des espèces *C. edwardsii* et *C. orthoceras* pose un problème épineux. EISENACK lui-même (1958, p. 388) n'a aucun doute sur le fait que ces espèces sont différentes, aussi commentait-il en créant *G. orthoceras* (*ibid.*) : «..*G. edwardsi* est aisément reconnaissable par ses septes parasuturaux prononcés, plus fortement développés..». Etant de ceux prêts à regrouper plutôt qu'à diviser les espèces, et ayant vu les types d'à la fois *C. orthoceras* et *C. edwardsii* à quelques mois d'intervalle, son opinion mérite d'être respectée.

Malgré tout, DAVEY & VERDIER (1971, p. 17) considèrent les deux espèces comme synonymes, traitant *C. orthoceras* comme synonyme junior et abandonnant son usage. Leur opinion est acceptée par STOVER & EVITT (1978, p. 150).

Par contre, BELOW (1981a, p. 39) considère l'espèce *C. orthoceras* comme étant distincte de *C. edwardsii* de par sa possession d'une «.. ornementation intratabulaire de tubercules, granules ou épines..» (BELOW, *ibid.*). LENTIN & WILLIAMS (1981, p. 60) trouvent cette distinction insuffisante et se font l'écho de DAVEY & VERDIER (1971) en maintenant les deux espèces en synonymie.

HELENES (1984, p. 125), LENTIN & WILLIAMS (1985, pp. 77, 79) et JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, p. 80) s'accordent avec BELOW (*ibid.*). C'est cette position qui est adoptée ici ; nous maintenons les deux espèces séparées sur la base de la présence (chez *C. orthoceras*) et l'absence (chez *C. edwardsii*) de tubercules ou épines intratabulaires. HELENES (*op. cit.*) et JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (*ibid.*) considèrent cette espèce comme une "espèce problématique" à cause de l'incertitude concernant son statut d'espèce ou de sous-espèce.

Il n'est donc pas impossible que *C. orthoceras* et *C. edwardsii* tombent dans le domaine de variation morphologique d'un même spectre.

Convaincu que ces deux taxons doivent être dissociés mais ne considérant pas le critère cité par BELOW comme déterminant pour leur séparation, SARJEANT (1985a, p. 55) discute plus profondément son argumentation en écrivant que «..les deux espèces semblent vraiment différer dans les détails

de leur morphologie et en particulier au niveau de leur paratabulation ventrale. L'holotype de *C. edwardsii* est représenté en vue ventrale légèrement oblique, la région apicale située en haut ; la longueur de sa corne apicale ne peut ainsi pas être calibrée avec précision mais semble être proportionnellement encore plus longue que celle de *C. orthoceras* , alors que le corps central du kyste apparaît plus large. Les paraplaques 6" et 1''' de *C. edwardsii* - la dernière est donnée sans numéro par COOKSON & EISENACK (1958), leur paraplaque 1''' étant équivalente à la 2''' [selon SARJEANT (*op. cit.*)] - apparaissent plus petites que leurs équivalentes chez *C. orthoceras* , alors que le paracingulum apparaît plus étroit et moins fortement hélicoïdal. La paratabulation postérieure ventrale de l'holotype a déjà été élucidée. Aucun dessin du paratype de *C. edwardsii* n'a été publié, mais d'après sa photographie (COOKSON & EISENACK, 1958, pl. 3, fig. 5), il semble beaucoup se rapprocher de *C. orthoceras* tant par sa paratabulation que par l'ensemble de sa morphologie - et de ce fait, différer de façon marquée de l'holotype!..». SARJEANT (*op. cit.*) préfère maintenir séparées les deux espèces en attendant une révision de l'holotype de *C. edwardsii* ainsi qu'une étude des variations de ces taxons.

Description : Kyste proximate, d'ambitus ovale à subpolygonal, surmonté par une longue corne apicale (environ 1/4 du diamètre équatorial du kyste). Celle-ci est droite, conique, à base plus ou moins large et distalement fermée avec une extrémité montrant parfois un étranglement prolongé par une courte projection en "T". Seul le tiers inférieur de la corne apparaît creux. L'épikyste et l'hypokyste sont de taille équivalente. La paroi est modérément épaisse et constituée d'un autophragme chagriné à scabre mais non perforé. Des septes parasuturaux ornent le kyste. Ces septes , membraneux, ont une hauteur pouvant atteindre 7 µm et présentent une crête lisse à très irrégulièrement découpée. Les septes sont nettement plus hauts et plus pointus aux points de jonction des crêtes, prenant presque l'apparence d'épines gonales. Des rides ou "septes" accessoires, intratabulaires, discontinues, sont souvent présentes, mais toujours plus basses que les septes principaux (parasuturaux). Quelques très rares granules intratabulaires sont parfois visibles.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde : 4-5', 1a, 6", 0c, 6''', 1p, 1'''', xs est indiquée par les septes parasuturaux. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est libre. Le paracingulum est particulièrement étroit et non divisé. Le parasulcus est long, s'étendant largement sur l'épikyste et surtout l'hypokyste, mais reste cependant relativement étroit.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 98(111)124 µm ; longueur du corps central = 81(93)101 µm ; largeur du kyste = 73(86)96 µm ; longueur de la corne apicale = 15(19)27 µm ; hauteur des septes = 1(3)8 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 9.

Comparaisons : *C. edwardsii* se distingue de *Cribroperidinium muderongense* (COOKSON & EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a par son absence totale de verrue ou granule sur les surfaces intratabulaires, et en possédant des septes parasuturaux et secondaires à crête moins découpée. Ces deux espèces ont des structures parasuturales très proches bien que celles de *C. edwardsii* soient moins découpées et non épineuses.

Faisant également partie du groupe «Muderongense» (*cf.* la remarque pour cette espèce), *Cribroperidinium intricatum* DAVEY, 1969a possède une corne apicale bien moins longue que chez *C. edwardsii*, des septes très bas (rides), rarement membraneux, à crête non épineuse. La paroi du

kyste est de plus décrite comme étant densément granulaire.

Cribroperidinium ventriosum (O. WETZEL, 1933a) LENTIN & WILLIAMS, 1973 *emend.* LEJEUNE-CARPENTIER & SARJEANT, 1981 montre une crête moins découpée, plutôt lisse, et pas de tubercule intratabulaire. Des septes accessoires doubles sont fréquents.

Chez *Cribroperidinium auctificum* (BRIDEAUX, 1971) STOVER & EVITT, 1978 les septes sont lisses, bas et de plus la paraplaque 3' est très petite et triangulaire.

Cribroperidinium orthoceras

(EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a emend. SARJEANT, 1985a

pl. XV, fig. 9-10 ; pl. XVII, fig. 2-6

1958 *Gonyaulacysta orthoceras* sp. nov. EISENACK: p. 388, pl. 21, fig. 3-11 ; pl. 24, fig. 1.
1966b *Gonyaulacysta orthoceras* comb. nov. et emend. SARJEANT: pp. 121-123, pl. 14, fig. 5-6.
1969a *Cribroperidinium orthoceras* comb. nov. et emend. DAVEY: p. 128.
1985a *Cribroperidinium orthoceras* emend. nov. SARJEANT: pp. 49-57, pl. 1, fig. 1, 4 ; pl. 2, fig. 1-2 ; pl. 3, fig. 1, 4 ; texte-fig. 1.

Remarques taxonomiques : Cette espèce fait partie d'un des deux groupes d'espèces problématiques définis par HELENES (1984, p. 124) ; ces formes ont une paratabulation de type "cribropéridinioïde" mais leurs caractères morphologiques posent des problèmes quant à leur validité en tant qu'espèces ou sous-espèces.

Outre leur type de paratabulation, les 4 espèces du groupe «Muderongense» - *C. intricatum* DAVEY, 1969a ; *C. edwardsii* ; *C. orthoceras* ; *C. muderongense* (COOKSON & EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a - ont en commun un autophragme épais, une grande taille (diamètre équatorial du corps central supérieur à 100 µm) et des septes parasuturaux et secondaires bien développés.

Ces espèces se différencient entre elles principalement par la taille et l'abondance des épines constituant leur ornementation ; *C. muderongense* étant la plus ornementée, *C. intricatum* la moins.

A l'instar de HELENES (1984, p. 125), JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, p. 80) considèrent *C. orthoceras* comme une "espèce problématique" à cause de l'incertitude concernant son statut d'espèce ou de sous-espèce.

Description : Kyste proximate, d'ambitus subcirculaire, ovale à subpolygonal, surmonté par une longue corne apicale. Celle-ci, de taille proche du tiers du diamètre équatorial du kyste, est droite, conique, fermée, et montre à son extrémité distale un étranglement prolongé par une courte projection en "T". L'épikyste et l'hypokyste sont de taille à peu près égale. Modérément épaisse, la paroi est constituée d'un autophragme scabre à microgranulaire mais non perforé, dont la surface est parsemée de granules ou verrues de taille et de forme variables, ayant une distribution dense à très lâche, pouvant parfois être arrangés de façon linéaire, formant ainsi un "septe" accessoire incomplet.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde : 4', 6", 0c, 6'", 1p, 1"", xs, est exprimée par de bas septes parasuturaux et parfois pénitabulaires, étroits, ornés de crêtes serrates à denticulées (occasionnellement lisses). Lorsqu'ils sont présents, les septes pénitabulaires peuvent être représentés seulement par des lignes de verrues en partie fusionnées. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est libre. Le paracingulum est étroit et non divisé. Le parasulcus est court,

s'étendant à peine sur l'épikyste et n'atteint pas l'antapex.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 79(97)111 µm ; longueur du corps central = 63(77)97 µm ; largeur totale du kyste = 55(76)96 µm ; largeur du corps central = 50(71)91 µm ; longueur de la corne apicale = 12(19)31 µm ; hauteur des septes = 1-6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Cribroperidinium edwardsii* diffère de *C. orthoceras* par son absence totale de verrue ou granule sur les surfaces intratabulaires. Ces deux espèces ont des structures parasuturales proches bien que celles de *C. edwardsii* soient plus lisses et moins découpées.

Cribroperidinium intricatum possède des tubercules intratabulaires, mais ses septes sont très bas (rides) et lisses, sauf parfois ceux limitant la paraplaque 1"", qui peuvent être ornés de quelques épines.

Dans leurs diagnoses, amendations ou comparaisons de *C. orthoceras*, ni EISENACK (1958) ni DAVEY (1969a) ni HELENES (1984) n'ont comparé cette forme à *C. muderongense* alors que ces deux taxons possèdent les mêmes caractères morphologiques. Il en est de même pour *Cribroperidinium aparsium* STOVER & HELBY, 1987c, qui semble très proche de *C. orthoceras* et dont aucune comparaison avec cette dernière espèce n'est proposée par ses inventeurs.

Cribroperidinium palla

(SARJEANT, 1966b) HELENES, 1984

pl. XV, fig. 5 ; pl. XVII, fig. 1

1966b *Gonyaulacysta palla* sp. nov. SARJEANT: pp. 113-114, pl. 13, fig. 3-4 ; texte-fig. 24.
1978 *Millioudodinium pallum* comb. nov. STOVER & EVITT: p. 174.
1982b *Rhynchodiniopsis palla* comb. nov. SARJEANT: p. 35.
1984 *Cribroperidinium palla* comb. nov. HELENES: p. 124.

Description : Kyste proximate, subsphérique, surmonté par une corne apicale de taille moyenne (environ 1/5 du diamètre équatorial du corps central). Cette dernière est conique, pleine, mais d'aspect spongieux et correspond certainement à une différenciation de l'autophragme - "differenciated autophragm" *sensu* EVITT (1985, p. 64, pl. 4.2 E)-. Son extrémité distale est cruciforme. La paroi est constituée d'un autophragme seul, finement mais densément granulaire. De basses rides (moins de 1,5 µm de haut) délimitent des champs à l'intérieur desquels peuvent être présents de rares tronçons de rides secondaires discontinues et pénitabulaires. Les rides principales portent quelques processus ou épines fins et courts (1-2 µm), distalement acuminés, corinates ou capités. Ces projections semblent plus denses sur les rides délimitant la paraplaque 1"".

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée par les rides parasuturales : 1pr, 4', 6", ?6c, 6"', 1p, 1"", as, ras, ps. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple et libre. Le paracingulum ainsi que le parasulcus sont modérément étroits. L'épikyste et l'hypokyste sont de taille identique.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 57(64)81 µm ; longueur du corps central = 49(54)63 µm ; largeur totale du kyste = 47(55)70 µm ; largeur du corps central = 46(53)64 µm ; longueur de la corne apicale = 5(10)20 µm ; hauteur des septes = 1-2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Très proche de *C. palla*, *Cribroperidinium systremmatos* (GITMEZ & SARJEANT, 1972) STOVER & EVITT, 1978 possède des septes plus hauts et une corne très réduite voire absente. Les septes sont de plus non épineux.

De morphologie également proche, *Cribroperidinium aichmetes* (SARJEANT, 1966b) HELENES, 1984 a une forme moins ronde et ne possède pas d'épine sur ses septes.

Une taille plus grande (112-147 x 77-118 µm), une surface lisse à scabre et l'absence d'épine sur les rides de *Cribroperidinium auctificum* (BRIDEAUX, 1971) STOVER & EVITT, 1978 différencient cette espèce de *C. palla*.

Chez *Cribroperidinium exilicristatum* (DAVEY, 1969a) STOVER & EVITT, 1978 la paroi est plus épaisse que chez *C. palla* et la corne apicale a une morphologie différente, car plus triangulaire. Les rides sont basses et portent parfois des épines gonales à la jonction des crêtes.

Cribroperidinium sepimentum

NEALE & SARJEANT, 1962

pl. XIV, fig. 20-21

1962 *Cribroperidinium sepimentum* sp. nov. NEALE & SARJEANT: pp. 443-444, pl. XIX, fig. 4 ; texte-fig. 3.

Description : Kyste proximate, subsphérique, ovoïdal à subpolyédrique, surmonté par une corne apicale de taille moyenne (environ 1/7 du diamètre équatorial du corps central). Cette dernière est conique, pleine, mais d'aspect spongieux et correspond certainement à une différenciation de l'autophragme ("differenciated autophragme" *sensu* EVITT, 1985, p. 64, pl. 4.2 E). La paroi est constituée d'un autophragme seul, épais, perforé, ayant un aspect très nettement vacuolaire. Des septes plus ou moins hauts (1-6 µm) délimitent des champs présentant parfois des rides secondaires ou accessoires, discontinues, pénitabulaires. Ces septes sont plus développés dans la région antapicale et présentent une crête "lisse". Ils sont également perforés et les perforations peuvent être intersectées par la marge des septes, donnant à celle-ci un aspect irrégulièrement serrate à denticulé. Aucune ornementation positive (épine, tubercule...) autre que les rides accessoires intratabulaires n'a été vue ici.

Ce système conjugué de rides et de septes créant une certaine confusion dans la paratabulation, celle-ci n'a pas pu, ici, être intégralement déchiffrée. La formule, de type gonyaulacoïde, décrite par NEALE & SARJEANT (1962, pp. 443-444) dans la description originale de cette espèce : 6', 4-5?a, 8", 9"', 1p, 2pv, 6-?7pc, n'a pas pu être retrouvée. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$, et particulièrement large. L'opercule est simple et libre. Le paracingulum est étroit, et le parasulcus, large, est limité à la partie centrale du kyste. L'épikyste et l'hypokyste sont de taille sensiblement identique.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 83(108)132 µm ; longueur du corps central = 75(92)109 µm ; largeur totale du kyste = 75(97)119 µm ; largeur du corps central = 70(92)113 µm ; longueur de la corne apicale = 6(14)22 µm ; hauteur des septes = 1-6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 14.

Comparaisons : Cette espèce diffère de la majorité des représentants du genre *Cribroperidinium* par sa paroi et ses septes très nettement perforés.

Cribroperidinium tensiftense BELOW, 1981a se distingue de *C. sepimentum* par la présence de tubercules ou verrues intratabulaires, et par sa corne plus courte et pyramidale.

La présence de rares épines intratabulaires différencie également *Cribroperidinium wetzelii* (LEJEUNE-CARPENTIER, 1939 *emend.* LEJEUNE-CARPENTIER, 1946 *emend.* LEJEUNE-CARPENTIER & SARJEANT, 1981) HELENES, 1984.

Chez *Cribroperidinium* ? *perforans* (COOKSON & EISENACK, 1958) MORGAN, 1980 la paroi du kyste est granulaire et occasionnellement perforée. Les septes sont simples (non dédoublés) et la corne apicale plus longue.

Cribroperidinium ? sp. **B**
fig. S.12 ; pl. XVI, fig. 1

Remarque taxonomique : Cette forme est provisoirement attribuée au genre *Cribroperidinium* car bien que la formule de paratabulation n'ait pas pu être établie avec précision, la morphologie générale et particulièrement les rides accessoires s'apparentent à ce genre. La corne apicale pointue ne paraît cependant pas typique de ce genre.

Description : Kyste proximate, subsphérique, de grande taille, surmonté par une longue corne apicale (jusqu'à 1/2 du diamètre équatorial du corps central). Cette corne est très élancée, conique, à extrémité pointue, pleine et parfois épineuse, surtout à sa base, avec une surface lisse (non perforée). La paroi est constituée d'un autophragme seul, épais, perforé, avec un aspect très nettement vacuolaire. De hauts septes (6-12 µm) délimitent des champs présentant parfois des rides secondaires, discontinues, pénitabulaires, particulièrement dans la région sulcale. Les septes apparaissent mieux développés sur l'hypokyste que sur l'épikyste. Ils montrent une ornementation très variable, étant irrégulièrement stauromates (stauromates fenestrés) à érymnates. Aucune ornementation positive (épine, tubercule) autre que les septes et les rides accessoires n'est présente.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, de formule non déchiffrée à cause de la confusion que créent les rides accessoires et le fait que la base des septes est mal définie car fortement perforée. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$, et élargi ; l'opercule est simple et libre. Le paracingulum est très étroit et décalé d'environ 2 fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Celui-ci est droit, modérément étroit et plus court sur l'épikyste que sur l'hypokyste.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 124(151)181 µm ; longueur du corps central =

96(108)123 µm ; largeur totale du kyste = 109(117)133 µm ; largeur du corps central = 97(105)121 µm ; longueur de la corne apicale = 22(42)55 µm ; hauteur des septes = 6(9)12 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

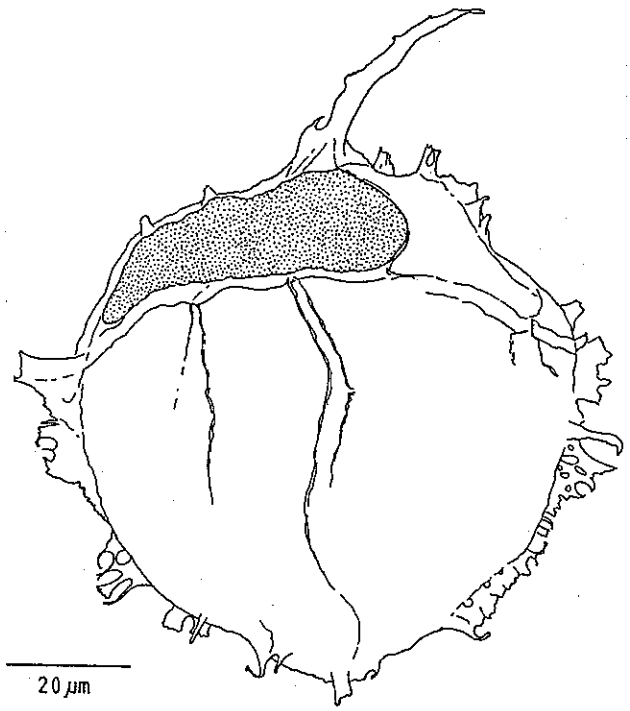


Fig. S.12 : *Cribroperidinium* ? sp. B - Esquisse des contours du kyste en vue dorsale.

Comparaisons : Une corne apicale longue et effilée, une paroi vacuolaire et des septes hauts et érymnates distinguent cette espèce de tous les autres représentants du genre *Cribroperidinium.*

Les dessins par VOZZHENNIKOVA (1967, pl. XXXI, fig. 2 A-B) de *Gonyaulax sarjeanti* var. *sarjeanti*, devenu *Cribroperidinium* ? *sarjeantii* (VOZZHENNIKOVA, 1967) HELENES, 1984, montrant le détail des septes et de la paroi font de cette espèce la forme la plus proche de *Cribroperidinium* ? sp. B. La terminaison de la corne apicale en est cependant différente, et la paroi de *C.* ? *sarjeantii* subsp. *sarjeantii* est décrite comme étant granulaire ou tuberculée.

Chez *Cribroperidinium boreas* (DAVEY, 1974) HELENES, 1984, les septes sont perforés mais non érymnates. Les dimensions de cette espèce sont bien inférieures à celles de *Cribroperidinium* ? sp. B.

Cribroperidinium ? *scottii* (COOKSON & EISENACK, 1958) HELENES, 1984 possède des septes dont la description originale laisse supposer une forme proche de ceux de *Cribroperidinium* ? sp. B, cependant cette espèce développe de courts processus intratabulaires et la texture de la paroi n'est pas précisée.

Cribroperidinium sp. **C**

pl. XV, fig. 2-3

Description : Kyste proximate, ovoïde, surmonté par une corne apicale bien développée (environ 1/3 du diamètre équatorial du corps central). La corne est conique, effilée, pleine, avec une extrémité

distale cruciforme. La paroi est constituée d'un autophragme seul, peu épais, densément microperforé. De très basses rides, à crête lisse et perforées à leur base soulignent une paratabulation de type gonyaulacoïde. La formule exacte n'a pas pu être reconnue. De très rares granules peuvent être présents sur les paraplaques. Il n'y a pas de rides secondaires. Quelques épines entourent la paraplaque 1''''. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre. Le paracingulum et le parasulcus sont modérément étroits.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 76(89)105 µm ; longueur du corps central = 54(72)93 µm ; largeur du kyste = 51(65)80 µm ; largeur du corps central = 49(60)75 µm ; longueur de la corne apicale = 7(18)25 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 9.

Comparaisons : Parmi les espèces de *Cribroperidinium* possédant une ornementation négative, *Cribroperidinium confossum* possède une corne beaucoup plus longue que *Cribroperidinium* sp. C. *Cribroperidinium* ? *perforans* (COOKSON & EISENACK, 1958) MORGAN, 1980, *Cribroperidinium sepimentum* et *Cribroperidinium wetzelii* (LEJEUNE-CARPENTIER, 1939 *emend.* LEJEUNE-CARPENTIER & SARJEANT, 1981) HELENES, 1984 ont des septes parasuturaux élevés.

Chez *Cribroperidinium* ? *pyrum* (DRUGG, 1967) STOVER & EVITT, 1978, la corne apicale est très courte et les parasutures sont légèrement denticulées au lieu de lisses.

Chez *Cribroperidinium tensiftense* BELOW, 1981a, la corne apicale est courte et les aires intratabulaires sont densément recouvertes de tubercules.

Cribroperidinium ? *saetigerum* (MCINTYRE & BRIDEAUX, 1980) HELENES, 1984 a un kyste subsphérique avec une paroi épaisse (environ 2 µm) et des granules intratabulaires plus nombreux que chez *Cribroperidinium* sp. C.

Genre **CTENIDODINIUM** DEFLANDRE, 1938b
emend. SARJEANT, 1966b emend. SARJEANT, 1975a emend. WOOLLAM, 1983
emend. BENSON, 1985

Espèce-type : *Ctenidodinium ornatum* (EISENACK, 1935) DEFLANDRE, 1938b.

Ctenidodinium elegantulum
MILLIOUD, 1969 emend. BELOW, 1981a
pl. XVI, fig. 2-3 ; pl. XVII, fig. 10

1969 *Ctenidodinium elegantulum* sp. nov. MILLIOUD: p. 427, pl. 2, fig. 1-3.
1981a *Ctenidodinium elegantulum* emend. BELOW: pp. 42-43, pl. 5, fig. 6-7, 9 ; texte-fig. 26-32.

Description : Kyste proximochorate, acavate, dont le corps central possède un contour subpolygonal en vue dorso-ventrale, et subcirculaire en vue polaire. L'épikyste, arrondi à pentagonal, est plus petit que l'hypokyste, trapézoïdal. La paroi, constituée d'un autophragme seul,

est lisse à finement microgranulaire. Celui-ci développe de très bas septes aux crêtes ornées de longs et fins processus épineux, parasuturaux, à terminaison distale parfois très légèrement capitée ou bifurquée. Les processus gonaux peuvent être plus forts et plus longs que les processus intergonaux. Ces derniers sont régulièrement espacés et peu nombreux. Leur nombre varie de 4 à 5, rarement 6 le long des parasutures les plus longues, 1 à 2 le long des parasutures les plus courtes. Ils peuvent être absents sur les parasutures limitant certaines des paraplaques sulcales.

Le paracingulum est hélicoïdal, et seuls les septes de sa marge postérieure portent des processus. Le parasulcus est large et pas ou incomplètement délimité. La paratabulation est de type gonyaulacoïde : 4', 1a, 6", 0-6c, 5-6"', 1p, 1"", as. L'archéopyle est épikystal de type [tAtP] ; l'opercule est combiné et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 65(68)71 µm ; longueur du corps central = 53(55)54 µm ; longueur totale de l'hypokyste = 33(40)46 µm ; longueur de l'hypokyste sans les processus = 27(35)44 µm ; largeur totale du kyste = 39(63)77 µm ; largeur du corps central = 34(53)64 µm ; longueur des processus = 1(7)11 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : *Ctenidodinium tenellum* DEFLANDRE, 1938b développe de très bas septes, mais possède un corps central plus petit (diamètre équatorial = 45-48 µm) montrant une forte granulation et des processus plus courts (3-5 µm).

Espèce du Bajocien-Bathonien, *Ctenidodinium cornigerum* (VALENSI, 1953) JAN DU CHENE, FAUCONNIER & FENTON, 1985 se rapproche de *C. elegantulum* par ses septes bas et ses processus morphologiquement très proches. Elle s'en distingue en ayant un épi- et un hypokyste de taille sensiblement égale et un autophragme épais et alvéolaire donnant en surface une ornementation ponctuée.

Ctenidodinium ornatum, *Ctenidodinium combazii* DUPIN, 1968 et *Dichadogonyaulax ? pannea* (NORRIS, 1965) SARJEANT, 1969 se distinguent d'emblée de *C. elegantulum* par des septes bien plus développés. De plus : *C. combazii* est une espèce de taille plus importante (corps central = 75-96 x 62-63 µm sans les septes) avec des processus généralement très découpés et une paraplaque antapicale (1"") de taille relativement petite ; *D. pannea* a un corps central plus aplati aux pôles et ne présente que cinq paraplaques postcingulaires.

Genre **CYMOSOSPHAERIDIUM** DAVEY, 1982b

Espèce-type : *Cymososphaeridium validum* DAVEY, 1982b.

Cymososphaeridium validum
DAVEY, 1982b
pl. XVI, fig. 4-5 ; pl. XVII, fig. 11

1982b *Cymososphaeridium validum* sp. nov. DAVEY: pp. 18-19, pl. 3, fig. 5-6, 8, 11.

Description : Kyste chorate, acavate, dont le corps central est subsphérique. La paroi est constituée d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à scabre, étroitement accolés excepté au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus, intratabulaires centrés (1 par paraplaque) sont longs (environ 1/2 diamètre du corps central ou plus), fins, pleins et ramifiés ; leur hampe est cylindrique puis, entre 1/2 et 2/3 de leur longueur, une première division sépare 2 à 4 branches qui elles-mêmes sont subdivisées en plusieurs rameaux.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, reflétée par la position des processus avec pour formule : 4', 6", 6‴, 1p, 1⁗, 1ps. L'archéopyle est apical, de type [tA], et possède un contour en zigzag entaillé par une encoche parasulcale prononcée ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum est marqué par l'absence de processus. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 107 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 55(70)87 µm ; longueur du corps central = 59 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 36(45)55 µm ; largeur totale du kyste = 81(98)117 µm ; largeur du corps central = 49(53)64 µm ; longueur des processus = 12(26)31 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : Seule espèce du genre, *Cymososphaeridium validum* se distingue des autres espèces à processus par son archéopyle apical et la présence de processus pleins, branchus et l'absence de processus paracingulaire.

Oligosphaeridium dividuum WILLIAMS, 1978 est une espèce très proche de *C. validum* de par la forme très branchue de ses processus. Chez *O. dividuum* les processus sont creux, tubulaires, généralement ouverts distalement. Des formes intermédiaires avec des hampes proximalement creuses ont cependant été observées. La distinction alors très difficile a été faite sur la terminaison distale des processus, parfois palmée sur quelques processus chez *O. dividuum* alors que ce n'est jamais le cas chez *C. validum.*

Genre **DAPSILIDINIUM** BUJAK et al., 1980

Espèce-type : *Dapsilidinium pastielsii* (DAVEY & WILLIAMS, 1966b) BUJAK, DOWNIE, EATON & WILLIAMS, 1980.

Dapsilidinium ? deflandrei
(VALENSI, 1947) LENTIN & WILLIAMS, 1981
pl. XVI, fig. 6

1947 *Hystrichosphaeridium Deflandrei* sp. nov. VALENSI: p. 817, fig. 3.
1966b *Polysphaeridium ? deflandrei* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 95. [*nomen nudum*].
1967b *Polysphaeridium ? deflandrei* comb. nov. SARJEANT: p. 332. [*nomen nudum*].
1969 *Polysphaeridium ? deflandrei* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 6.
1981 *Dapsilidinium deflandrei* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 69.

Description : Kyste skolochorate, de petite taille, dont le corps central est subsphérique, avec une paroi composée d'un endophragme microgranulaire à granulaire et d'un périphragme scabre. Les processus sont très particuliers, identiques à la description donnée par VALENSI (1953, p. 37) : « radiants en double tubulure (...) constitués par deux tubulures creuses, placées bout à bout dans le prolongement l'une de l'autre. (...). Celle qui est basale est nettement plus courte ; son sommet est coiffé d'une collerette saillante...». Les processus sont trapus, relativement larges, avec un rapport largeur/longueur proche de 0,4 en moyenne pour une longueur comprise entre 1/4 et 1/3 du diamètre équatorial du corps central.

Aucune indication de paratabulation n'est visible, mis à part la marge de l'archéopyle. Celui-ci est apical, de type [tA] ; l'opercule est simple et libre. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 31 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 23 µm ; longueur du corps central = 21 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 18 µm ; largeur totale du kyste = 28(30)32 µm ; largeur du corps central = 22(23)25 µm ; longueur des processus = 5(6)7 µm ; largeur des processus = 1,5(3)4 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Remarque stratigraphique : Rarement citée dans la littérature scientifique, cette espèce est connue depuis le Jurassique moyen jusque dans le Crétacé inférieur ; notamment par MONTEIL (1985, pp. 124-125, pl. 2, fig. 4, 6, 8) sous *Kleithriasphaeridium* ? sp.. Dans les sédiments étudiés ici, *D.* ? *deflandrei* a été rencontrée uniquement dans la zone à *Balearis* de la coupe de Vergons (niveaux H40 et H42). Géographiquement connue uniquement en Europe, *D.* ? *deflandrei* semble, dans la limite de nos connaissances actuelles, stratigraphiquement limitée au Jurassique moyen (Dogger) dans le domaine boréal et au Crétacé inférieur (Néocomien) dans le domaine téthysien :

Bathonien	France N.-O.	VALENSI, 1947
Bajocien-Bathonien	France N.-O.	VALENSI, 1953
Callovien ?	Angleterre	MUIR & SARJEANT, 1978
Valanginien inf.	France S.-E.	MONTEIL, 1985
Berriasien sup.-Barrémien inf.	Suisse	POURTOY, 1989

Comparaisons : La petite taille de son kyste et ses processus à double tubulure distinguent *D.* ? *deflandrei* des autres espèces du genre.

Dapsilidinium multispinosum

(DAVEY, 1974) BUJAK et al., 1980

pl. XVI, fig. 9-10 ; pl. XIX, fig. 1

1974 *Polysphaeridium multispinosum* sp. nov. DAVEY: p. 60, pl. 7, fig. 4.
1980 *Dapsilidinium multispinosum* comb. nov. BUJAK, DOWNIE, EATON & WILLIAMS: p. 28.
? 1982c *Polysphaeridium duma* sp. nov. BELOW: p. 28, pl. 2, fig. 9-12 ; texte-fig. 6a.
[? 1985 *Dapsilidinium duma* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 92].

Remarques taxonomiques : Par ses processus distalement épineux, *Dapsilidinium duma* (BELOW,

1982c) LENTIN & WILLIAMS, 1985 est une forme très proche de *D. multispinosum.*

BELOW (1982c, p. 28) rapporte que le nombre des processus chez *D. duma* est très variable. Lorsque celui-ci est élevé (*ex.* un des paratypes ; *op. cit.*, pl. 2, fig. 11) la discrimination entre *D. duma* et *D. multispinosum* devient très délicate. BELOW ne propose pourtant pas de comparaison entre ces deux taxons. Il semblerait que *D. duma* entre dans le domaine de variation de *D. multispinosum.* Les holotypes de ces taxons se distinguent par un nombre de processus globalement plus faible, ainsi que des processus plus courts et des épines distales mieux marquées chez *D. duma.*

Description : Kyste skolochorate, acavate, dont le corps central subsphérique est composé d'un endophragme scabre à microgranulaire et d'un périphragme lisse, étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Ces derniers sont nombreux, non tabulaires, creux et d'environ la même longueur, proche de 1/2 diamètre équatorial du corps central. Leur extrémité distale, qui est ouverte et souvent légèrement courbée, apparaît parfois bordée de minuscules épines. Les bords de la hampe des processus sont généralement parallèles entre eux et rarement convergents.

Aucune indication de paratabulation n'est visible, mis à part la marge de l'archéopyle lorsque celui-ci est développé. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est simple et libre mais reste très souvent en place. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 49(60)71 µm ; longueur du corps central = 25(37)47 µm ; largeur totale du kyste = 50(60)71 µm ; largeur du corps central = 25(33)42 µm ; longueur des processus = 5(13)23 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 15.

Comparaisons : La limite avec *Dapsilidinium* ? *rhabdophorum* (VALENSI, 1955b) LENTIN & WILLIAMS, 1981 apparaît également difficile à cerner, mais là aussi le nombre des processus semble plus faible et ces derniers sont originellement décrits comme «..se terminant généralement par deux courtes épines sensiblement perpendiculaires à leur axe..».

Dapsilidinium warrenii (HABIB, 1976) LENTIN & WILLIAMS, 1981 possède des processus rubanés, plus larges, à extrémité distale tronquée et non épineuse.

Cleistosphaeridium ? *flexuosum* DAVEY *et al.*, 1966 a des processus sinueux, acuminés et fermés distalement.

Dapsilidinium warrenii
(HABIB, 1976) LENTIN & WILLIAMS, 1981
pl. XVI, fig. 12 ; pl. XIX, fig. 3-4

1972 *Hystrichosphaeridium* ? sp. A HABIB: pl. 9, fig. 4.
1973 *Polysphaeridium* sp. HABIB & WARREN: p. 217.
1976 *Polysphaeridium warrenii* sp. nov. HABIB: pp. 383-384, pl. 2, fig. 4, 6.
1981 *Dapsilidinium warrenii* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 70.

Description : Kyste skolochorate, acavate, dont le corps central subsphérique est composé d'un endophragme microgranulaire et d'un périphragme lisse, étroitement accolés l'un à l'autre excepté au niveau des processus que seul développe le périphragme. Ces derniers sont nombreux, rubanés, creux, distalement ouverts et non évasés. Leur longueur, constante pour un même individu, est proche voire supérieure à 1/2 diamètre du corps central. Ils rayonnent perpendiculairement au corps central et ont un arrangement non tabulaire.

La paratabulation est exprimée uniquement par le contour échancré de l'archéopyle qui suggère 6 paraplaques précingulaires. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 43(52)59 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 43(47)50 µm ; longueur du corps central = 28(33)37 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 25(31)36 µm ; largeur totale du kyste = 44(54)73 µm ; largeur du corps central = 25(31)41 µm ; longueur des processus = 10(13)18 µm ; largeur des processus = 1(3)4 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Les nombreux processus rubanés de *Dapsilidinium warrenii* distinguent cette espèce de la majorité de celles du genre.

Similaire à *Dapsilidinium laminaspinosum* (DAVEY & WILLIAMS, 1966b) LENTIN & WILLIAMS, 1981, *D. warrenii* possède beaucoup plus de processus que ce dernier et de plus, les processus de *D. laminaspinosum* sont plus larges.

Dapsilidinium ? *rhabdophorum* (VALENSI, 1955b) LENTIN & WILLIAMS, 1981 possède un grand nombre de processus, mais ceux-ci sont en forme de baguettes courtes, à peine élargies à la base et de calibre à peu près constant, se terminant généralement par deux courtes épines.

D. warrenii ressemble à *Tanyosphaeridium isocalamus* (DEFLANDRE & COOKSON, 1955) DAVEY & WILLIAMS, 1969 par la nature et l'arrangement des processus mais le corps central de *D. warrenii* est subsphérique alors qu'il est ellipsoïdal allongé chez *T. isocalamus*.

Genre **DISCORSIA** DUXBURY, 1977
emend. KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN et al., 1985

Espèce-type : *Discorsia nanna* (DAVEY, 1974) DUXBURY, 1977 *emend.* KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN, JAIN & MANUM, 1985.

Discorsia nanna
(DAVEY, 1974) DUXBURY, 1977
emend. KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN et al., 1985
pl. XVI, fig. 7-8

1971 *Oligosphaeridium* ? sp. A BRIDEAUX: p. 91, pl. 26, fig. 66.
1974 *Oligosphaeridium nannum* sp. nov. DAVEY: p. 59, pl. 4, fig. 9-10.
1977 *Discorsia nanna* comb. nov. et emend. DUXBURY: p. 31, pl. 10, fig. 8 ; texte-fig. 7.

1985 *Discorsia nanna* emend. KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN, JAIN & MANUM: pp. 98, 100, pl. 1, fig. 1-8 ; pl. 2, fig. 1-4 ; pl. 3, fig. 1-4 ; pl. 4, fig. 1-5.

Description : Kyste skolochorate, acavate, de petite taille, dont le corps central est subsphérique à ellipsoïdal. L'endophragme est mince, lisse à microgranulaire, et le périphragme est variablement strié. Les deux membranes sont étroitement accolées sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Peu nombreux, les processus sont infundibuliformes et distalement ouverts avec une bordure finement serrate. Ils portent des rides longitudinales caractéristiques, qui peuvent occasionnellement rejoindre les rides des processus voisins. Ils sont intratabulaires (un par paraplaque) et indiquent une paratabulation de type gonyaulacoïde : 4', 6", 0c, 5-6‴, ?s, 1p, 1⁗.

L'absence de processus dans la région équatoriale permet de situer le paracingulum. Le parasulcus n'est également pas indiqué.

L'archéopyle est apical, de type [tA] (*cf.* la remarque ci-dessous) ; l'opercule est libre, mais restant parfois attaché.

Remarques : Lors de la première amendation de cette espèce, DUXBURY (1977, p. 31) donne pour la paratabulation la formule suivante : 1', 6", 6‴, 1p, 1⁗, avec un archéopyle apical formé par la perte de la paraplaque 1' uniquement.

Du matériel d'origine indienne, ainsi que la révision de l'holotype de *Discorsia nanna* ont permis à KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN *et al.* (1985, pp. 98, 100) de préciser la formule de paratabulation : 4', 6", 0c, 5-6‴, (as)ps, 1p, 1⁗, et de voir un archéopyle composé, de type [tA].

Dimensions : Longueur totale du kyste = 34(41)46 µm ; longueur du corps central = 25(27)31 µm ; largeur totale du kyste = 32(42)54 µm ; largeur du corps central = 21(24)32 µm ; longueur des processus = 6(9)15 µm ; largeur des processus = 2(6)9 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Discorsia nanna* appartient à un genre monospécifique, et se distingue des autres espèces à processus et à archéopyle apical par sa petite taille, ses processus striés et l'absence de processus paracingulaire.

Genre **DISSILIODINIUM** DRUGG, 1978

Espèce-type : *Dissiliodinium globulum* DRUGG, 1978.

Dissiliodinium globulum
DRUGG, 1978

1978 *Dissiliodinium globulum* sp. nov. DRUGG: p. 68, pl. 4, fig. 4-6.

Dissiliodinium cf. **globulum**
DRUGG, 1978
fig. S.13 ; pl. XVIII, fig. 1-3

Description : Kyste proximate, subsphérique, dont la paroi est constituée d'un autophragme seul. Celle-ci est mince, microgranulaire à granulaire.

L'archéopyle est précingulaire, apparemment de type 4P-5P, formé par la perte des paraplaques 1" à 5", ou 2" à 5" ; les pièces operculaires sont normalement libres mais peuvent rester partiellement en place. Les paraplaques apicales restent attachées à l'hypokyste par un isthme formé par la partie antérieure du parasulcus et très certainement la paraplaque 6". Cette dernière n'est pas différenciée, mais l'isthme est suffisamment large pour suggérer sa présence. Il n'est cependant pas possible de déterminer si la partie apicale limitrophe à cet isthme est constituée par une paraplaque (1') large ou 2 paraplaques (1' et 4') étroites (*cf.* fig. S.13b-d). D'après BELOW (1981a, p. 46) la seconde alternative serait, pour *D. globulum*, la plus probable. La partie postérieure de l'apex montre une sorte d'ergot trapézoïdal caractéristique. Celui-ci correspond peut-être à une paraplaque intercalaire apicale (1a) ? Si tel était le cas, cette forme serait à sortir du groupe des Gonyaulacoïdes. La paratabulation de l'apex n'ayant pas pu être décryptée chez la présente forme, cette question reste en suspens.

Mis à part la marge de l'archéopyle, et quelques entailles dans celle-ci, aucune trace de paratabulation n'est visible. Son contour est anguleux et laisse envisager 4 paraplaques apicales. Le paracingulum n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur de l'hypokyste = 27(32)37 µm ; largeur du kyste = 60(73)82 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : Chez *Dissiliodinium globulum*, l'apex ne présente pas l'ergot développé par la présente forme. Contrairement au matériel de *D. globulum* du Crétacé inférieur marocain observé par BELOW (*op. cit.*, pp. 46-47), l'ornementation granulaire des très nombreux exemplaires rencontrés ici n'atteint jamais les dimensions citées par cet auteur : jusqu'à 3 µm de longueur pour les spécimens marocains, moins de 1 µm pour les spécimens des séries vocontiennes.

La forme la plus proche de *D.* cf. *globulum* est ?*Dissiliodinium* sp. A FEIST-BURKHARDT, 1990. Cette dernière forme présente un ergot (paraplaque 1a) non trapézoïdal et moins proéminent que chez *D.* cf. *globulum*.

Dissiliodinium caddaense (FILATOFF, 1975) STOVER & HELBY, 1987a diffère de *D. globulum* en étant plus gros (environ 2 fois sa taille) et en développant une bosse ou protrusion apicale.

La paroi lisse de *Dissiliodinium psilatum* FEIST-BURKHARDT, 1990 distingue cette espèce de tous les autres représentants du genre *Dissiliodinium*.

Possédant une paroi d'aspect similaire, *Kallosphaeridium yorubaense* JAN DU CHENE & ADEDIRAN, 1984 et *Mancodinium semitabulatum* MORGENROTH, 1970 se rapprochent de *D. globulum* mais s'en démarquent par leur archéopyle respectivement de type [4AI]a (l'opercule reste attaché par un isthme), et [tAtI]+7p (les paraplaques apicales ne restent pas en place).

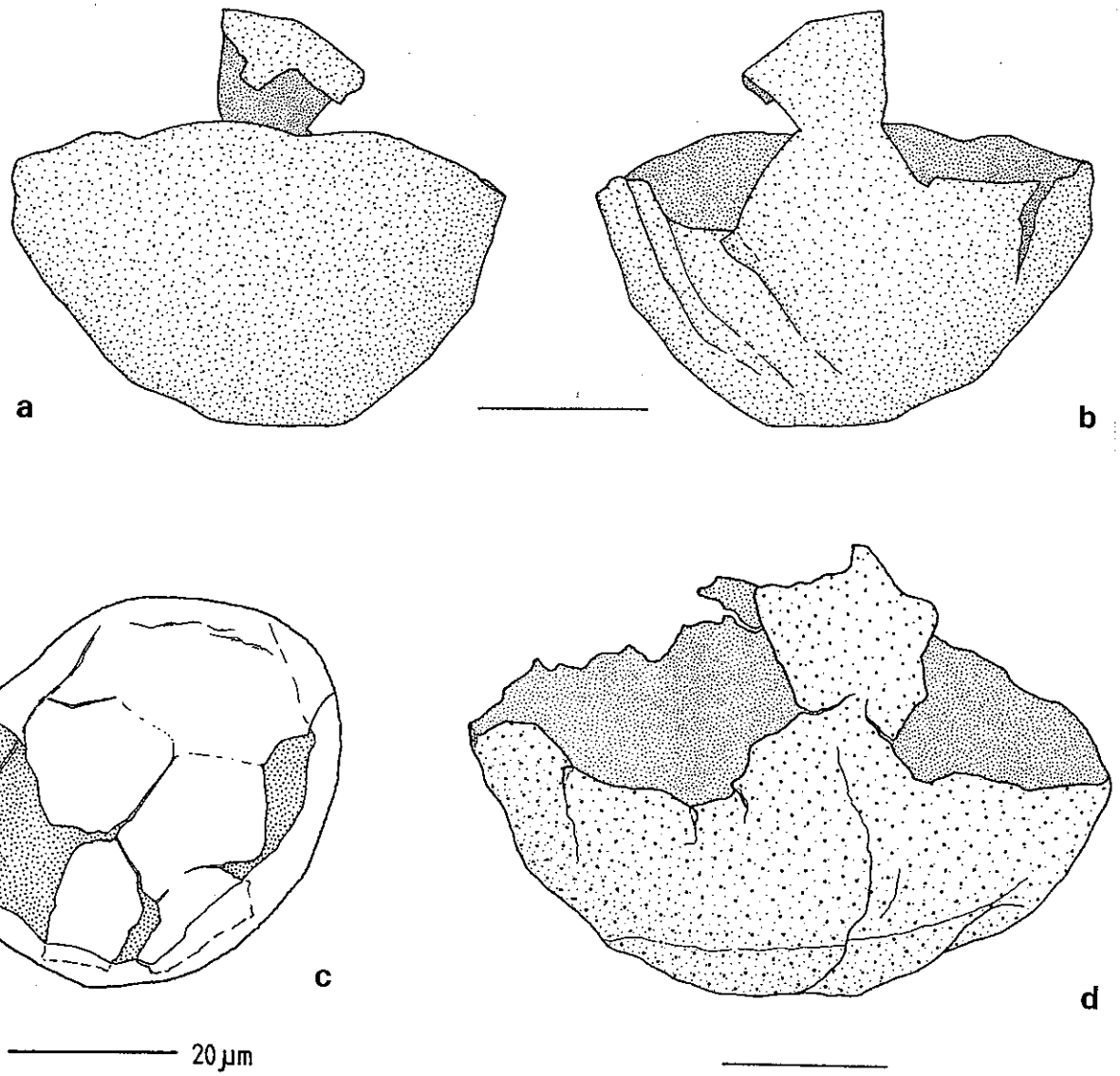


Fig. S.13 : *Dissiliodinium* cf. *globulum* - Vues dorsale (**a**), ventrales (**b**, **d**) et apicale (**c**) montrant l'archéopyle complètement développé (**a-b**, **d**) ou avec quelques paraplaques operculaires encore en place (**c**).

Genre **DRUGGIDIUM** HABIB, 1973
emend. HARDING, 1986b

Espèce-type : *Druggidium apicopaucicum* HABIB, 1973.

Druggidium deflandrei
(MILLIOUD, 1969) HABIB, 1973 emend. BELOW, 1987b
pl. XVI, fig. 13

1969 *Microdinium deflandrei* sp. nov. MILLIOUD: pp. 429-430, pl. 2, fig. 5-7.
1973 *Druggidium deflandrei* comb. nov. et emend. HABIB: pp. 52-53, pl. 1, fig. 4-5 ; pl. 2, fig. 1-2.
1987b *Raphidodinium deflandrei* comb. nov. et emend. BELOW: p. 58.

Description : Kyste proximate, ellipsoïdal à subsphérique allongé, dont la paroi, relativement

épaisse, est constituée d'un autophragme différentié ("differentiated autophragm" *sensu* EVITT, 1985, p. 64). Des septes parasuturaux parcourent le kyste. Ces septes sont bas, très légèrement sinueux. Leur base est fortement vacuolaire ; les vacuoles sont de plus en plus petites vers le centre des paraplaques. La paratabulation, soulignée par les septes, est de type gonyaulacoïde : is-pr, 4', 7", 7c, 6"', 1p, 1"", 2s (*cf.* HARDING, 1986b, p. 18). Le paracingulum divise le kyste dans son tiers supérieur en deux parties inégales ; l'épikyste est subhémisphérique alors que l'hypokyste a un contour allongé avec un antapex un peu aplati, donnant à l'hypokyste une forme rectangulaire arrondie. Le parasulcus n'a pas été observé. L'archéopyle est précingulaire, de type $2Pa_{(3"-4")}$ (*cf.* HABIB & DRUGG, 1983, p. 634), pouvant facilement être confondu avec un archéopyle apical à cause de la difficulté à discerner les paraplaques très réduites de la série apicale. Les pièces operculaires restent en place.

Dimensions : Longueur du kyste = 30(32)36 µm ; longueur de l'hypokyste = 23(25)28 µm ; largeur du kyste = 21(22)23 µm ; hauteur des rides = 0,5-1 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : De forme identique à *D. deflandrei*, *Druggidium apicopaucicum* possède une surface lisse à scabre ou microgranulaire, mais non vacuolaire.

Druggidium augustum HARDING, 1986b a un corps central subcirculaire à ovoïde, avec une paroi ornée de granules plus ou moins coalescents et distribués sur tout le kyste.

Chez *Druggidium jubatum* DUXBURY, 1980 *emend.* HARDING, 1986b, les paraplaques et les septes sont microperforés donnant une texture spongieuse.

Druggidium laeve (LEJEUNE-CARPENTIER, 1951) LEJEUNE-CARPENTIER & SARJEANT, 1983 possède une paroi lisse à microgranulaire et développe des prolongations (épines) gonales.

Chez *Druggidium rhabdoreticulatum* HABIB, 1973, le kyste est entièrement recouvert par une membrane microréticulée supportée par de courtes bacules.

Genre **ENDOSCRINIUM** (KLEMENT, 1960) VOZZHENNIKOVA, 1967

Espèce-type : *Endoscrinium galeritum* (DEFLANDRE, 1938b) VOZZHENNIKOVA, 1967.

Endoscrinium campanula
subsp. **campanula**
(GOCHT, 1959) VOZZHENNIKOVA, 1967
pl. XVIII, fig. 4-5 ; pl. XIX, fig. 6

1959 *Scriniodinium campanula* sp. nov. GOCHT: pp. 61-62, pl. 4, fig. 6 ; pl. 5, fig. 1.
1967 *Endoscrinium campanula* comb. nov. VOZZHENNIKOVA: p. 175, pl. XCVIII, fig. 1-3.
1971 *Gonyaulacysta fragosa* sp. nov. BRIDEAUX: p. 83, pl. 23, fig. 42 ; pl. 24, fig. 44-45 ; texte-fig. 8 c, d.
[1981a *Endoscrinium campanula* subsp. *campanula* nov. BELOW: pp. 49-50, pl. 7, fig. 1 ; pl. 8, fig. 15 ; texte-fig. 52 (autonyme)].

Remarque taxonomique : Tenant compte des précédentes observations concernant cette espèce, le

point de vue de LENTIN & WILLIAMS (1989, pp. 126, 328) est ici accepté, malgré les remarques de JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, pp. 315, 317).

Description : Kyste proximate, circumcavate (voir les remarques ci-dessous), d'ambitus rhomboïdal à ellipsoïdal, surmonté par une corne apicale proéminente, distalement tronquée et fermée. Le contour de l'hypokyste est généralement plus arrondi que celui de l'épikyste, qui est plutôt subpolygonal.

La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme, lisses à scabres et nettement détachés l'un de l'autre dans les régions apicale et antapicale (voir les remarques ci-dessous). L'épikyste et l'endokyste ont une forme similaire. Parfois incomplètement soulignée par de basses rides parasuturales, la paratabulation apparaît de type gonyaulacoïde avec pour formule : 4', 6", 6c, 5-6‴, 1p, 1⁗. Le parasulcus est légèrement déprimé et non divisé. Le paracingulum est étroit et bien délimité par des rides parallèles équatoriales, mais n'apparaît pas toujours bien subdivisé verticalement. Il est décalé d'environ une fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Une protubérance apicale de l'endokyste est parfois présente.

L'archéopyle est allongé et pentagonal, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple et libre.

Remarques : COOKSON & HUGUES (1964) émettent quelques doutes sur la présence d'un corps interne chez cette espèce, après avoir étudié des sections dans lesquelles ils n'observaient pas la présence d'une membrane interne, mais une seule membrane épaisse. Si leur découverte est exacte, l'affinité de cette espèce au genre *Endoscrinium* deviendrait problématique. Ces auteurs prétendent que l'apparence d'un corps interne est due au gradient d'inclinaison de la convexité de la face dorsale.

Chez les individus cénomaniens qu'il décrit, DAVEY (1970, p. 348) observe qu'au niveau de l'archéopyle apparaît une membrane externe très légèrement granulaire et une membrane interne lisse.

L'opinion de HABIB (1974, p. 50) diffère de celle de GOCHT pour l'interprétation de la nature des deux membranes de la paroi; GOCHT (1959; p. 61-62) diagnose cette espèce comme cavate, c'est-à-dire comme possédant un corps interne séparé du corps principal par un péricœle. L'illustration par GOCHT (1959, pl. 5, fig. 1b) montre qu'il y a un double contour, qui peut représenter deux corps, avec une paroi a une ou deux membranes, ou bien peut être le résultat des septes aux limites des paraplaques, orientés le long des marges des kystes conservés en position dorso-ventrale. Chez l'holotype, la distance entre les contours interne et externe apparaît constante sur le pourtour du kyste, ce qui correspond à l'image que donnerait un alignement des septes parasuturaux. Chez les spécimens de l'Atlantique Nord, le double contour correspond à une vue latérale des septes. Dans certains cas où la compression n'est pas véritablement dorso-ventrale, le double contour s'éloigne de la bordure du kyste, ce qui ne se produirait pas si cette espèce était cavate.

Ce problème de la structure double ou non de *S. campanula* a déjà été discuté par plusieurs auteurs : ALBERTI (1961), DAVEY (1970), CH. SINGH (1971) interprètent leurs spécimens comme constitués d'une seule paroi avec deux membranes en contact. Les individus rencontrés ici semblent

posséder une paroi double.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 80(95)105 µm ; longueur du corps central = 68(78)95 µm ; largeur totale du kyste = 64(73)77 µm ; largeur du corps central = 62(66)70 µm ; longueur de la corne apicale = 10(17)21 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : *E. campanula* subsp. *campanula* diffère de *E. campanula* subsp. *nichan* BELOW, 1981a par le contour du kyste. Chez cette dernière sous-espèce, l'épikyste montre un contour arrondi alors que l'hypokyste est subtrapézoïdal et que l'antapex est aplati chez *E. campanula* subsp. *campanula.*

Endoscrinium anceps RAYNAUD, 1978 montre des perforations paracingulaires, absentes chez *E. campanula* et possède une corne apicale fortement proéminente. Ce dernier caractère différencie également *S. campanula* de *E. pharo* DUXBURY, 1977 dont la corne apicale atteint 1/2 largeur du kyste.

Scriniodinium crystallinum (DEFLANDRE, 1938b) KLEMENT, 1960 se distingue de *S. campanula* par l'absence de corne apicale et de septes parasuturaux.

Genre **EXOCHOSPHAERIDIUM** DAVEY et al., 1966

Espèce-type : *Exochosphaeridium phragmites* DAVEY, DOWNIE, SARJEANT & WILLIAMS, 1966.

Exochosphaeridium muelleri
YUN, 1981
pl. XVIII, fig. 8 ; pl. XIX, fig. 5

1981 *Exochosphaeridium muelleri* sp. nov. YUN: pp. 25-26, pl. 4, fig. 12, 14-15 ; pl. 5, fig. 9, 11.

Description : Kyste chorate, acavate, subsphérique à ellipsoïdal, dont la paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. La paroi est lisse, scabre à microgranulaire sur le corps central, alors que les processus sont lisses. Ces derniers sont généralement simples, isolés, pleins ou creux à la base, et ont une extrémité distale fermée, tronquée ou très brièvement bifide. Occasionnellement, la hampe peut être divisée à mi-longueur. Les processus sont uniformément répartis sur tout le kyste et sont assez rapprochés les uns des autres. L'apex est souvent marqué par un processus touffu et complexe.

Du fait de l'arrangement non tabulaire des processus, la paratabulation de type gonyaulacoïde n'est pas connue avec précision. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre. Le paracingulum est parfois marqué par un alignement de processus dans la zone équatoriale. Le parasulcus n'est pas discernable.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 60(68)73 µm ; longueur du corps central = 44(49)52 µm ; largeur totale du kyste = 55(67)77 µm ; largeur du corps central = 38(46)52 µm ; longueur des processus = 9(12)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Exochosphaeridium phragmites* DAVEY *et al.*, 1966 se distingue d'*E. muelleri* par sa paroi fibreuse avec des processus non isolés les uns des autres, souvent reliés proximalement.

Chez *Exochosphaeridium bifidum* (CLARKE & VERDIER, 1967) CLARKE *et al.*, 1968 subsp. *bifidum*, le corps central et les processus ont une paroi d'aspect fibreux à fibro-ponctué. De plus, les processus sont pleins.

Chez *Exochosphaeridium scitulum* CH. SINGH, 1971, les processus sont épineux, fins et très effilés, et le paracingulum est marqué par une bande équatoriale glabre.

La description sommaire et l'illustration peu précise du matériel-type d'*Exochosphaeridium* ? *spinosum* (WHITE, 1842) DAVEY, 1969a rendent une comparaison difficile. Il semble cependant que cette espèce ait une paroi fibreuse, qu'elle développe un moins grand nombre de processus et que ceux-ci sont plus longs (plus des 2/3 du diamètre équatorial du corps central), effilés et distalement évexates.

D'après l'illustration par leurs inventeurs de l'holotype de *Fibrocysta* ? *deflandrei* (LEJEUNE-CARPENTIER, 1941, fig. 6) LENTIN & WILLIAMS, 1973 la paroi apparaît striée ou fibreuse, et certains spécimens du matériel-type montrent «une sorte de socle dont partent deux épines. Cette particularité, nous l'avons retrouvée identique sur un autre spécimen ; nous ignorons si elle est constante.» (LEJEUNE-CARPENTIER, 1941, p. 79).

Exochosphaeridium phragmites
DAVEY et al., 1966
pl. XVIII, fig. 6 ; pl. XIX, fig. 8

1966 *Exochosphaeridium phragmites* sp. nov. DAVEY, DOWNIE, SARJEANT & WILLIAMS: pp. 165-166, pl. 2, fig. 8-10.

Remarque taxonomique : DAVEY & VERDIER (1973, p. 185) pensent que le paratype d'*E. phragmites* (pl. 2, fig. 8) doit être référé à *Exochosphaeridium* sp. et que l'espèce *E. phragmites* doit être confinée aux individus ressemblant à l'holotype (pl. 2, fig. 9-10).

Description : Kyste proximochorate à chorate, acavate, dont le corps central est subsphérique à ovoïdal. La paroi, modérément épaisse, est composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Le corps central et les processus ont un aspect fibreux à fibro-ponctué. Les processus sont pleins, généralement simples, parfois doubles et modérément longs (environ 1/5 du diamètre équatorial du corps central). Leur hampe est subtriangulaire à base large. Distalement, ils sont pointus ou légèrement arrondis (évexates). Ils sont répartis sur tout le kyste et sont assez rapprochés les uns

des autres. Un processus apical, touffu et complexe s'individualise parfois.

Du fait de l'arrangement non tabulaire des processus, la paratabulation de type gonyaulacoïde n'est pas connue avec précision. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas discernables.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 58(67)74 µm ; longueur du corps central = 43(52)62 µm ; largeur totale du kyste = 60(64)74 µm ; largeur du corps central = 39(45)55 µm ; longueur des processus = 5(10)14 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 9.

Comparaisons : Le corps central d'*Exochosphaeridium arnace* DAVEY & VERDIER, 1973 est entouré par une frange d'apparence diffuse (3-5 µm d'épaisseur), de nature spongieuse, fibreuse. Les processus chez cette espèce sont relativement courts avec une bordure typiquement concave et sont reliés proximalement à leurs voisins. *E. phragmites* ne possède pas cette "zone diffuse" autour du corps central et développe moins de processus.

Exochosphaeridium ? *indicum* JAIN & TAUGOURDEAU-LANTZ, 1973 se distingue par sa surface granulaire plutôt que striée ou fibreuse et ses processus simples, acuminés ou rarement branchus.

Exochosphaeridium muelleri diffère d'*E. phragmites* par sa paroi lisse avec des processus en majorité isolés les uns des autres, rarement reliés proximalement.

Les processus d'*Exochosphaeridium scitulum* SINGH, 1971 sont épineux, fins et très effilés et le paracingulum est marqué par une bande équatoriale glabre.

La paroi de *Coronifera striolata* (DEFLANDRE, 1937b) STOVER & EVITT, 1978 subsp. *striolata* présente des striations bien visibles au centre des paraplaques. Pour un même individu, l'ornementation est très variable : «Les appendices, très nombreux, sont fort variables : cornes simples, aiguillons, processus fourchus plus ou moins élargis, portant deux ou trois épines terminales, parfois plus.» (DEFLANDRE, 1937b, p. 72).

Exochosphaeridium ? sp. **A**

pl. XVIII, fig. 9-10

? 1980a *Exochosphaeridium* cf. *E. phragmites* - BURGER: p. 81, pl. 37, fig. 2, 5 ; pl. 38, fig. 1-2.
1989 *Pervosphaeridium* ? sp. POURTOY: pp. 147-148, pl. 17, fig. 6 ; pl. 23, fig. 6.

Description : Kyste proximochorate, acavate, dont le corps central est ellipsoïdal. La paroi, modérément épaisse, est composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Le corps central et les processus ont un aspect fibreux à fibro-ponctué. Les processus sont pleins, généralement simples, parfois doubles et plutôt courts (environ 1/7 du diamètre équatorial du corps central). Leur hampe est subtriangulaire à base large. Distalement, ils sont pointus ou brièvement bifurqués. Ils sont répartis uniformément sur tout le kyste et sont très rapprochés les uns des autres, donnant un aspect buissonneux au kyste. De

par leur répartition très dense, les processus sont très mal individualisés et leur forme n'est bien visible qu'en coupe optique. Pas de processus apical individualisé.

Du fait de l'arrangement non tabulaire des processus, la paratabulation de type gonyaulacoïde n'est pas connue avec précision. L'archéopyle n'a pas été observé ; l'opercule a toujours été observé en place. Le paracingulum et le parasulcus ne sont pas indiqués.

Remarque : Compte tenu de son ornementation, proche de celle d'*E. phragmites*, cette forme est rattachée au genre *Exochosphaeridium*. Elle n'y est attribuée que provisoirement puisque son type d'archéopyle reste incertain.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 81(84)86 µm ; longueur du corps central = 58(65)69 µm ; largeur totale du kyste = 74(82)87 µm ; largeur du corps central = 58(62)68 µm ; longueur des processus : 6(9)14 µm.
Nombre de spécimens mesurés : 6.

Comparaisons : Cette forme se distingue d'*E. phragmites* par ses processus plus courts, à base plus large et plus densément répartis.
Les processus d'*Exochosphaeridium* ? sp. A sont mal individualisés contrairement à ceux d'*Exochosphaeridium rhopalophorum* (VALENSI, 1955a) LENTIN & WILLIAMS, 1985, qui de plus possède un kyste plus petit (longueur du corps central = 32µm ; largeur du corps central = 26 µm).

Genre **FLORENTINIA** DAVEY & VERDIER, 1973
emend. DUXBURY, 1980

Espèce-type : *Florentinia laciniata* DAVEY & VERDIER, 1973

Florentinia laciniata subsp. **laciniata**
DAVEY & VERDIER, 1973
pl. XVIII, fig. 7 ; pl. XIX, fig. 7

1958 *Hystrichosphaeridium ferox* - EISENACK: p. 401, pl. 27, fig. 1-2.
1961 *Hystrichokolpoma* sp. A ALBERTI: p. 39, pl. 9, fig. 12.
1962b *Hystrichosphaeridium ferox* - COOKSON & EISENACK: p. 491, pl. 4, fig. 15.
1964 *Baltisphaeridium ferox* - COOKSON & HUGUES: p. 55, pl. 10, fig. 11.
1967 *Baltisphaeridium ferox* - CLARKE & VERDIER: p. 73, pl. 15, fig. 4.
1968 *Cordosphaeridium chimaera* sp. nov. COOKSON & EISENACK: fig. 5, M [*nomen nudum*].
1969 *Hystrichokolpoma ferox* - DAVEY: p. 159, pl. 9, fig. 5-7.
1973 *Florentinia laciniata* sp. nov. DAVEY & VERDIER: pp. 186-187, pl. 2, fig. 1, 3-4, 6-7, 9.

Description : Kyste proximochorate, acavate, subsphérique dont la paroi est composée d'un endophragme scabre à microgranulaire et d'un périphragme lisse à scabre. Les deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Ceux-ci sont variables en forme et en taille. Les processus les plus larges se trouvent en position précingulaire, postcingulaire et antapicale. Ils sont tubulaires et se divisent médialement

ou à partir du second tiers en plusieurs tubules coniques, ouverts distalement. Les autres processus sont simples, coniques à base plus ou moins large et semblent distalement ouverts. Ce type de processus se rencontre essentiellement à l'apex et en zone paracingulaire, mais est également présent sur le reste du kyste. Le processus antapical est le plus large et apparaît nettement ouvert distalement, ne se divisant qu'occasionellement en tubules coniques.

L'archéopyle est combiné, de type [tA]+$P_{(3'')}$; les paraplaques apicales ne restent que rarement attachées. L'opercule est composé, combiné et libre. La paratabulation est de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6c, 5'", 1p, 1'"", xs.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 62(72)84 µm ; longueur du corps central = 41(49)62 µm ; largeur totale du kyste = 55(67)86 µm ; largeur du corps central = 34(43)50 µm ; longueur du processus antapical = 15(19)25 µm ; largeur du processus antapical = 5(8)10 µm ; longueur des autres processus = 8(14)21 µm.
Nombre de spécimens mesurés : 5.

Comparaisons : La distinction avec *F. laciniata* subsp. *seghiris* BELOW, 1982c se fait par la présence de fenestrations sur les processus les plus larges de cette sous-espèce.

Chez *Florentinia tridactylites* (VALENSI, 1955a) DUXBURY, 1980, les processus larges, complexes, présentant des tubules distaux sont plus nombreux (environ une quinzaine).

F. laciniata subsp. *laciniata* se distingue des autres espèces du genre par la structure et la différenciation de ses processus.

Genre **GARDODINIUM** ALBERTI, 1961

Espèce-type : *Gardodinium trabeculosum* (GOCHT, 1959) ALBERTI, 1961.

Gardodinium albertii
NEALE & SARJEANT, 1962
pl. X, fig. 6-7 ; pl. XI, fig. 2

1962 *Gardodinium alberti* sp. nov. NEALE & SARJEANT: pp. 445-446, pl. XIX, fig. 8 ; texte-fig. 4a-b.
[1978 *Chlamydophorella alberti* comb. nov. DAVEY: p. 893, pl. 2, fig. 8].

Remarque taxonomique : Considérant que *Gardodinium* et *Chlamydophorella* sont des genres distincts, LENTIN & WILLIAMS (1988, pp. 59, 143) maintiennent cette espèce sous *Gardodinium.*

Description : Kyste proximate, holocavate, constitué d'un autophragme délimitant un corps central subpolyédrique arrondi, généralement surmonté par une protrusion apicale arrondie. L'autophragme développe de nombreux processus répartis uniformément sur la surface du kyste et qui supportent un ectophragme très fin, lui-même prolongé dans la région apicale par une corne effilée et distalement tronquée, présentant une bordure denticulée. Cette corne est cependant souvent cassée.

L'autophragme et l'ectophragme sont rapprochés sauf au niveau de la corne apicale et de l'antapex. Ce dernier est généralement aplati. Les processus sont très courts, pommelés et pleins. Ils varient en taille et densité ; ils sont plus longs à l'antapex et plus denses sur la face dorsale que la face ventrale.

Des bribes de paratabulation peuvent être visibles, sous la forme de très basses rides portant des processus. Mis à part le paracingulum et le parasulcus qui apparaissent parfois sous la forme de bandes étroites et glabres, il n'est pas possible de déterminer intégralement la paratabulation (de type gonyaulacoïde ? - *cf.* chapitre IX, "Cas particuliers de quelques péridiniens"). L'archéopyle est apical, supposé de type [tA] ; l'opercule est composé et a toujours été ici observé en place.



Fig. S.14 : Position pour la mesure de la corne apicale chez *Gardodinium.*

Dimensions : Longueur totale du kyste = 57(66)73 µm ; longueur du corps central = 44(54)59 µm ; largeur totale du kyste = 37(40)43 µm ; largeur du corps central = 34(37)41 µm ; longueur de la corne apicale = 6(18)26 µm ; longueur des processus = 0,5(1,5)4 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : Sa corne apicale bien développée et tronquée ainsi que ses processus jamais bifurqués ni reliés distinguent cette forme des autres espèces de *Gardodinium.*

Gardodinium ordinale DAVEY, 1978 possède des processus similaires à ceux de *G. albertii* mais chez cette dernière espèce les processus recouvrent complètement le kyste.

Gardodinium ordinale
DAVEY, 1974
pl. X, fig. 8 ; pl. XI, fig. 3

1974 *Gardodinium ordinale* sp. nov. DAVEY: p. 51, pl. 3, fig. 5-6.
[1978 *Chlamydophorella ordinalis* comb. nov. DAVEY: p. 893].

Remarque taxonomique : Même remarque que pour *G. albertii.*

Description : Kyste proximate, holocavate, possédant un corps central ovoïde constitué d'un autophragme, surmonté par une nette protrusion apicale arrondie ou autocorne (= "autohorn" *sensu* STOVER & HELBY, 1987a, p. 107). L'autophragme développe de nombreux processus qui supportent un ectophragme très fin, lui-même prolongé dans la région apicale par une corne effilée et distalement tronquée ou ectocorne (= "ectohorn" *sensu* STOVER & HELBY, *ibid.*). Ces processus sont courts et trapus, pleins, de longueur sensiblement identique, pouvant s'évaser distalement. Ils sont pénitabulaires ; cependant quelques processus intratabulaires peuvent être présents. Bien que les paraplaques apparaissent bien définies, la paratabulation, de type gonyaulacoïde, reste très

difficile à formuler car masquée par l'ectophragme qui est plus ou moins équidistant du corps central.

L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est libre mais reste communément en place. Le parasulcus n'est pas discernable.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 62(65)69 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 43(45)48 µm ; longueur du corps central = 49(52)57 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 39(42)44 µm ; largeur totale du kyste = 39(43)46 µm ; largeur du corps central = 34(38)41 µm ; longueur de la corne apicale = 14(17)20 µm ; longueur des processus = 1(2)5 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *G. ordinale* diffère de *Gardodinium trabeculosum* (GOCHT, 1959) ALBERTI, 1961 par ses alignements de processus et sa forme générale non anguleuse.

Gardodinium albertii et *Gardodinium pyriforme* VOZZHENNIKOVA, 1967 se distinguent par leur ornementation dense et homogène de processus.

Les processus parfois alignés mais à extrémité distale souvent bifide différencient *Chlamydophorella nyei* COOKSON & EISENACK, 1958 de *G. ordinale*.

Chez *Chlamydophorella* ? *tabulata* CH. SINGH, 1971, les processus sont alignés, mais bifides, et de plus, le kyste ne développe pas de corne apicale nette.

Genre GONYAULACYSTA DEFLANDRE, 1964
emend. SARJEANT, 1969 emend. STOVER & EVITT, 1978 emend. SARJEANT, 1982b

Espèce-type : *Gonyaulacysta jurassica* (DEFLANDRE, 1938b) NORRIS & SARJEANT, 1965 *emend.* SARJEANT, 1982b.

Gonyaulacysta cretacea
(NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1969
pl. XVIII, fig. 13

1962 *Gonyaulax cretacea* sp. nov. NEALE & SARJEANT: pp. 441-443, pl. XIX, fig. 1-2 ; texte-fig. 2.
1969 *Gonyaulacysta cretacea* comb. nov. SARJEANT: p. 9.

Description : Kyste proximate, faiblement cornucavate, dont le corps central est subsphérique à ovoïde. L'épikyste, sensiblement plus grand que l'hypokyste, est surmonté par une corne apicale creuse, conique, distalement fermée et arrondie, formée par le périphragme seul. L'antapex est légèrement aplati. La paroi, lisse à scabre, est composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf sous la corne apicale et au niveau des septes.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6c, 6"', 1p, ?ps, 1"" est soulignée par des septes parasuturaux bien développés à crête serrate ou denticulée. Le paracingulum est plutôt étroit, lævogyre et décalé d'environ 2 fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Ce dernier est

modérément sigmoïde. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 42(53)63 µm ; longueur du corps central = 33(44)57 µm ; largeur totale du kyste = 39(44)55 µm ; largeur du corps central = 33(41)47 µm ; longueur de la corne apicale = 5(7)11 µm ; hauteur des septes = 1(3)6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Gonyaulacysta fastigiata* DUXBURY, 1977 se distingue de *G. cretacea* en ayant un contour plus polygonal, avec un antapex convexe, un périphragme finement granulaire et des septes dont les crêtes sont plus régulièrement denticulées.

La présence de tubercules intratabulaires distingue *Gonyaulacysta helicoidea* (EISENACK & COOKSON, 1960) SARJEANT, 1966b et *Gonyaulacysta diutina* DUXBURY, 1977 de *G. cretacea*.

Gonyaulacysta perforobtusa DUXBURY, 1977 diffère par des septes régulièrement perforés et une corne apicale courte.

Chez *Gonyaulacysta pectinigera* (GOCHT, 1970b) FENSOME, 1979, le périphragme est scabre et possède quelques tubercules. Les crêtes sont de plus ornées de très longues épines.

Chez *Gonyaulacysta exsanguia* DUXBURY, 1977, la paroi est très fine et transparente, et les parasutures sont basses et denticulées, chaque denticule étant plus ou moins effilé, s'évasant proximalement et distalement. Chez *G. cretacea* les denticules sont plutôt épineux.

La corne apicale fortement développée de *Gonyaulacysta jurassica* (DEFLANDRE, 1938b) NORRIS & SARJEANT, 1965 *emend.* SARJEANT, 1982b distingue cette espèce de *G. cretacea*.

Gonyaulacysta diutina
DUXBURY, 1977
pl. XVIII, fig. 12

1977 *Gonyaulacysta diutina* sp. nov. DUXBURY: pp. 34-35, pl. 1, fig. 3-4 ; texte-fig. 9.
[1982b *Millioudodinium ? diutinum* comb. nov. SARJEANT: p. 39].

Remarque taxonomique : STOVER & HELBY (1987d, p. 287) voient *G. diutina* comme un synonyme junior de *Gonyaulacysta helicoidea* (EISENACK & COOKSON, 1960) SARJEANT, 1966b, considérant que le critère utilisé par DUXBURY (1977, p. 135) pour séparer les deux taxons entre dans le domaine de variation de *G. helicoidea*. LENTIN & WILLIAMS (1989, pp. 152, 154) suivent JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, p. 130) qui retiennent ces deux espèces sous deux noms distincts.

Description : Kyste proximate, faiblement cornucavate, dont le corps central est ovoïde allongé, bien que parfois plus large que long. L'épikyste, plus grand que l'hypokyste, est surmonté par une corne apicale conique, creuse, distalement fermée et arrondie, formée par le périphragme seul. La hauteur de cette projection est très variable (4-7 µm). L'antapex est légèrement aplati. La paroi, scabre à finement microgranulaire, est composée d'un endophragme et d'un périphragme peu épais,

étroitement accolés l'un à l'autre excepté sous la corne apicale et au niveau des septes. La surface des paraplaques est ornée de petits tubercules dont le nombre, la densité et la distribution varient considérablement suivant les individus.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6c, ?6‴, 1p, 1⁗, soulignée par des septes parasuturaux bien développés, non perforés, à crête serrate ou denticulée. Le paracingulum est plutôt étroit, hélicoïdal et décalé de deux à trois fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Celui-ci est droit. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 43(52)59 µm ; longueur du corps central = 34(44)53 µm ; largeur totale du kyste = 43(48)59 µm ; largeur du corps central = 36(43)52 µm ; longueur de la corne apicale = 4(5,5)7 µm ; hauteur des septes = 1(3)5 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Pour *G. helicoidea*, se reporter à la comparaison pour cette espèce avec *G. diutina*.

L'absence de tubercule intratabulaire distingue *Gonyaulacysta cretacea* (NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1969 de *G. diutina*.

Chez *Gonyaulacysta exsanguia* DUXBURY, 1977 la paroi est très fine et transparente, et les parasutures sont basses et denticulées, chaque denticule étant plus ou moins effilé, s'évasant proximalement et distalement. Chez *G. diutina* les denticules sont plutôt épineux.

Gonyaulacysta fastigiata

DUXBURY, 1977
pl. XVIII, fig. 16

1977 *Gonyaulacysta fastigiata* sp. nov. DUXBURY: pp. 36-37, pl. 1, fig. 8-9, 12 ; texte-fig. 11.

Description : Kyste proximate, faiblement cornucavate, dont le corps central montre un ambitus subpolygonal. L'épikyste, sensiblement plus grand que l'hypokyste, est surmonté par une corne apicale creuse, conique, distalement fermée et arrondie, formée par le périphragme seul. L'antapex est légèrement convexe. La paroi, lisse, scabre à microgranulaire, est composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf sous la corne apicale et au niveau des septes. Ceux-ci sont parasuturaux, bien développés et ont une crête régulièrement dentelée.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde : ?4', 6", 6c, ?6‴, 1p, 1⁗, pv, est soulignée par la présence des septes. Le paracingulum est plutôt étroit, lævogyre et décalé d'environ 2 fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Ce dernier est modérément sigmoïde. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 54(62)77 µm ; longueur du corps central = 43(51)64 µm ; largeur totale du kyste = 48(54)65 µm ; largeur du corps central = 39(47)59 µm ; longueur de la corne apicale = 7(9)10 µm ; hauteur des septes = 2-6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Gonyaulacysta cretacea* se distingue de *G. fastigiata* en ayant un contour moins polygonal, avec un antapex aplati et non convexe, et des septes dont les crêtes sont moins régulièrement denticulées.

Chez *Gonyaulacysta exsanguia* DUXBURY, 1977, la paroi est très fine et transparente, et les parasutures sont basses et denticulées, chaque denticule étant plus ou moins effilé, s'évasant proximalement et distalement. Chez *G. fastigiata* les denticules sont plutôt épineux.

La présence de tubercules chez *Gonyaulacysta helicoidea* et *Gonyaulacysta diutina* distingue ces espèces de *G. fastigiata*.

Rhynchodiniopsis serrata (COOKSON & EISENACK, 1958) JAN DU CHENE, FAUCONNIER & FENTON, 1985 est morphologiquement proche de *G. fastigiata* ; *R. serrata* a des dimensions beaucoup plus grandes (avec un matériel-type de 100-109 x 94-100 µm) et les denticules sont souvent distalement arrondis, pommelés ou occasionnellement brièvement bifides. La corne apicale telle que dessinée par COOKSON & EISENACK (1958, texte-fig. 12-14) apparaît différente de celle de *G. fastigiata*.

Gonyaulacysta helicoidea subsp. **helicoidea**
(EISENACK & COOKSON, 1960) SARJEANT, 1966b
pl. XVIII, fig. 11, 15 ; pl. XIX, fig. 2

1960 *Gonyaulax helicoidea* sp. nov. EISENACK & COOKSON: pp. 2-3, pl. I, fig. 4, 9.
1966b *Gonyaulacysta helicoidea* comb. nov. SARJEANT: pp. 116-117, pl. 13, fig. 7-8 ; pl. 15, fig. 8-9 ; texte-fig. 26.

Description : Kyste proximate, faiblement cornucavate, dont le corps central est subsphérique à ovoïde. L'épikyste, plus grand que l'hypokyste, est surmonté par une corne apicale conique, creuse, distalement fermée et émoussée, formée par le périphragme seulement. La hauteur de cette projection est très variable (6-10 µm). L'antapex est légèrement aplati. La paroi, lisse à scabre, est composée d'un endophragme et d'un périphragme peu épais, étroitement accolés sauf sous la corne apicale et au niveau des septes. La surface des paraplaques est toutefois ornée de petits tubercules dont le nombre, la densité et la position varient considérablement suivant les individus.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde : 1pr, 4', 1a, 6", 6c, 6‴, 1p, ?ps, 1⁗ (selon SARJEANT, 1966b, p. 116), est soulignée par des septes parasuturaux bien développés, non perforés, à crête généralement serrate ou denticulée. Le paracingulum est plutôt étroit, hélicoïdal et décalé de deux à trois fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Celui-ci est fortement sigmoïde, donnant aux paraplaques 6" et 1‴ une forme en "L". L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 50(54)62 µm ; longueur du corps central = 38(44)47 µm ; largeur totale du kyste = 47(50)55 µm ; largeur du corps central = 37(42)47 µm ; longueur de la corne apicale = 6(8)10 µm ; hauteur des septes = 3-4 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Remarque : *Gonyaulacysta helicoidea* subsp. *tuberculata* (VOZZHENNIKOVA, 1967) LENTIN & WILLIAMS, 1973 se distingue de *G. helicoidea* subsp. *helicoidea* par l'absence de dentelures sur le bord des septes délimitant le paracingulum et par une plus grande abondance de tubercules.

Certains spécimens de *G. helicoidea* du présent matériel montrent des septes de hauteur irrégulière avec une bordure lisse. Leur ornementation est identique à celle des spécimens attribués à *G. helicoidea* subsp. *helicoidea*, de ce fait ils sont considérés comme appartenant à ce taxon plutôt qu'à *G. helicoidea* subsp. *tuberculata*.

Comparaisons : Selon son inventeur, *Gonyaulacysta diutina* DUXBURY, 1977 est très proche de *G. helicoidea* mais s'en distingue par plusieurs points : *G. diutina* est plus grand et plus allongé ; le kyste de *G. helicoidea* est généralement polygonal avec une paraplaque 1'''' relativement large et aplatie tandis que celui de *G. diutina* est ellipsoïdal avec une paraplaque 1'''' distinctement convexe ; la corne apicale de *G. helicoidea* est plus allongée, montrant des bords droits à concaves s'opposant à la corne arrondie de *G. diutina*. On note également que contrairement à *G. diutina*, *G. helicoidea* possède un parasulcus fortement sigmoïde.

Gonyaulacysta fastigiata se distingue quant à elle par son absence d'ornementation à la surface du kyste.

Gonyaulacysta cassidata (EISENACK & COOKSON, 1960) SARJEANT, 1966b possède un péricœle apical bien développé, en forme de dôme et se rétrécissant brusquement en une corne droite et émoussée.

Chez *Gonyaulacysta pectinigera* (GOCHT, 1970b) FENSOME, 1979, le périphragme est scabre et ne possède que quelques rares tubercules. Les crêtes sont de plus ornées de très longues épines.

Gonyaulacysta cretacea NEALE & SARJEANT, 1962 ne développe pas de tubercule à la surface de son kyste et *Gonyaulacysta perforobtusa* DUXBURY, 1977 diffère par des septes perforés et également par l'absence de tubercule.

Gonyaulacysta perforobtusa

DUXBURY, 1977

pl. XVIII, fig. 14

1977 *Gonyaulacysta perforobtusa* sp. nov. DUXBURY: p. 39, pl. 1, fig. 1 ; texte-fig. 13.

Description : Kyste proximate, cavate, sphérique à ovoïde. L'épikyste, plus grand que l'hypokyste, est surmonté par une courte corne apicale creuse, conique et émoussée, formée par le périphragme seul. L'antapex est légèrement convexe. La paroi, peu épaisse, est composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse, scabre à microgranulaire.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6c, ? 6''', 1p, 1'''', ?ps, est soulignée par des septes relativement hauts, à crête serrate ou denticulée, avec des denticules droits et à bords parallèles, distalement aplatis. Typiquement, juste au-dessous de la ligne de denticulations il y a une rangée de perforations d'environ 1 µm de diamètre chacune. Le paracingulum, assez étroit, est

hélicoïdal et décalé de deux à trois fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Celui-ci est fortement sigmoïde. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 47(49)52 µm ; longueur du corps central = 39(41)42 µm ; largeur totale du kyste = 43(46)49 µm ; largeur du corps central = 38(40)42 µm ; longueur de la corne apicale = 6-7 µm ; hauteur des septes = 3-5 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Comparaisons : Chez *Gonyaulacysta ordocavata* DUXBURY, 1977, les septes sont bas et de hauteur constante, régulièrement perforés, à crête lisse et non denticulée.

Genre **HAPSOCYSTA** DAVEY, 1979b

Espèce-type : *Hapsocysta peridictya* (EISENACK & COOKSON, 1960) DAVEY, 1979b *emend. nov.*

Hapsocysta peridictya

(EISENACK & COOKSON, 1960) DAVEY, 1979b emend. nov.
fig. S.15 ; pl. XVIII, fig. 17-18 ; pl. XVII, fig. 12

1958 *Cannosphaeropsis fenestrata* - COOKSON & EISENACK: p. 46, pl. VII, fig. 1-3.
1960 *Cannosphaeropsis peridictya* sp. nov. EISENACK & COOKSON: p. 8, pl. 3, fig. 5-6.
1979b *Hapsocysta peridictya* comb. nov. et emend. DAVEY: p. 556, pl. 4, fig. 1-5.

Remarque taxonomique : La diagnose est amendée pour tenir compte de la formule de la paratabulation.

Description : Kyste cavate, proximate, dont l'endokyste est subsphérique, enveloppé par un périphragme trabéculaire accolé à l'endophragme uniquement autour de la marge de l'archéopyle. Le périphragme est réduit à un réseau de trabécules formant un treillis à mailles généralement lâches dont la plus grande partie est libre. Ces trabécules, parasuturales, sont relativement larges (1-2 µm), lisses, avec un épaississement de leur bordure se traduisant à l'observation par l'impression d'un dédoublement de la trabécule. L'endophragme est mince, lisse, scabre à microgranulaire, présentant toujours un aspect chagriné.

Le kyste se présente très souvent en position latérale, ce qui rend l'archéopyle difficile à observer. Lorsqu'il est bien orienté, celui-ci apparaît nettement précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre. Des "mailles" allongées et d'autre petites sont respectivement attribuables aux paraplaques paracingulaires et parasulcales. Les trabécules sulcales sont généralement plus fines.

La paratabulation, jusqu'alors inconnue, apparaît clairement gonyaulacoïde avec pour formule : 2pa, 4', 6'', 6c, 1-4s, 6''', 1p, 1'''' (*cf.* fig. S.15).

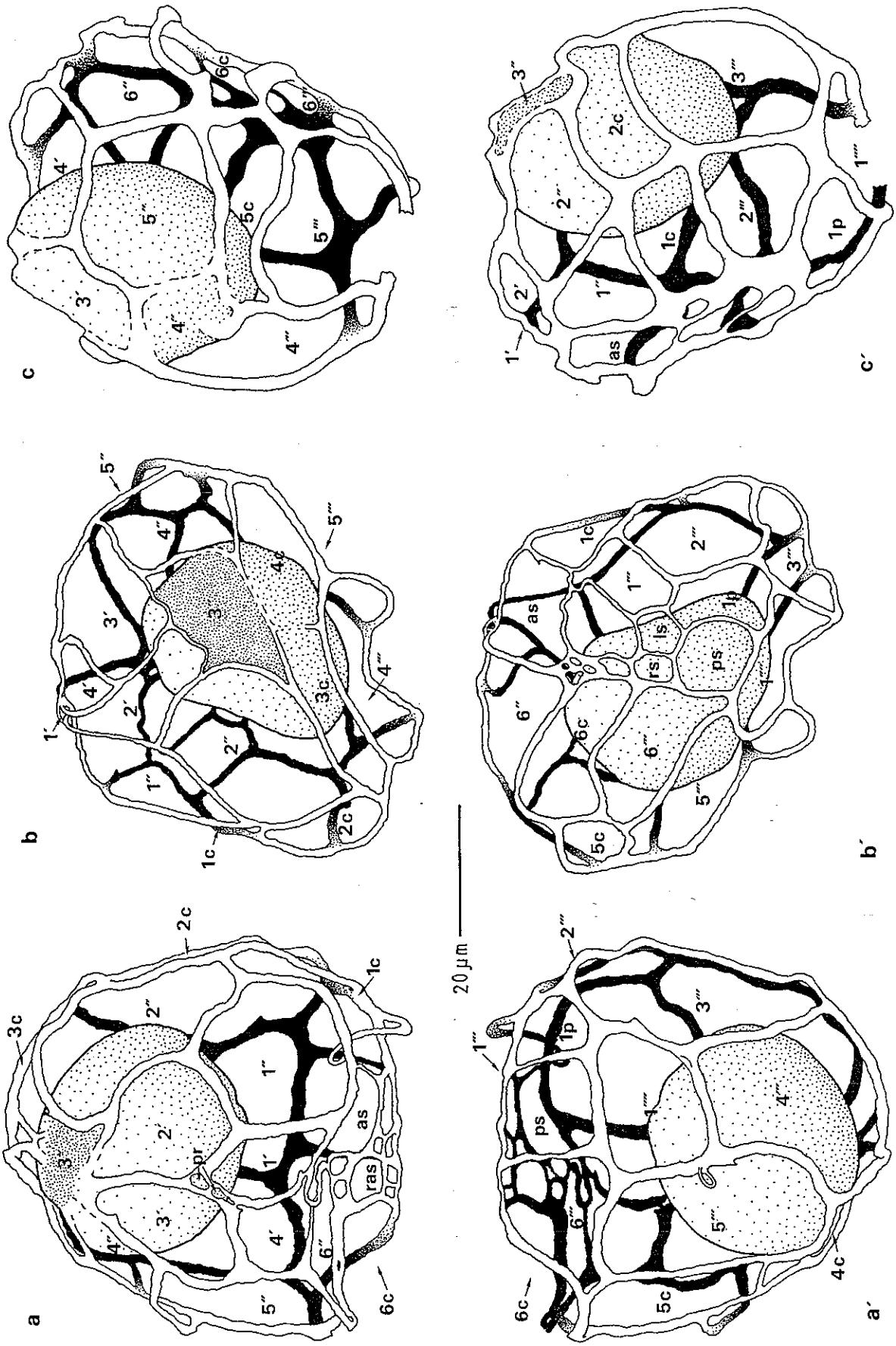


Fig. S.15 : *Hapsocysta peridictya* - Paratabulation en vues polaires (**a-a'**), dorso-ventrale (**b-b'**) et latérale (**c-c'**).

Remarque stratigraphique : Cette espèce présente un intérêt stratigraphique important car elle n'est recensée que dans l'Hauterivien inférieur puis dans l'Aptien-Cénomanien, sans occurrence intermédiaire connue :

Hauterivien inf.	Suisse	FAUCONNIER, 1982
Hauterivien inf.	Suisse	POURTOY, 1989
Aptien-Albien inf.	Australie Ouest	COOKSON & EISENACK, 1958 ; EISENACK & COOKSON, 1960
Aptien sup.-Albien	Est Atlantique Nord	DAVEY, 1979b
Albien inf.	Inde Sud	JAIN, 1977b
Albien inf.	Australie	MORGAN, 1980
Albien	Australie Ouest	COOKSON & EISENACK, 1958 ; EISENACK & COOKSON, 1960
Cénomanien	Australie S.-O.	COOKSON & EISENACK, 1958 ; EISENACK & COOKSON, 1960

H. peridictya est présent à Vergons depuis la zone à *Radiatus* (niveau H05) jusqu'à la zone à *Nodosoplicatum* (niveau H17') mais n'a pas été rencontré aux Buissières.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 39(54)65 µm ; longueur du corps central = 26(31)38 µm ; largeur totale du kyste = 33(50)59 µm ; largeur du corps central = 26(29)34 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 10.

Comparaisons : *Hapsocysta dictyota* DAVEY, 1979b se distingue de *H. peridictya* par la présence d'une membrane périphragmale intratabulaire.

Genre **HESLERTONIA** SARJEANT, 1966b
emend. DUXBURY, 1980

Espèce-type : *Heslertonia heslertonensis* (NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1966b *emend.* DUXBURY, 1980.

Heslertonia heslertonensis
(NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1966b
emend. DUXBURY, 1980
pl. XX, fig. 1, 5

? 1960 *Cymatiosphaera striata* sp. nov. EISENACK & COOKSON: p. 9, pl III, fig. 10-11.
1962 *Gonyaulax heslertonense* sp. nov. NEALE & SARJEANT: pp. 440-441, pl. XIX, fig. 5 ; pl. XX, fig. 5 ; texte-fig. 1.
1966b *Heslertonia heslertonensis* comb. nov. SARJEANT: p. 133, pl. 22, fig. 2.
[? 1976 *Heslertonia striata* comb. nov. NORVICK *in* NORVICK & BURGER: p. 47, pl. 10, fig. 10].
1980 *Heslertonia heslertonensis* emend. DUXBURY: p. 124, pl. 12, fig. 6.

Remarques taxonomiques : SARJEANT (1966b, p. 133) signale la grande similitude morphologique entre *Heslertonia heslertonensis* et une espèce du Crétacé moyen d'Australie, *Heslertonia striata* (EISENACK & COOKSON, 1960) NORVICK *in* NORVICK & BURGER, 1976 (à l'époque sous *Cymatiosphaera*) et considère que «..une révision complète des spécimens australiens apparaît nécessaire pour

déterminer si *H. heslertonense* et *C. striata* sont congénériques ou conspécifiques ; si ce dernier cas se vérifiait, le nom *striata* aurait la priorité..». NORVICK (*op. cit.*, p. 47) prend une position qui va dans le sens de la remarque de SARJEANT : «..*H. heslertonensis* (...) diffère légèrement de l'espèce australienne en ayant des crêtes branchues et non striées. Une ré-examination ultérieure des holotypes des deux espèces pourrait les révéler conspécifiques.». En attendant cette révision des types, les deux taxons sont considérés comme distincts.

Description : Kyste chorate à proximochorate, acavate, dont le corps central est subsphérique à subpolyédrique, formé par un autophragme seul. La paroi est lisse à scabre, avec un aspect fripé. La paratabulation est soulignée par des septes parasuturaux bien développés (entre 1/4 et 1/3 du diamètre équatorial du corps central), délicats, parfois très légèrement striés, prenant autour du kyste l'aspect d'un voile de hauteur variable. Les septes de l'épikyste sont toujours moins hauts que ceux de l'hypokyste. Distalement, les septes ont une crête lisse à légèrement serrate, généralement plus épaisse que le reste du septe, et peuvent (surtout en aire paracingulaire) montrer des bordures en forme de "Y". La paratabulation est de type gonyaulacoïde, mais sa formule n'a pas pu être décryptée ici.

Le paracingulum, très étroit, est fortement spiralé, lévogyre et décalé d'environ trois fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Ce dernier est marqué par une surface relativement étroite et allongée, en particulier au niveau de l'hypokyste.

Remarques : Selon DAVEY (1978, p. 61) l'archéopyle de cette espèce est épitractal et non précingulaire.

En plaçant l'espèce *heslertonense* dans le genre *Gonyaulax* DIESING, 1866 et d'après leur dessin (texte-fig. 1), NEALE & SARJEANT (1962) considèrent implicitement que l'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$, pour cette espèce, mais sans le préciser directement dans la diagnose.

Ce point de vue est partagé par DUXBURY (1980, p. 124). Dans le présent matériel aucun spécimen de *H. heslertonensis* n'a été vu avec un épikyste et un hypokyste séparés. Une zone polygonale plus claire longeant en partie la bordure du paracingulum a parfois été observée chez quelques rares individus, mais sans jamais pouvoir être déterminée avec certitude comme étant un archéopyle. Tenant compte de ces deux dernières observations, l'archéopyle chez cette espèce me paraît probablement précingulaire plutôt qu'épitractal.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 54(57)63 µm ; longueur du corps central = 37(41)47 µm ; largeur totale du kyste = 47(57)60 µm ; largeur du corps central = 26(38)48 µm ; hauteur des septes = 4(10)18 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 16.

Comparaisons : *Heslertonia pellucida* GITMEZ, 1970 diffère de *H. heslertonensis* par la forme de ses crêtes (simples et lisses distalement) et par sa taille plus petite : 30 x 30 µm pour l'holotype de *H. pellucida* et 36,5-40,5 µm x 37,5-38 µm pour les endokystes du matériel-type de *H. heslertonensis*.

Heslertonia teichophera (SARJEANT, 1961a) SARJEANT, 1976c se distingue de *H.*

heslertonensis par des septes striés et distalement non branchus.

Heslertonia cylindrata YUN, 1981 possède des septes antapicaux nettement plus hauts que ceux apicaux.

Manifestement très proche de *H. heslertonensis*, *Heslertonia regula* YUN, 1981 (pp. 72-73) n'est pas comparé au générotype par son inventeur. *H. regula* développe cependant un archéopyle nettement épitractal.

Chez *Dinopterygium cladoides* DEFLANDRE, 1935, la paroi est ornée de grosses ponctuations et les septes perpendiculaires au paracingulum sont nettement plus bas que ceux développés sur le reste du kyste.

Chez *Pterodinium cingulatum* (O. WETZEL, 1933b) BELOW, 1981a, l'archéopyle est clairement précingulaire et les septes ne sont pas distalement bifides.

Heslertonia pellucida

GITMEZ, 1970

pl. XX, fig. 2

1970 *Heslertonia pellucida* sp. nov. GITMEZ: pp. 297-299, pl. 4, fig. 12 ; pl. 14, fig. 2 ; texte-fig. 26.

Description : Kyste chorate à proximochorate, acavate, dont le corps central est subsphérique, formé par un autophragme seul. La paroi, mince, d'aspect souvent fripé, est lisse à scabre sur le corps central et lisse à très légèrement striée au niveau des septes. Ces derniers sont transparents et ont une crête simple et lisse. Leur hauteur est à peu près constante sur tout le kyste, entre 1/4 et 1/3 du diamètre équatorial du corps central. La paratabulation, de type gonyaulacoïde est soulignée par la position parasuturale des septes : 4', 6", ? 6c, 6‴, 1p, 1⁗, ?ps. L'archéopyle n'a jamais été observé avec certitude mais semble précingulaire, de type $P_{(3")}$. Le paracingulum est étroit. Le parasulcus est mieux développé sur l'hypokyste que sur l'épikyste.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 41 µm ; longueur du corps central = 32 µm ; largeur totale du kyste = 36(37)38 µm ; largeur du corps central = 24(25)26 µm ; hauteur des septes = 4(5)9 µm. Nombre de spécimens mesurés = 2.

Comparaisons : *Heslertonia pellucida* diffère de *H. heslertonensis* par la forme de ses crêtes (simples et lisses distalement) et sa taille plus petite.

Heslertonia teichophera se distingue de *H. pellucida* par des septes striés.

Heslertonia cylindrata possède des septes antapicaux nettement plus hauts que ceux apicaux.

Genre **HYSTRICHODINIUM** DEFLANDRE, 1935

emend. SARJEANT, 1966b emend. CLARKE & VERDIER, 1967

Espèce-type : *Hystrichodinium pulchrum* DEFLANDRE, 1935 subsp. *pulchrum*.

Hystrichodinium furcatum

ALBERTI, 1961

pl. XX, fig. 6

1961 *Hystrichodinium furcatum* sp. nov. ALBERTI: p. 16, pl. 9, fig. 7-8.

Description : Kyste chorate, spiniférate, acavate, dont le corps central est subsphérique à subpolyédrique. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme fortement accolés l'un à l'autre sauf au niveau des processus et des parasutures. L'endophragme est lisse à scabre. Le périphragme est lisse et développe seul de bas septes parasuturaux dont émergent de nombreux processus. Ces derniers sont longs (environ 1/2 diamètre équatorial du corps central), creux, lamellaires, à hampe subconique à aciculaire. Distalement, ils sont légèrement fourchus (une seule fois) ; 2, généralement 3, parfois 4 branches partent du point de division.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est soulignée par les septes parasuturaux : 4', 6'', 0-6c, 6''', 1p, 1''''. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule semble libre. Le paracingulum est très clairement indiqué par une bande transversale déprimée. Le parasulcus n'a pas été observé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 71(74)76 µm ; longueur du corps central = 43(46)57 µm ; largeur totale du kyste = 62(69)79 µm ; largeur du corps central = 37(43)47 µm ; longueur des processus = 12(16)21 µm ; longueur des ramifications = 1(2)3 µm..
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Hystrichodinium ramoides* ALBERTI, 1961 développe des processus qui, au lieu d'être divisés distalement une seule fois comme chez *H. furcatum* , le sont au moins deux fois, donnant de nombreuses épines distales. La paroi de cette espèce est de plus ornée de tubercules intratabulaires.

Hystrichodinium pulchrum subsp. pulchrum

DEFLANDRE, 1935

pl. XX, fig. 8

1846 *Xanthidium spinosum* - WILKINSON: p. 89, pl. 13, fig. 2.
1935 *Hystrichodinium pulchrum* sp. nov. DEFLANDRE: pp. 229-230, pl. V, fig. 1 ; texte-fig. 9-11.

Description : Kyste chorate, hercotabulate, acavate, dont le corps central est subsphérique à faiblement ovoïdal. La paroi est double, composée d'un endophragme épais et d'un périphragme mince, étroitement accolés l'un à l'autre excepté au niveau des processus que seul développe le périphragme. La paroi du corps central est scabre à microgranulaire entre les processus. Ces derniers sont longs (jusqu'à 1/2 du diamètre équatorial du corps central), lisses, rubanés, creux, effilés en forme de poignard. Distalement, ils sont fermés et pointus. Malgré la position parasuturale

des processus, l'absence de septe rend la paratabulation difficile à décrypter. Elle est de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6‴, 1p, 1⁗. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule semble libre. Le paracingulum est relativement étroit mais bien indiqué par une bande transversale déprimée. Le parasulcus n'a pas pu être observé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 55(69)77 µm ; longueur du corps central = 33(41)46 µm ; largeur totale du kyste = 55(67)77 µm ; largeur du corps central = 36(38)44 µm ; longueur des processus = 12(16)22 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Hystrichodinium pulchrum* subsp. *densispinum* (DEFLANDRE, 1936b) LENTIN & WILLIAMS, 1973 est «de taille voisine du type [*H. pulchrum* subsp. *pulchrum*](ou légèrement supérieure), mais ses cornes sont beaucoup plus nombreuses et relativement un peu plus courtes.» (DEFLANDRE, 1936b, p. 184).

Hystrichodinium pulchrum subsp. *globosum* (DEFLANDRE, 1936b) LENTIN & WILLIAMS, 1973 «s'en distingue par des dimensions nettement inférieures (longueur = largeur = environ 28 à 30 µ ; longueur totale, avec les cornes, environ 70 µ) et par sa forme plus globuleuse : l'épithèque est aussi arrondie que l'hypothèque.» (DEFLANDRE, 1936b, p. 183).

Chez *Hystrichodinium patriciae* (NEALE & SARJEANT, 1962) LENTIN & WILLIAMS, 1975, les processus sont plus nombreux et beaucoup plus longs (jusqu'à 45 µm) que chez *H. pulchrum* subsp. *pulchrum* .

Inversement, *Hystrichodinium oligacanthum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955 se distingue «..par son nombre plus réduit de processus, et par la localisation de la plupart d'entre eux sur la bordure inférieure de la ceinture transversale. L'ornementation est également moins marquée que sur le type de *Hystrichodinium pulchrum* DEFL. (1936).» (DEFLANDRE & COOKSON, 1955, pp. 256-257).

Chez *Hystrichodinium isodiametricum* (COOKSON & EISENACK, 1958) STOVER & EVITT, 1978, la paroi est totalement lisse, les processus sont plus nombreux et le corps central plus arrondi.

Hystrichodinium voigtii

(ALBERTI, 1961 emend. SARJEANT, 1966b) DAVEY, 1974

pl. XX, fig. 7

1961 *Heliodinium voigti* sp. nov. ALBERTI: p. 33, pl. 8, fig. 1-5.
1966b *Heliodinium voigti* emend. SARJEANT: p. 142-144, pl. 16, fig. 2 ; texte-fig. 36.
non 1969a *Hystrichodinium voigti* comb. nov. - DAVEY: p. 175, pl. 10, fig. 6, 10 (= *Hystrichodinium pulchrum* DEFLANDRE, 1935).
1974 *Hystrichodinium voigti* comb. nov. DAVEY: p. 54-55.

Remarques taxonomiques : Le transfert de *Heliodinium voigti* dans le genre *Hystrichodinium* proposé par CLARKE & VERDIER (1967, p. 38) n'est pas valide car ces auteurs n'ont pas clairement précisé le basionyme (le synonyme porteur du nom ou de l'épithète) auquel ce transfert s'appliquait (*cf.* Article 32 du CODE INTERNATIONAL DE NOMENCLATURE BOTANIQUE). L'attribution de ce transfert revient à DAVEY (1974).

DAVEY (1974, p. 54) reconnaît que les individus illustrés par lui (1969a, p. 175) sous

Hystrichodinium voigti (pl. 10, fig. 6, 10) doivent être considérés comme appartenant à l'espèce *Hystrichodinium pulchrum*. Le transfert qu'il propose en 1969 n'est donc pas applicable au taxon *voigtii*.

BACKHOUSE (1988, p. 92) envisage la possibilité que *H. voigtii* soit synonyme junior de *Hystrichodinium oligacanthum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955.

Description : Kyste chorate, spiniférate, acavate, dont le corps central est subsphérique à subpolyédrique. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme fortement accolés l'un à l'autre sauf au niveau des processus et des parasutures. L'endophragme est lisse, scabre à microgranulaire. Le périphragme, lisse à scabre et d'aspect chagriné, développe seul des septes parasuturaux plus ou moins hauts dont sont issus de nombreux processus. Ces derniers sont longs (environ 1/2 du diamètre équatorial du corps central), creux, simples, en forme de poignard à extrémité distale fermée et pointue ou légèrement arrondie.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est soulignée par les septes parasuturaux : 4', 6'', 0-6c, 6''', 1p, 1''''. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule semble libre. Le paracingulum est très clairement indiqué par une bande transversale déprimée bordée de septes généralement bien développés. Il sépare le kyste en un épikyste et un hypokyste de taille sensiblement égale. Le parasulcus est rarement observable.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 57(69)77 µm ; longueur du corps central = 32(41)49 µm ; largeur totale du kyste = 53(66)81 µm ; largeur du corps central = 33(39)49 µm ; longueur des processus = 11(16)23 µm ; hauteur des septes = 2-4 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : La présence de septes bien développés distingue cette espèce des autres représentants du genre *Hystrichodinium* et particulièrement de *Hystrichodinium compactum* ALBERTI, 1961, *Hystrichodinium patriciae*, *Hystrichodinium pulchrum* et *Hystrichodinium oligacanthum*.

H. patriciae se démarque également par la plus grande longueur et le plus grand nombre de ses processus.

Cauca parva (ALBERTI, 1961) DAVEY & VERDIER, 1971 a une morphologie très proche de *H. voigtii* mais possède un archéopyle épikystal et un kyste de taille plus réduite.

Genre **HYSTRICHOSPHAERIDIUM** DEFLANDRE, 1937b
emend. DAVEY & WILLIAMS, 1966b

Espèce-type : *Hystrichosphaeridium tubiferum* (EHRENBERG, 1838) DEFLANDRE, 1937b *emend.* DAVEY & WILLIAMS, 1966b.

Hystrichosphaeridium duplum

subsp. **duplum**

LENTIN & WILLIAMS, 1989

pl. XX, fig. 3-4

1839 *Xanthidium tubiferum* - READE: p. 191, pl. IX, fig. 6,9.
1842 *Xanthidium Tubiferum recurvatum* ou *palmaforme* subsp. nov. WHITE: p. 39, pl. IV, div. 3, fig. 12.
1848 *Xanthidium palmatum* stat. nov. BRONN: p. 1375.
1854 *Spiniferites palmatus* comb. nov. MANTELL: p. 251, texte-fig. 79.
non 1939 *Hystrichosphaeridium palmatum* sp. nov. DEFLANDRE & COURTEVILLE: pp. 101-102, pl. III, fig. 1.
1940 *Hystrichosphaeridium recurvatum* comb. nov. LEJEUNE-CARPENTIER: pp. 221-222, fig. 6.
1965 *Cordosphaeridium palmatum* comb. nov. DE CONINCK: pp. 32-33, pl. VI, fig. 8, 10.
1965 *Hystrichosphaeridium palmatum* comb. nov. DOWNIE & SARJEANT: p. 121.
1966b *Hystrichosphaeridium recurvatum* comb. nov. et emend. DAVEY & WILLIAMS: pp. 67-68.
1966b *Hystrichosphaeridium bowerbanki* sp. nov. DAVEY & WILLIAMS: pp. 69-70, pl. 8, fig. 1, 4.
1989 *Hystrichosphaeridium duplum* nom. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 181 [= nom. subst. pro *Hystrichosphaeridium palmatum* (WHITE, 1842 *ex.* BRONN, 1848) DOWNIE & SARJEANT, 1965, non *Hystrichosphaeridium palmatum* DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939].

Remarques taxonomiques : Le problème entourant les noms attribués aux spécimens reconnus comme *Hystrichosphaeridium palmatum* (WHITE, 1842) a été discuté par SARJEANT (1964b, pp. 173-175) puis, avec des conclusions contradictoires, par DE CONINCK (1965, pp. 32-33) et DAVEY & WILLIAMS (1966b, pp. 67-68).

Selon MANTELL (1854), cette espèce a été découverte et figurée par READE (1839) sous *Xanthidium tubiferum*. Elle est différenciée en sous-espèce par WHITE (1842) et devient "*X. tubiferum recurvatum* or *palmaforme* " dans le texte (p. 39) et "*X. tubiferum palmatum*" dans la légende de planche (p. 40). BRONN (1848) élève cette sous-espèce au rang supérieur et l'appelle *Xanthidium palmatum*.

MANTELL suivit alors le choix de BRONN. Selon l'Article 33 du CODE INTERNATIONAL DE NOMENCLATURE BOTANIQUE, des noms différents (dits alternatifs) proposés simultanément pour un même taxon par le même auteur sont acceptables si publiés antérieurement au 1er janvier 1953 ; le Code ne donne aucune indication sur quelle alternative choisir, et en l'absence de cette précision, MANTELL n'avait pas tort en acceptant le choix de BRONN.

N'ayant, semble-t-il, pas eu connaissance des travaux de BRONN ni de MANTELL, LEJEUNE-CARPENTIER (1940) réattribue l'espèce *palmatum* au genre *Hystrichosphaeridium* et, choisissant le premier des trois noms possibles suggérés par WHITE, désigne l'espèce *H. recurvatum*.

Le binôme *Hystrichosphaeridium palmatum* est utilisé en 1939 pour une espèce tout à fait distincte, devenue *Baltisphaeridium* puis ?*Exochosphaeridium palmatum* (DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939) DAVEY *et al.*, 1969.

Pour SARJEANT (1964b) l'application du principe de priorité aboutit au choix de *H. palmatum* ; ainsi, ce dernier propose en fonction du choix préalable de BRONN parmi les trois alternatives de noms cités par WHITE, que l'espèce désignée *Hystrichosphaeridium recurvatum* par LEJEUNE-CARPENTIER (1940) soit ramenée à la désignation plus correcte *Hystrichosphaeridium palmatum* (WHITE, 1842). Ce point de vue est partagé par DE CONINCK (1965) mais non par DAVEY & WILLIAMS (1966b) qui statuent en faveur de *Hystrichosphaeridium recurvatum*.

LENTIN & WILLIAMS (1977b) ont indexé *Cordosphaeridium palmatum* (p. 33) dont la

combinaison est due à DE CONINCK (*op. cit.*) et *Hystrichosphaeridium recurvatum* (p. 85) comme deux espèces indépendantes mais citent les mêmes page et figure de référence pour la description originale, c'est-à-dire WHITE (1842, p. 39, pl. IV, fig. 12). En 1981, ces mêmes auteurs (p. 144) prennent en compte la mise en synonymie de ces taxons mais considèrent que la véritable combinaison est effectuée par DOWNIE & SARJEANT (1965, p. 121) sous *Hystrichosphaeridium recurvatum* puisqu'ils citent correctement les pages, planche et numéro de figure, de même que les trois alternatives de noms pour l'espèce.

En 1989, LENTIN & WILLIAMS (p. 181) créent le nom *duplum* en remplacement de *palmatum* (WHITE, 1842).

Considérant que la paratabulation peut être reflétée par plus d'un processus par paraplaque, HEILMANN-CLAUSEN (1985, p. 21) considère cette espèce comme provisoirement attribuée au genre *Hystrichosphaeridium.*

Hystrichosphaeridium bowerbankii DAVEY & WILLIAMS, 1966b possède environ 24 processus de même type que ceux de *H. duplum* mais s'en distingue, selon ses inventeurs, par sa taille plus petite (diamètre du kyste avec les processus = 60-85 µm pour le matériel-type) et des processus plus larges. Cette différence n'est pas assez significative pour être spécifique et chevauche le domaine de variation de *H. duplum* : «..la moyenne de leur diamètre, mesurée comme précédemment d'une extrémité à l'autre de tentacules opposés, est de $\frac{1}{330}$ème à $\frac{1}{280}$éme d'un inch..» (WHITE,1842, p. 39 pour le matériel-type de *H. palmatum*) ; soit un diamètre total de 77 à 91 µm. *Hystrichosphaeridium bowerbankii* est ici considéré comme synonyme de *H. duplum.*

Description : Kyste chorate, acavate, dont le corps central, subsphérique, est composé d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à microgranulaire. Les deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont nombreux (28-30 lorsque l'archéopyle est développé), minces, tubulaires et ouverts. Ils sont longs, avec à peu près tous la même taille qui correspond environ aux 2/3 (ou plus) du diamètre du corps central. Leur extrémité distale est verticillée épineuse, portant de fines épines flexueuses souvent recourbées vers le bas, en direction du corps central. La base des processus est à peine élargie. Les processus sulcaux ne sont pas de taille significativement plus petite et sont de ce fait difficiles à reconnaître sur des spécimens mal orientés.

La paratabulation, reflétée par les processus intratabulaires (généralement 1 par paraplaque, rarement plus) a pour formule : 4', 6", 6c, 5'", 1p, 1'"", 3-6s. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 63(72)81 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 64(65)66 µm ; longueur du corps central = 33(38)42 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 26(34)37 µm ; largeur totale du kyste = 64(69)76 µm ; largeur du corps central = 22(33)37 µm ; longueur des processus = 11(19)26 µm ; longueur des épines distales des processus = 4(5)6 µm. Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Hystrichosphaeridium duplum* subsp. *parvum* (ROZEN, 1965) LENTIN &

WILLIAMS, 1989 se distingue de *Hystrichosphaeridium duplum* subsp. *duplum* par des dimensions réduites (diamètre du corps central = 27-28 µm) et des ramifications distales des processus très longues par rapport aux processus eux-mêmes. De plus, le nombre de ses processus est bien moins important (environ 14).

De forme générale proche, *Hystrichosphaeridium arborispinum* DAVEY & WILLIAMS, 1966b possède seulement 22 à 23 processus qui de surcroît sont plus larges et distalement évasés avec une bordure externe crénelée. Contrairement à *H. duplum,* le périphragme est granulaire à réticulé.

Hystrichosphaeridium petilum GITMEZ, 1970 possède 1 processus sulcal au lieu de 3-6 chez *H. duplum* et ses processus sont de plus légèrement évasés distalement.

Les processus en trompette de *Hystrichosphaeridium tubiferum* (EHRENBERG, 1838) DEFLANDRE, 1937b *emend.* DAVEY & WILLIAMS, 1966b et des épines dorsales très courtes différencient cette espèce de *H. duplum.*

Dapsilidinium duma (BELOW, 1982c) LENTIN & WILLIAMS, 1985 possède des processus creux, tubulaires et distalement ornés d'épines, mais ces dernières sont plus courtes que chez *H. duplum* et les processus qui les portent sont nombreux et non tabulaires chez *D. duma.*

Genre **HYSTRICHOSTROGYLON** AGELOPOULOS, 1964
emend. STOVER & EVITT, 1978

Espèce-type : *Hystrichostrogylon membraniphorum* AGELOPOULOS, 1964.

Hystrichostrogylon coninckii
HEILMANN-CLAUSEN, 1985
fig. S.17B ; pl. XX, fig. 12

1971 ? *Spiniferites* sp. WILSON: p. 1265, pl. 4, fig. 1-4.
1975 *Spiniferites* sp. A DE CONINCK: p. 332, fig. 3 F-H.
1985 *Hystrichostrogylon coninckii* sp. nov. HEILMANN-CLAUSEN: pp. 353, 355, pl. 7, fig. 9-12.
1985a *Hystrichostrogylon palliatus* sp. nov. HULTBERG: pp. 131-132, pl. 7, fig. I-J.

Remarque taxonomique : *Hystrichostrogylon palliatum* HULTBERG, 1985 présente les mêmes caractéristiques que *H. coninckii* et est considéré comme synonyme de cette dernière espèce.

Description : Kyste spiniférate, cavate, dont l'endokyste est subsphérique à ellipsoïdal. Un large péricœle ventral pouvant s'étendre verticalement jusqu'aux pôles sépare l'endophragme du périphragme qui sont étroitement accolés en face dorsale. Les deux membranes sont minces et lisses. Le périphragme développe seul des processus gonaux et intergonaux relativement courts, creux à leur base et fermés distalement. Les processus sont reliés entre eux proximalement par de basses rides parasuturales. Ces rides apparaissent mieux exprimées en aire dorsale que ventrale. Les processus gonaux sont trifurqués, et les intergonaux (0 à 1 par parasuture) bifurqués. Les ramifications distales des processus sont courtes et aplaties.

De type gonyaulacoïde, la paratabulation montre la formule suivante : 4', 6", 5-6c, 5-6‴,

?1p, 1"", ?0s. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple et libre. En aire ventrale, au niveau du parasulcus, le périphragme développe un large trou caractéristique, sécant avec le paracingulum.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 62(67)70 µm ; longueur du corps central = 39(46)53 µm ; largeur totale du kyste = 53(61)68 µm ; largeur du corps central = 33(36)39 µm ; largeur maximale du péricœle = 9(11)14 µm ; longueur des processus = 2(5)11 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Remarque stratigraphique : Bien qu'encore jamais signalée dans des sédiments du Crétacé inférieur, cette espèce correspond bien à celle décrite originellement par THOMSEN & HEILMANN-CLAUSEN.

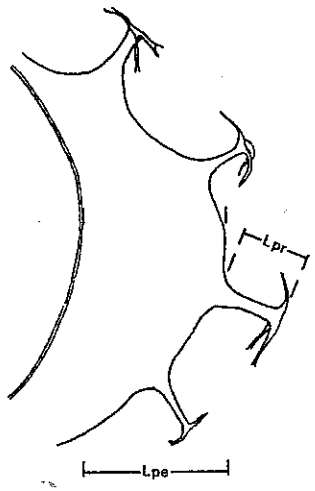


Fig. S.16 : Position des mesures des longueurs du péricœle ($\mathbf{L_{pe}}$) et des processus ($\mathbf{L_{pr}}$) pour le genre *Hystrichostrogylon*.

Sa répartition stratigraphique connue jusqu'alors s'étendait du Maastrichtien au Danien. Celle observée ici démarre dans l'Hauterivien inférieur, dans la zone à *Nodosoplicatum* de Vergons (niveau H18).

Danien	Danemark	HEILMANN-CLAUSEN, 1985
Maastrichtien-Danien	Suède Sud	HULTBERG, 1985a

Comparaisons : Voir la clé de détermination pour le genre *Hystrichostrogylon* (tableau S.b).

H. coninckii diffère de *Hystrichostrogylon membraniphorum* et *Hystrichostrogylon holohymenium* ISLAM, 1983 par la position de son péricœle et/ou la présence d'un large trou ventral dans le périphragme.
Possédant également un large trou parasulcal, *Hystrichostrogylon stolidotum* (DUXBURY, 1980) STOVER & WILLIAMS, 1987 ne possède pas de ride parasuturale, mais une nette projection apicale creuse. De plus, les processus de *H. stolidotum* sont parfois absents en région ventrale.

Hystrichostrogylon membraniphorum

AGELOPOULOS, 1964

pl. XX, fig. 10

1964 *Hystrichostrogylon membraniphorum* sp. nov. AGELOPOULOS: pp. 674-675, texte-fig. 1-2.

Description : Kyste spiniférate, camocavate, dont l'endokyste est subsphérique à ellipsoïdal. Un large péricœle ventral s'étend parfois jusqu'au niveau des pôles, et sépare l'endophragme du

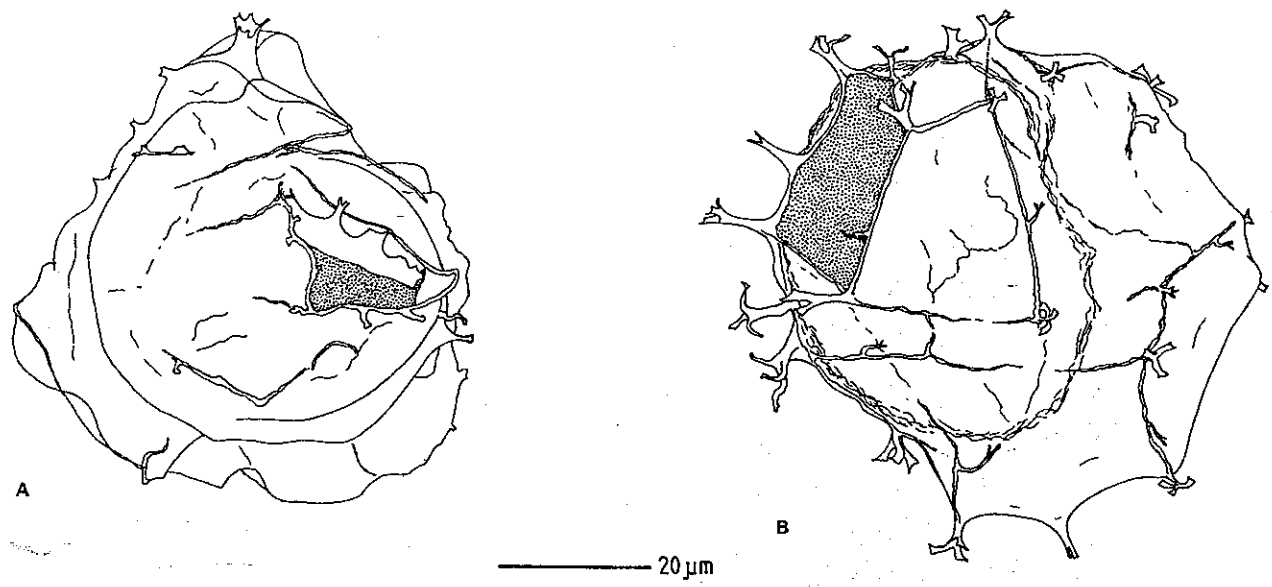


Fig. S.17 : A) *Hystrichostrogylon stolidotum* -Vue dorsale ; **B)** *Hystrichostrogylon coninckii* - Vue latérale droite.

périphragme qui sont étroitement accolés dans la région dorsale. L'endophragme est scabre à microgranulaire. Le périphragme est lisse et développe seul des processus gonaux et intergonaux, creux et fermés distalement. L'extrémité des processus gonaux est trifide puis à peine bifide ; celle des processus intergonaux est bifide puis à nouveau bifide. Les processus intergonaux (au nombre de 1 à 2 entre chaque jonction triple) sont légèrement plus courts que les autres processus et sont creux uniquement à leur base.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, de formule non déchiffrée à cause de l'absence de septe ou même de ride. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 54(69)74 µm ; longueur du corps central = 39(45)47 µm ; largeur totale du kyste = 55(66)73 µm ; largeur du corps central = 34(38)39 µm ; largeur maximale du péricœle = 7(11)14 µm ; longueur des processus = 5(14)17 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Remarque stratigraphique : Malgré une grande différence stratigraphique entre le matériel-type de *H. membraniphorum* (Eocène de R.F.A.) et le présent matériel, les individus rencontrés ici correspondent tout à fait aux diagnoses, descriptions et illustrations de *H. membraniphorum* par AGELOPOULOS (1964, pp. 674-675, texte-fig. 1-2 ; 1967, p. 43, pl. 9, fig. 7-8 ; pl. 12, fig. 1-2 ; pl. 13, fig. 8). Cette espèce n'avait jamais été signalée dans des sédiments antérieurs à l'Eocène. Son apparition se fait ici dans l'Hauterivien inférieur, au sommet de la zone à *Loryi,* à Vergons ainsi qu'aux Buissières (respectivement dans les niveaux H14' et Bu32).

Eocène supérieur	R.F.A.	AGELOPOULOS, 1964
Eocène supérieur	R.F.A.	AGELOPOULOS, 1967

Comparaisons : Voir la clé de détermination du genre *Hystrichostrogylon* (tableau S.b).

Hystrichostrogylon stolidotum

(DUXBURY, 1980) STOVER & WILLIAMS, 1987

fig. S.17A ; pl. XX, fig. 11

1980 *Diphasiosphaera stolidota* sp. nov. DUXBURY: p. 116-117; pl. 1, fig. 5,9; texte-fig. 6.
1987 *Hystrichostrogylon stolidota* comb. nov. STOVER & WILLIAMS: p. 181.

Description : Kyste spiniférate, cavate, dont l'endokyste est subsphérique. Un large péricœle sépare l'endophragme du périphragme sauf en aire dorsale où ils sont étroitement accolés. Les deux membranes sont minces et lisses. Le périphragme développe seul de très courts processus gonaux et intergonaux. Les processus sont pleins à l'exception de l'apical qui est creux et ouvert distalement et qui s'individualise des autres processus de par sa morphologie et sa taille plus importante. Les bases des processus peuvent être reliées entre elles par de basses rides parasuturales. Ces rides sont généralement bien exprimées sur la marge de l'archéopyle.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, de formule non décryptée. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre. Selon DUXBURY (1980, p. 116) le périphragme développe un large trou sulcal. Ce trou n'a pas été observé ici.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 54(64)77 µm ; longueur du corps central = 31(46)62 µm ; largeur totale du kyste = 48(58)65 µm ; largeur du corps central = 31(42)48 µm ; longueur des processus = 1(2)4 µm ; longueur du processus apical = 4(5)6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Remarque stratigraphique : Originellement décrite dans le Barrémien d'Angleterre, *H. stolidotum* est présente dans le bassin vocontien dès la base du Barrémien à Vergons (zone à *Hugii*, niveau H53) et depuis l'Hauterivien terminal, dans la zone à *Angulicostata*, aux Buissières (niveau Bu44). Cette espèce a également été signalée par POURTOY (1989) dans l'Hauterivien terminal (zone à *Angulicostata*) et le Barrémien basal (zone à *Hugii*) de Suisse.

Barrémien	Angleterre	DUXBURY, 1980
Hauterivien terminal - Barrémien basal	Suisse	POURTOY, 1989

Comparaisons : Voir la clé de détermination du genre *Hystrichostrogylon* (tableau S.b).

H. stolidotum diffère de *Hystrichostrogylon membraniphorum* et *Hystrichostrogylon holohymenium* par la position de son péricœle et ses processus très courts.

Hystrichostrogylon coninckii ne possède pas de processus apical différencié et ses rides parasuturales sont (surtout en aire dorsale) clairement exprimées, contrairement à *H. stolidotum* chez qui la paratabulation est mal définie.

Péricœle ventral uniquement	Processus relativement courts (R = 0,25-0,30) Présence de rides parasuturales Large trou en région ventrale	*H. coninckii*
	Processus creux et relativement longs (R = 0,35-0,45) Absence de ride parasuturale	*H. membraniphorum**
Péricœle tout autour du corps central, sauf au niveau de l'archéopyle	Projection apicale ouverte bien distincte Processus intergonaux bas et nombreux (2 à 3 entre 2 jonctions triples) Processus très courts (R = 0,08-0,09)	*H. stolidotum*
	Processus relativement courts (R = 0,25-0,30) Présence de rides parasuturales Large trou en région ventrale	*H. coninckii*
Péricœle tout autour du corps central sauf en régions polaires	Endophragme chagriné ou modérément réticulé Processus relativement courts (R = 0,20-0,25)	*H. holohymenium*

Tableau S.b : Clé de détermination spécifique pour le genre *Hystrichostrogylon.*
(l'espèce-type est suivie d'un astérisque).

Liste des taxons pris en compte :

H. coninckii HEILMANN-CLAUSEN, 1985
H. holohymenium ISLAM, 1983a
H. membraniphorum AGELOPOULOS, 1964
H. stolidotum (DUXBURY, 1980) STOVER & WILLIAMS, 1987

Genre KIOKANSIUM STOVER & EVITT, 1978
emend. DUXBURY, 1983

Espèce-type : *Kiokansium polypes* (COOKSON & EISENACK, 1962b) BELOW, 1982c subsp. *polypes*.

Kiokansium polypes subsp. **polypes**
(COOKSON & EISENACK, 1962b) BELOW, 1982c
pl. XIX, fig. 9 ; pl. XX, fig. 9

1962b *Hystrichosphaeridium recurvatum* subsp. *polypes* nov. COOKSON & EISENACK: p. 491, pl. 4, fig. 11-13.
1964 *Hystrichosphaeridium magnarmatum* sp. nov. TASCH: p. 192, pl. 1, fig. 22.
1964 *Hystrichosphaeridium valgum* sp. nov. TASCH: pp. 192-193, pl. 2, fig. 10.
1964 *Hystrichosphaeridium kiowanum* sp. nov. TASCH: p. 193, pl. 2, fig. 1.
1964 *Hystrichosphaeridium replexum* sp. nov. TASCH: p. 193, pl. 3, fig. 14.
1964 *Hystrichosphaeridium marsupium* sp. nov. TASCH: p. 193, pl. 3, fig. 16.
1964 *Hystrichosphaeridium entomium* sp. nov. TASCH: p. 193, pl. 3, fig. 15.
1964 *Hystrichosphaeridium aruncium* sp. nov. TASCH: p. 193, pl. 3, fig. 12.
1964 *Hystrichosphaeridium perovatum* sp. nov. TASCH: p. 194, pl. 3, fig. 13.
1964 *Hystrichosphaeridium unituberculatum* sp. nov. TASCH: p. 194, pl. 3, fig. 8.
1964 *Hystrichosphaeridium protellipticum* sp. nov. TASCH: p. 194, pl. 2, fig. 2.
1964 *Hystrichosphaeridium triradicosum* sp. nov. TASCH: p. 194, pl. 2, fig. 4, 14.
1964 *Hystrichosphaeridium eccentrum* sp. nov. TASCH: p. 194, pl. 1, fig. 6; pl. 2, fig. 9.
1964 *Hystrichosphaeridium fabium* sp. nov. TASCH: p. 195, pl. 2, fig. 5.
1964 *Hystrichosphaeridium tribrachiosum* sp. nov. TASCH: p. 195, pl. 1, fig. 3.
1964 *Hystrichosphaeridium follium* sp. nov. TASCH: p. 195, pl. 1, fig. 8.
1969a *Cleistosphaeridium polypes* comb. et stat. nov. DAVEY: p. 154, pl. 6, fig. 7-8.
[1969 *Polysphaeridium fabium* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 6].

[1969 *Polysphaeridium follium* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 6].
[1969 *Polysphaeridium marsupium* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 6].
[1969 *Polysphaeridium perovatum* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 6].
[1969 *Polysphaeridium tribrachiosum* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 7].
[1978 *Kiokansium unituberculatum* comb. nov. STOVER & EVITT: pp. 167, 267].
? 1979b *Bacchidinium polypes* subsp. *polypes* comb. nov. DAVEY: p. 555 (uniquement).
1980 *Cleistosphaeridium ? sodidum* sp. nov. YUN: pp. 43-44, pl. 11, fig. 9, 13-14.
1981 *Impletosphaeridium polypes* comb. nov. HE CHENG-QUAN & LI PENG: p. 65.
1982c *Kiokansium polypes* comb. nov. BELOW: pp. 16-17, pl. 6, fig. 9 ; pl. 9, fig. 8.

Remarques taxonomiques : De même que BELOW (1982c, p. 16), je pense que le spécimen illustré par DAVEY (1979b, pl. 1, fig. 7) sous *Bacchidinium polypes* subsp. *polypes* est en fait un *Taleisphaera hydra* DUXBURY, 1979a *emend.* HARDING, 1986a car des épaississements de la paroi, assimilables à des rides, sont visibles entre les processus, bien que ce caractère ne soit cependant pas cité par DAVEY (*op. cit.*, p. 555) dans la description de cette forme.

L'amendation de *K. polypes* proposée par DUXBURY (1983, p. 49) n'est pas prise en compte par LENTIN & WILLIAMS (1985, 1989), certainement du fait que DUXBURY n'apporte aucune précision nouvelle par rapport aux descriptions faites par STOVER & EVITT (1978, p. 267) sous *Kiokansium unituberculatum* (TASCH, 1964) STOVER & EVITT, 1978 ou DAVEY (1979a, p. 555) sous *Bacchidinium polypes* subsp. *polypes*.

Kiokansium unituberculatum est à l'origine l'espèce-type du genre *Kiokansium*. En 1983, DUXBURY (p. 49) estime que cette espèce est synonyme de *K. polypes*. De par la loi de priorité, *K. polypes* est devenu l'espèce-type du genre *Kiokansium*.

Description : Kyste skolochorate, dont le corps central, subsphérique à ovoïdal, est constitué d'un autophragme mince et finement granulaire. Le kyste est recouvert de nombreux processus pleins (plus de 60), longs (jusqu'à 1/3 du diamètre équatorial du corps central) et non tabulaires. Légèrement élargis à leur base, ils sont distalement très légèrement bifides ou verticillés ; les épines distales développées sont souvent perpendiculaires à la hampe des processus donnant une forme en "T" à l'extrémité de celui-ci. Des processus acuminés sont également présents.

Excepté l'archéopyle précingulaire, de type 2P, aucune trace de paratabulation n'est visible, si ce n'est une bande équatoriale au niveau de laquelle les processus sont moins abondants, sans toutefois en être totalement absents, laissant ainsi deviner le paracingulum. L'archéopyle est libre. Le parasulcus n'est pas indiqué et ne semble pas présenter de processus différencié.

Remarques : Du fait de la finesse et de la flexibilité de la paroi, de la grande taille de l'archéopyle, ainsi que des processus élancés et plus ou moins flexibles, les kystes sont facilement froissés ou comprimés. Parallèlement à ces effets secondaires, des paramètres tels que la longueur, la structure, la terminaison et, à un degré moindre, le nombre des processus sont très variables, de même que, par voie de conséquence, l'espacement entre les processus. Cette variabilité dans la morphologie et l'agencement des processus est plus prononcée d'un spécimen à l'autre que sur un même individu ; sur un même spécimen, plusieurs types de processus peuvent cependant coexister, ce qui confirme la nature intraspécifique de ces variations. Les multiples aspects présentés par des spécimens tordus et l'étendue des structures des processus sont bien montrés par les holotypes des espèces nommées

par TASCH (1964, pp. 193-195) que STOVER & WILLIAMS (1978, p. 267) considèrent comme conspécifiques.

Contrairement au matériel-type (Aptien-Cénomanien d'Australie de l'Ouest), aucun des exemplaires de *K. polypes* subsp. *polypes* rencontrés au cours de cette étude ne présente une paroi à surface lisse, mais plutôt microgrenue, telle que décrite par BURGER (1980a, p. 77) dans le Néocomien d'Australie de l'Est, et par DAVEY (1979b, p. 555) dans l'Aptien-Albien de l'Ouest de l'Atlantique Nord. Cette différence est considérée ici comme faisant partie du domaine de variation de *K. polypes* subsp. *polypes*.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 53(59)65 µm ; longueur du corps central = 31(41)48 µm ; largeur totale du kyste = 49(57)68 µm ; largeur du corps central = 27(36)44 µm ; longueur des processus = 9(12)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 12.

Comparaisons : Ancienne sous-espèce de *K. polypes, Cleistosphaeridium clavulum* (DAVEY, 1969a) BELOW, 1982c lui ressemble mais possède des processus distalement capités.

Taleisphaera hydra DUXBURY, 1979a *emend.* HARDING, 1986a est très proche de *K. polypes* mais les rides pénitabulaires joignant les processus de *T. hydra* et soulignant ainsi sa paratabulation constituent un trait de caractère très distinctif.

De par ses processus beaucoup moins nombreux et distalement terminés par une rosette d'épines ramifiées, *Kiokansium prolatum* DUXBURY,1983 *emend.* MASURE, 1986 se distingue nettement de *K. polypes*.

Selon son inventeur, *Kiokansium williamsii* CH. SINGH, 1983 (p. 150, pl. 54, fig. 3-6) diffère de *K. polypes* en ayant un corps central ellipsoïdal allongé au lieu de sphérique. En 1978, STOVER & EVITT (p. 268) basaient la différence entre *K. polypes* et *K. unituberculatum* sur (entre autre) la différence de forme du corps central. Or depuis, ces deux taxons ont été mis en synonymie [DUXBURY (1983, p. 49)]. Il est fort probable que la même procédure doive être appliquée en ce qui concerne *K. williamsii*.

Kiokansium perprolatum CH. SINGH, 1983 est très fortement allongé et ses processus ressemblent plus à ceux de *K. prolatum* qu'à ceux de *K. polypes*.

Genre **KLEITHRIASPHAERIDIUM** DAVEY, 1974

Espèce-type : *Kleithriasphaeridium corrugatum* DAVEY, 1974.

Kleithriasphaeridium corrugatum
DAVEY, 1974
pl. XXI, fig. 1 ; pl. XXIII, fig. 7

1959 *Hystrichosphaeridium eoinodes* - GOCHT: pl. 3, fig. 5 (seulement).
1974 *Kleithriasphaeridium corrugatum* sp. nov. DAVEY: pp. 56-57, pl. 5, fig. 1-5 ; texte-fig. 3.

Description : Kyste chorate, skolochorate, acavate, dont le corps central, subsphérique, est composé d'un endophragme lisse et d'un périphragme fibreux à rugulé. Les deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont tubulaires et ouverts distalement. De longueur et largeur particulièrement variables, ils sont élargis à leur base et distalement évasés avec une marge externe crénelée à denticulée. La hampe des processus est distalement lisse à légèrement fibreuse. Médialement, les rides se formant le long des processus ont tendance à devenir de plus en plus épaisses et nombreuses en descendant vers la base des processus. Ces rides s'étendent radialement sur la surface du kyste et montrent leur maximum d'épaisseur entre deux processus voisins. Entre les rides la paroi du corps central apparaît microgranulaire à fortement granulaire.

La position intratabulaire des processus (1 par paraplaque) permet de déterminer une paratabulation de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6c, 6'", 1p, 1'"", xs. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre. Le parasulcus est marqué par quelques processus plus petits et particulièrement étroits.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 76(78)86 µm ; longueur du corps central = 41(44)49 µm ; largeur totale du kyste = 74(77)80 µm ; largeur du corps central = 41(42)43 µm ; longueur des processus = 17(20)22 µm ; largeur des processus = 1(4)9 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Kleithriasphaeridium fasciatum* (DAVEY & WILLIAMS, 1966b) DAVEY, 1974 diffère de *K. corrugatum* par la morphologie de ses processus plus courts et beaucoup plus trapus (rapport longueur/largeur proche de 1).

Kleithriasphaeridium readei (DAVEY & WILLIAMS, 1966b) DAVEY & VERDIER, 1976 possède des processus avec 3 ou 4 fins épaississements du périphragme le long de leur hampe, chaque ride se prolongeant au processus voisin en passant par le corps central. Cette espèce se distingue également de *K. corrugatum* par la paroi de son corps central qui est lisse partout ailleurs.

Kleithriasphaeridium porosispinum DAVEY, 1982b possède un corps central ovoïdal avec un périphragme fibreux à réticulé développant des processus bifurqués, fibreux et en apparence perforés. De plus, généralement deux des processus apicaux sont reliés par une crête et les processus apicaux et paracingulaires sont de taille intermédiaire.

D'après sa diagnose originale, *Kleithriasphaeridium telaspinosum* (FISHER & RILEY, 1980) LENTIN & WILLIAMS, 1981 a une paroi constituée par un endophragme fibreux et un périphragme lisse. Comme chez *K. corrugatum* les processus voisins sont reliés entre eux par une ride d'extension du périphragme. La différence entre ces espèces porte donc sur la nature de la paroi du corps central.

Kleithriasphaeridium eoinodes (EISENACK, 1958) DAVEY, 1974 *emend.* SARJEANT, 1985a s'individualise par ses processus tubulaires plus étroits à paroi non côtelée et sans rugulation.

Kleithriasphaeridium eoinodes

(EISENACK, 1958) DAVEY, 1974 emend. SARJEANT, 1985a

pl. XXI, fig. 2 ; pl. XXIII, fig. 9

1940 *Hystrichosphaeridium* cf. *clavigerum* - LEJEUNE-CARPENTIER: texte-fig. 9.
1952 *Hystrichosphaeridium* cf. *salpingophorum* - FIRTION: p. 158, pl. VIII, fig. 6 ; pl. IX, fig. 7 ; texte-fig. 1 (A-F).
1958 *Hystrichosphaeridium eoinodes* sp. nov. EISENACK: p. 402, pl. 27, fig. 3-4.
1963b *Cordosphaeridium eoinodes* comb. nov. EISENACK: p. 262, pl. 29, fig. 5.
1966b *Hystrichosphaeridium simplicispinum* sp. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 59, pl. 9, fig. 3.
[1974 *Kleithriasphaeridium simplicispinum* comb. nov. et emend. DAVEY: pp. 57-58, pl. 6, fig. 1-3 ; texte-fig. 4].
1974 *Kleithriasphaeridium eoinodes* comb. nov. DAVEY: p. 58.
1985a *Kleithriasphaeridium eoinodes* emend. SARJEANT: pp. 74-75, pl. 5, fig. 4-5.

Description : Kyste chorate, skolochorate, acavate, dont le corps central, subsphérique, est composé d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à microgranulaire. Les deux membranes sont étroitement accolées entre les processus que seul développe le périphragme. Ces processus sont de taille variable (environ 1/2 diamètre équatorial du corps central), tubulaires, ouverts distalement et au nombre de 18 à 22, parfois jusqu'à 24. Selon la position sur le kyste, la largeur de la hampe est variable, donnant des processus élancés à modérément longs. Ils s'évasent distalement et présentent une bordure externe crénelée à denticulée.

Reflétée par la position intratabulaire des processus (1 par paraplaque), la paratabulation est de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, ?4s. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple et libre. Le parasulcus est marqué par quelques processus plus petits et pleins.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 73(79)89 µm ; longueur du corps central = 43(48)53 µm ; largeur totale du kyste = 66(74)80 µm ; largeur du corps central = 42(45)49 µm ; longueur des processus = 15(18)27 µm ; largeur des processus = 1(4)9 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : De morphologie proche, *Kleithriasphaeridium readei* ressemble à *K. eoinodes* mais s'en démarque par ses processus qui possèdent 3 ou 4 épaississements du périphragme (rides) qui s'étendent le long de leur hampe, chaque ride se prolongeant au processus voisin en passant par le corps central.

Kleithriasphaeridium corrugatum diffère de *Kleithriasphaeridium eoinodes* par ses larges processus tubulaires à paroi côtelée avec des rugulations qui s'étendent jusque sur le corps central.

Les processus à bords parallèles, plus larges et plus courts (rapport longueur/largeur proche de 1) de *Kleithriasphaeridium fasciatum* distinguent cette espèce de *K. eoinodes*.

Egalement à bords parallèles, les processus de *Kleithriasphaeridium loffrense* DAVEY & VERDIER, 1976 sont allongés, très fins et de taille à peu près identique. Le corps central de cette espèce possède un diamètre plus grand (45-52 µm) que celui de *K. eoinodes* et présente une paroi très mince, transparente en microscopie optique. Chez cette espèce la paroi est entièrement lisse.

Kleithriasphaeridium fasciatum

(DAVEY & WILLIAMS, 1966b) DAVEY, 1974

pl. XXI, fig. 3 ; pl. XXIII, fig. 8

1966b ? *Cordosphaeridium fasciatum* sp. nov. DAVEY & WILLIAMS: pp. 90-91, pl. 7, fig. 5-6.
1974 *Kleithriasphaeridium corrugatum* sp. nov. DAVEY: p. 58.

Description : Kyste proximochorate à chorate, skolochorate, acavate, dont le corps central, subsphérique, est composé d'un endophragme lisse et d'un périphragme granulaire, fibreux à rugulé. Les deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont tubulaires et ouverts distalement. Ils sont cylindriques, très trapus, avec un rapport longueur sur largeur proche de 1 pour une longueur moyenne d'environ 1/3 du diamètre équatorial du corps central. La marge distale des processus est crénelée à denticulée. Distalement, leur hampe est lisse à légèrement fibreuse. Médialement, des rides se forment le long des processus et deviennent plus épaisses et plus nombreuses vers la base de leur hampe. Ces rides s'étendent radialement sur la surface du kyste et montrent leur maximum d'épaisseur entre deux processus voisins. Entre les rides, la paroi du corps central apparaît granulaire.

La position intratabulaire des processus (1 par paraplaque) permet de déterminer une paratabulation de type gonyaulacoïde : 4', 6'', 6c, 6''', 1p, 1'''', xs. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre. Le parasulcus est marqué par quelques processus plus petits et particulièrement étroits.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 62(68)71 µm ; longueur du corps central = 43(47)50 µm ; largeur totale du kyste = 58(64)70 µm ; largeur du corps central = 41(45)53 µm ; longueur des processus = 10(13)15 µm ; largeur des processus = 4(10)20 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Kleithriasphaeridium fasciatum* diffère des autres espèces du genre *Kleithriasphaeridium* par la texture et la morphologie de ses processus, plus courts et beaucoup plus trapus, ainsi que par la forte ornementation de son corps central.

Genre **MEIOUROGONYAULAX** SARJEANT, 1966b

Espèce-type : *Meiourogonyaulax valensii* SARJEANT, 1966b.

Meiourogonyaulax bulloidea

(COOKSON & EISENACK, 1960b) SARJEANT, 1969

fig. S.18 ; pl. XIX, fig. 10-11 ; pl. XX, fig. 13-14

1960b *Gonyaulax bulloidea* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 247, pl. 37, fig. 11.
1969 *Meiourogonyaulax stoveri* sp. nov. MILLIOUD: p. 429, pl. II, fig. 1-3.

1969 *Meiourogonyaulax bulloidea* comb. nov. SARJEANT: p. 14.
[1977 *Lithodinia stoveri* comb. nov. DUXBURY: p. 43, pl. 13, fig. 2].

Remarque taxonomique : Les formes intermédiaires entre *M. bulloidea* et *Meiourogonyaulax stoveri* MILLIOUD, 1969 sont abondantes dans les sédiments de l'Hauterivien vocontien et rendent une détermination en faveur de l'un ou l'autre des ces taxons très difficile. Les observations faites par BACKHOUSE (1988, p. 95) allant dans le sens de mes propres observations, je considère *M. stoveri* comme étant un variant de *M. bulloidea*. De ce fait, ces deux taxons sont considérés comme synonymes.

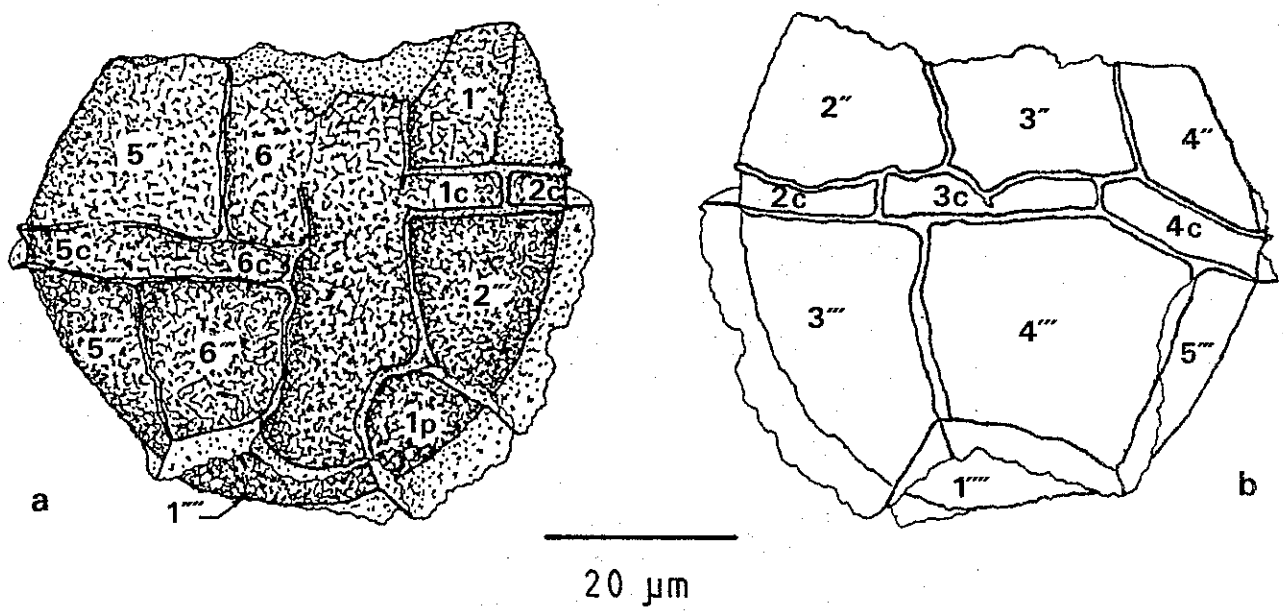


Fig. S.18 : *Meiourogonyaulax bulloidea* - Ornementation et schéma de la paratabulation en vues ventrale (**a**) et dorsale (**b**).

Description : Kyste proximate, subsphérique, ellipsoïdal à subpolyédrique, dont la paroi est constituée d'un autophragme [ou d'un autophragme et périphragme, suivant BELOW (1981a, p. 58)]. La paroi, épaisse, a un aspect spongieux, "granulo-vacuolaire" en microscopie optique mais plutôt lisse à microgranulaire en microscopie électronique. De très bas septes parasuturaux soulignent une paratabulation de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6c, 6''', 1p, 1''''. Les septes délimitant les paraplaques antapicale et postcingulaires sont généralement plus hauts.

L'archéopyle est apical, de type [tA] et élargi -"enlarged archeopyle" *sensu* EVITT (1985, p. 122)- ; l'opercule est libre et composé. Le paracingulum est très clairement exprimé et divise le kyste en un épikyste et un hypokyste de taille sensiblement égale. Le paracingulum est hélicoïdal et décalé de plus de 1 fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Ce dernier n'est pas divisé. La limite entre le parasulcus et la paraplaque 1''' n'est pas exprimée.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 58(65)80 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 44(58)70 µm ; largeur du kyste = 53(66)85 µm ; hauteur des septes = 1(2)11 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 19.

Comparaisons : La différence principale avec *Meiourogonyaulax amlasis* BELOW, 1981a réside dans le fait que cette espèce développe une paroi lisse et sans structure.

Meiourogonyaulax pertusa (DUXBURY, 1977) BELOW, 1981a se distingue de *M. bulloidea* par son parasulcus entièrement exprimé et sa paroi microperforée.

Meiourogonyaulax pertusa subsp. **pertusa**
(DUXBURY, 1977) BELOW, 1981a
fig. S.19 ; pl. XX, fig. 15

1977 *Lithodinia pertusa* sp. nov. DUXBURY: pp. 41-43, pl. 8, fig. 5 ; texte-fig. 15.
1981a *Meiourogonyaulax pertusa* subsp. *pertusa* comb. nov. BELOW: p. 57.

Description : Kyste proximate, subsphérique à subpolyédrique, dont la paroi, épaisse, est constituée d'un autophragme seul. De très basses rides parasuturales soulignent très clairement une paratabulation de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6-7c, 6‴, 1p, 1⁗, ras, rs, ps. Les rides ainsi que les paraplaques qu'elles délimitent sont nettement micro-perforées.

L'archéopyle est apical, de type [tA] et élargi ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum est très clairement exprimé et divise le kyste en un épikyste et un hypokyste de taille sensiblement égale. Le parasulcus est presque entièrement différencié par des rides plus fines et non perforées.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 52(58)68 µm ; largeur du kyste = 57(68)80 µm ; hauteur des septes = 1-2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : La sous-espèce *M. pertusa* subsp. *heta* BELOW, 1981a, de l'Hauterivien du Maroc, se distingue par ses hauts septes parasuturaux (3-9 µm) fenestrés.

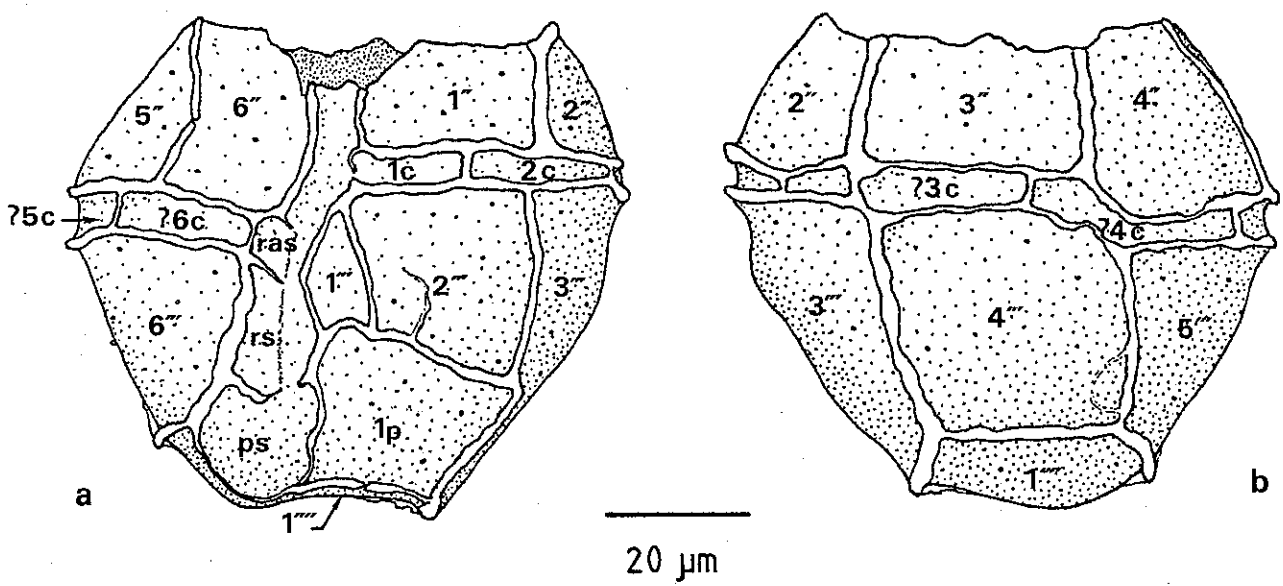


Fig. S.19 : *Meiourogonyaulax pertusa* - Schéma de la paratabulation en vues ventrale (**a**) et dorsale (**b**).

Genre **MENDICODINIUM** MORGENROTH, 1970

Espèce-type : *Mendicodinium reticulatum* MORGENROTH, 1970.

Mendicodinium reticulatum
MORGENROTH, 1970
fig. S.20 ; pl. XXI, fig. 12

1970 *Mendicodinium reticulatum* sp. nov. MORGENROTH: pp. 348-349, pl. 9, fig. 5-6 ; pl. 10, fig. 1-4.

Description : Kyste proximate, subsphérique, ellipsoïdal aplati à biconique en vue équatoriale, l'apex et l'antapex étant fortement arrondis. La paroi, très granulaire à partiellement réticulée est constituée d'un autophragme seul. L'épikyste est généralement plus petit que l'hypokyste.

Excepté l'archéopyle, aucune trace de paratabulation n'est visible. L'archéopyle est épikystal et les deux parties (épikyste et hypokyste) restent partiellement attachées dans la région ventrale, sans doute au niveau du parasulcus.

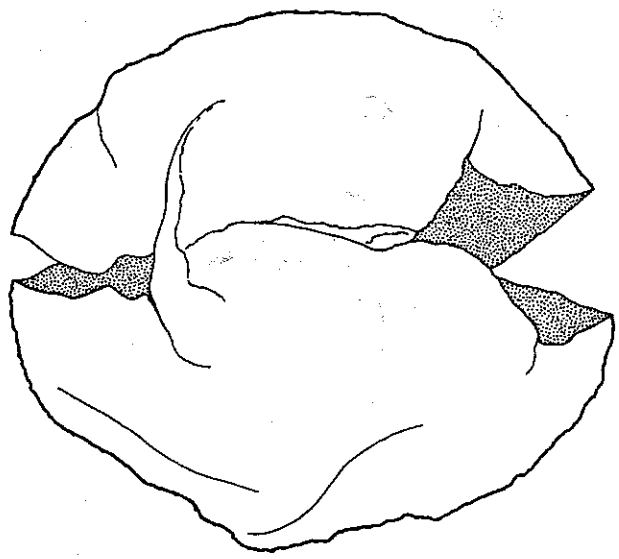


Fig. S.20 : *Mendicodinium reticulatum* - Forme générale du kyste en vue ventrale.

Remarques : Contrairement au matériel-type (Pliensbachien d'Allemagne Fédérale), aucune trace de paracingulum ni de parasulcus n'a pu être observée ici. De plus, les dimensions du matériel vocontien sont plus fortes que celles du matériel-type (longueur = 45-46 µm ; largeur = 41(44)48 µm).

Dimensions : Longueur du kyste = 54(63)68 µm ; largeur du kyste = 68(70)75 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : *Mendicodinium granulatum* KUMAR, 1986 possède une ornementation scabre à

granulaire et plus diffuse que chez *M. reticulatum*.

Mendicodinium groenlandicum (POCOCK & SARJEANT, 1972) DAVEY, 1979c a un autophragme lisse qui peut parfois montrer une fine ponctuation.

Chez *Hurlandsia rugara* (PIASECKI, 1984) LISTER & BATTEN, 1988a la paroi est lisse à scabre, et surtout de très basses rides parasuturales permettent de déchiffrer partiellement la paratabulation.

Genre MICRODINIUM COOKSON & EISENACK, 1960a
emend. SARJEANT, 1966b emend. STOVER & EVITT, 1978

Espèce-type : *Microdinium ornatum* COOKSON & EISENACK, 1960a.

Microdinium opacum
BRIDEAUX, 1971
pl. XXI, fig. 5-6

1971 *Microdinium opacum* sp. nov. BRIDEAUX: pp. 76-77, pl. 21, fig. 19-22 ; texte-fig. 7 d-e.
1975 *Microdinium spinosum* sp. nov. BRIDEAUX & MCINTYRE: pp. 23-24, pl. 6, fig. 3-5.
1987b *Phanerodinium opacum* comb. nov. BELOW: p. 38.

Remarque taxonomique : BELOW (1987b, p. 38) émet l'hypothèse que *Microdinium opacum* soit un synonyme junior de *Microdinium distinctum* DAVEY, 1969a (alors sous *Phanerodinium* DEFLANDRE, 1937a *emend.* BELOW, 1987b). Cette proposition est rejetée par LENTIN & WILLIAMS (1989, pp. 244, 245).

Description : Kyste de petite taille, proximate, subsphérique à subpolyédrique, dont la paroi est constituée d'un autophragme seul. Celui-ci est relativement épais, microgranulaire, et développe de très bas septes parasuturaux. Ces septes ont une texture identique à celle du corps central et sont légèrement plus hauts à l'antapex.

Le paracingulum est relativement large, et à peine décalé au niveau du parasulcus. Il divise inégalement le kyste en un épikyste et un hypokyste dans son tiers supérieur. Le parasulcus n'apparaît pas subdivisé et s'élargit vers l'antapex alors qu'il est étroit sur l'épikyste. La paratabulation est de type gonyaulacoïde : ?4', 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, 0s. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule reste souvent attaché. Les paraplaques apicales sont très petites, rendant leur nombre difficile à évaluer avec précision.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 27(30)34 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 23(25)26 µm ; longueur du corps central = 22(27)31 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 22(23)25 µm ; longueur de l'hypokyste = 20(21)22 µm ; largeur totale du kyste = 23(27)31 µm ; largeur du corps central = 22(24)26 µm ; longueur des septes = 1-2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *Microdinium cassiculum* WILSON, 1984c montre un contour ovoïde, non anguleux, avec une surface grossièrement et irrégulièrement réticulée dont les mailles atteignent jusqu'à 6µm.

Chez *Microdinium distinctum,* la paroi est lisse et les septes portent de courtes "épines" trapues. Chez *Microdinium glabrum* COOKSON & EISENACK, 1974, la paroi mais également les septes sont totalement lisses.

Chez *Microdinium ornatum,* la paroi est lisse, parfois scabre, mais les septes à crêtes baculées ou perforées par des rangées de perforations simples rendent cette espèce bien distincte de *M. opacum.*

Chez *Microdinium* ? *punctulatum* VOZZHENNIKOVA, 1967, la paroi est finement granulaire mais les septes sont lisses.

Quant à *Microdinium* ? *kustanaicum* VOZZHENNIKOVA, 1967, ses septes striés et sa paroi ornementée, porteuse de nombreux et courts tubercules ou excroissances effilées démarquent cette espèce de *M. opacum.*

Genre NELCHINOPSIS WIGGINS, 1972

Espèce-type : *Nelchinopsis kostromiensis* (VOZZHENNIKOVA, 1967) WIGGINS, 1972

Nelchinopsis kostromiensis
(VOZZHENNIKOVA, 1967) WIGGINS, 1972
pl. XXI, fig. 13

1967 *Gonyaulax kostromiensis* sp. nov. VOZZHENNIKOVA: pp. 85-86, pl. XXVI, fig. 1-6 ; pl. XXVII, fig. 1-2.
1969 *Gonyaulacysta kostromiensis* comb. nov. SARJEANT: p. 10.
1972 *Nelchinopsis kostromiensis* comb. nov. WIGGINS: pp. 301-302, pl. I, fig. A-F ; texte-fig. 2.
[1977 *Alaskadinium wigginsii* nom. nov. DUXBURY: p. 37 [nom. subst. pro *Nelchinopsis kostromiensis* WIGGINS, 1972]].

Remarques taxonomiques : A cause de la différence dans le modèle de paratabulation et dans le type d'archéopyle entre les spécimens qu'il observe et le genre *Gonyaulacysta,* WIGGINS (1972, pp. 299-300) crée le genre *Nelchinopsis* et désigne l'espèce *kostromiensis* (VOZZHENNIKOVA, 1967) comme générotype. DUXBURY (1977, p. 37) considère *kostromiensis* comme étant gonyaulacoïde et maintient ce taxon dans *Gonyaulacysta,* invalidant ainsi le genre *Nelchinopsis.* DUXBURY (*ibid.*) propose le genre *Alaskadinium* (*nom subst. pro Nelchinopsis*) et *A. wigginsii* (= *Nelchinopsis kostromiensis sensu* WIGGINS, 1972) pour inclure le matériel d'Alaska de WIGGINS.

STOVER & WILLIAMS (1987, p. 11) n'accèptent pas la suppression par DUXBURY du genre *Nelchinopsis* et considèrent son remaniement des spécimens de WIGGINS comme inutile. Ils partagent cependant l'opinion de DUXBURY lorsque celui-ci dit que la paratabulation de *N. kostromiensis* est gonyaulacoïde, substituant ce modèle à celui plus complexe présenté par WIGGINS.

VOZZHENNIKOVA (1967, p. 86) dit qu'elle n'observe pas d'archéopyle chez *G. kostromiensis.* WIGGINS (1972, pp. 301-302) donne une analyse détaillée de la paratabulation de

son propre matériel, qu'il identifie lui-même comme *G. kostromiensis*. Il suppose que les basses rides sur la corne apicale (également remarquées par DUXBURY, *ibid.*) reflètent la paratabulation, et que le détachement de la corne apicale et probablement aussi de la paraplaque apicale sulcale produit l'archéopyle.

Le matériel illustré par chacun de ces trois auteurs apparaît similaire, si ce n'est identique. DUXBURY ne fournit aucune argumentation pour supporter son interprétation selon laquelle le matériel de WIGGINS correspond à une espèce différente de *G. kostromiensis* :

- Si le matériel décrit par WIGGINS est identique à celui de VOZZHENNIKOVA, le genre *Nelchinopsis* est superflu et devient synonyme junior de *Gonyaulacysta.*
- S'il ne l'est pas, *Nelchinopsis* doit être retenu, mais le matériel devrait se voir attribuer un nouvel épithète spécifique. Il n'y a pas nécessité de créer un nouveau nom de genre comme DUXBURY l'a fait.

Le genre *Alaskadinium* DUXBURY, 1977 devient de ce fait un synonyme junior de *Nelchinopsis* si ce genre est retenu, ou de *Gonyaulacysta* s'il est montré que le matériel de WIGGINS appartient à l'espèce *G. kostromiensis*.

Sans attendre qu'une comparaison de ces deux populations soit faite pour trancher le problème, LENTIN & WILLIAMS (1989, pp. 155, 255) retiennent le binôme *Nelchinopsis kostromiensis*.

Description : Kyste proximate, cornucavate, de petite taille, à corps central subsphérique dont la paroi est constituée d'un endophragme lisse et d'un périphragme qui seul développe une corne apicale, des septes parasuturaux et une ornementation intratabulaire constituée de très nombreux granules ou tubercules. Le périphragme est lisse au niveau de la corne et des septes. La corne est creuse, modérément longue (1/3 à 1/4 du diamètre équatorial du corps central), tronconique, à extrémité arrondie ou conique (avec un angle moins aigu que le reste de la corne). Les septes sont membraneux, non perforés, à crête fortement denticulée voire épineuse. Ces septes forment à leurs jonctions des sortes d'épines gonales nettement plus hautes que le reste des septes. Entre deux jonctions gonales, la crête des septes est généralement déprimée.

La paratabulation , soulignée par les septes parasuturaux, apparaît ici de type gonyaulacoïde : 4', 6", ?6c, 6‴, 1p, ?pv, 1⁗. Le type de l'archéopyle n'a pas pu être précisé ici car l'opercule a toujours été observé en place. Le paracingulum est marqué par un alignement de tubercules plus hauts et non pas par des septes. Il est équatorial, large d'environ 6 µm et décalé d'à peu près 1 à 1,5 fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Rarement observable, ce dernier est entouré de septes parasuturaux mais apparaît incomplètement subdivisé.

Dimensions : Longueur totale de kyste = 34(43)49 µm ; longueur du corps central = 28(33)36 µm ; largeur totale du kyste = 34(41)47 µm ; largeur du corps central = 30(33)36 µm ; longueur de la corne apicale = 6(8)10 µm ; hauteur des épines gonales = 5(6)7 µm ; hauteur minimale des septes = 1(3)4 µm.

Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : Les septes parasuturaux à crête denticulée et l'ornementation intratabulaire fortement tuberculée de *N. kostromiensis* différencient cette espèce, notamment de celles du genre *Gonyaulacysta.*

Gonyaulacysta pectinigera (GOCHT, 1970b) FENSOME, 1979 a un ambitus subpolygonal plutôt que circulaire et surtout une ornementation intratabulaire peu fournie.

Chez *Gonyaulacysta helicoidea* subsp. *tuberculata* (VOZZHENNIKOVA, 1967) LENTIN & WILLIAMS, 1973 l'ornementation tuberculée peut être dense, mais les septes sont relativement bas et à crête lisse.

Genre OCCISUCYSTA GITMEZ, 1970
emend. JAN DU CHENE, BECHELER et al., 1986

Espèce-type : *Occisucysta balios* GITMEZ, 1970 *emend.* JAN DU CHENE, BECHELER *et al.*, 1986.

Occisucysta duxburyi
JAN DU CHENE, BECHELER et al., 1986
pl. XXI, fig. 7-8 ; pl. XXVI, fig. 1

1958 *Gen.* et *sp.* indet. EISENACK: p. 398, pl. 21, fig. 2.
1974 *Gonyaulacysta* sp. DAVEY & VERDIER: p. 632, pl. 93, fig. 5 ; texte-fig. 7.
1986 *Occisucysta duxburyi* sp. nov. JAN DU CHENE, BECHELER, HELENES & MASURE: pp. 16-17, pl. 4, fig. 1-12 ; pl. 5, fig. 1-12 ; pl. 6, fig. 1-4 ; pl. 7, fig. 1-7.

Description : Kyste proximate, cornucavate (parfois suturocavate), dont le corps central est subsphérique à subpolyédrique, surmonté par une corne apicale formée par le périphragme seul. Cette corne est subconique, à base large et relativement haute, pouvant atteindre 1/3 du diamètre équatorial du corps central. La paroi est fine et constituée d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à scabre, parfois vermiculé. Ce dernier développe seul des septes parasuturaux bas, entiers, à crête lisse à ondulée. Les franges paracingulaires sont entières et plus hautes que les septes parcourant le reste du kyste. Elles présentent des crêtes densément et régulièrement dentelées.

Les kystes de cette espèce se présentent souvent en vue polaire. La paratabulation, soulignée par les septes parasuturaux, est gonyaulacoïde : 2pr, 4', 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, 5s. Le parasulcus est composé de 5 paraplaques généralement mal délimitées. L'archéopyle est précingulaire, de type $2P_{(2"+3")}$; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 70(73)75 µm ; longueur du corps central = 52(56)59 µm ; largeur totale du kyste = 65(73)84 µm ; largeur du corps central = 49(57)68 µm ; longueur de la corne apicale = 12(14)15 µm ; hauteur des septes = 2(8)10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Pour les différences entre *Occisucysta duxburyi* et *Occisucysta tentoria* DUXBURY, 1977 *emend.* JAN DU CHENE, BECHELER *et al.*, 1986, se reporter à JAN DU CHENE, BECHELER *et*

al. (1986, pp. 16-17) qui ont fait l'énumération complète de celles-ci. La différence la plus significative entre ces deux espèces réside dans les franges paracingulaires «non fenestrées entre le périphragme et l'endophragme [chez *O. duxburyi*] et dont les crêtes distales sont régulièrement dentelées». Chez *O. tentoria,* elles sont irrégulièrement dentelées (érymnates selon SARJEANT, 1982c, p. 940, fig. 6) et fenestrées.

En vue polaire, *Rhynchodiniopsis fimbriata* (DUXBURY, 1980) SARJEANT, 1982b peut ressembler à *O. duxburyi* mais chez *R. fimbriata* les septes paracingulaires sont fimbriés. De plus, chez *Rhynchodiniopsis* l'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$, alors qu'il est de type 2P chez *Occisucysta.*

Occisucysta tentoria

DUXBURY, 1977

emend. JAN DU CHENE, BECHELER et al., 1986

pl. XXI, fig. 9

1977 *Occisucysta tentoria* sp. nov. DUXBURY: pp. 44-45, pl. 3, fig. 8-9 ; texte-fig. 16.
1986 *Occisucysta duxburyi* emend. JAN DU CHENE, BECHELER, HELENES & MASURE: p. 20, pl. 11, fig. 1-12; pl. 12, fig. 1-6.

Description : Kyste proximate, cornucavate (parfois suturocavate), dont le corps central est subsphérique à subpolyédrique, surmonté par une corne apicale formée par le périphragme seul. Cette corne est subconique, à base large et relativement haute, pouvant atteindre 1/3 du diamètre équatorial du corps central. La paroi est fine et constituée d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à scabre pouvant posséder quelques granules. Ce dernier développe seul des septes parasuturaux bas, à crête lisse à ondulée. Les franges paracingulaires sont fenestrées et plus hautes que les septes parcourant le reste du kyste. Elles présentent des crêtes densément et régulièrement dentelées.

Les kystes de cette espèce se présentent souvent en vue polaire. La paratabulation, soulignée par les septes parasuturaux, est gonyaulacoïde : 2pr, 4', 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, 5s. Le parasulcus est composé de 5 paraplaques généralement mal délimitées. L'archéopyle est précingulaire, de type $2P_{(2''+3'')}$; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Largeur totale du kyste = 75(82)89 µm ; largeur du corps central = 54(63)75 µm ; longueur de la corne apicale = 18 µm ; hauteur des septes = 4(8)11 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : Se reporter aux comparaisons concernant *Occisucysta duxburyi.*

Genre **OLIGOSPHAERIDIUM** DAVEY & WILLIAMS, 1966b

emend. DAVEY, 1982b

Espèce-type : *Oligosphaeridium complex* (WHITE, 1842) DAVEY & WILLIAMS, 1966b.

Oligosphaeridium ? asterigerum

(GOCHT, 1959) DAVEY & WILLIAMS, 1969

pl. XXI, fig. 10-11

1959 *Hystrichosphaeridium asterigerum* sp. nov. GOCHT: pp. 67-68, pl. 3, fig. 1 ; pl. 7, fig. 1-4.
? 1962 *Hystrichosphaeridium macrotubulum* sp. nov. NEALE & SARJEANT: pp. 452-455, pl. XX, fig. 7 ; texte-fig. 8a.
? 1962 *Hystrichosphaeridium vasiformum* sp. nov. NEALE & SARJEANT: p. 452, pl. XX, fig. 1 ; texte-fig. 8b.
[? 1966b *Oligosphaeridium macrotubulum* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 75].
[? 1966b *Oligosphaeridium vasiformum* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 74-75].
1969 *Oligosphaeridium ? asterigerum* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 5.

Remarques taxonomiques : Lorsqu'il propose la mise en synonymie d'*Oligosphaeridium vasiformum* (NEALE & SARJEANT, 1962) DAVEY & WILLIAMS, 1966b avec *O. ? asterigerum* [orthographié à tort *asterigium*], DUXBURY (1977, p. 45) ne discute que de la forme des processus, bien que le corps central d'*O. vasiformum* soit décrit comme étant densément perforé, alors qu'*O. ? asterigerum* a une surface lisse. Selon MCINTYRE & BRIDEAUX (1980, p. 21), *Oligosphaeridium ? macrotubulum* (NEALE & SARJEANT, 1962) DAVEY & WILLIAMS, 1966b est un synonyme junior d'*O. vasiformum* et par implication d'*O. ? asterigerum* (*cf.* DUXBURY, 1977, p. 45). Cependant, MCINTYRE & BRIDEAUX (*ibid.*) retiennent *O. vasiformum* comme une espèce distincte.

MEHROTRA & SARJEANT (1986, p. 718) acceptent la mise en synonymie proposée par DUXBURY (*ibid.*) et observent dans leur matériel des individus d'*O. ? asterigerum* avec un périphragme finement ponctué à lisse : ceci ne correspond pas au «densely perforate» de la diagnose originale d'*O. vasiformum.*

Nous suivons ici MCINTYRE & BRIDEAUX (*ibid.*) et LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 262), ne pouvant être que dubitatif en ce qui concerne la mise en synonymie d'*O. ? macrotubulum* et *O. vasiformum* avec *O. ? asterigerum.*

Description : Kyste skolochorate, acavate, intratabulate, dont le corps central est sphérique à subsphérique, avec une paroi double composée d'un endophragme lisse à microgranulaire et d'un périphragme lisse. Ces deux membranes sont fortement accolées l'une à l'autre excepté au niveau des processus que seul développe le périphragme. Chez les spécimens complets, une moyenne de 17 à 18 processus sont présents, les processus sulcaux pouvant être absents ou présents jusqu'au nombre de 3. Les processus sont intratabulaires centrés (1 par paraplaque) avec une hampe tubulaire ou subconique, plus ou moins effilée, de largeur relativement faible pour une longueur avoisinant les 3/4 du diamètre équatorial du corps central. Sur un même individu, les terminaisons distales des processus sont très variables ; elles peuvent être très étroites et s'évaser très brièvement ou s'évaser sur une plus longue distance. La première alternative reste cependant la plus fréquente. Dans tous les cas, de longues et fines épines (environ 1/3 de la longueur des processus) rayonnent perpendiculairement à l'axe du processus qui les porte. Il n'est pas rare d'observer quelques perforations sur la hampe des processus.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, indiquée par l'archéopyle et la position

intratabulaire des processus : 4', 6", 0c, 6'", 1p, 1"", 0-3s. L'archéopyle, apical de type [tA], montre une marge en zigzag avec une nette encoche parasulcale ; l'opercule est libre. Le paracingulum est dénué de processus. Le parasulcus présente 0 à 3 processus pleins, fins et distalement bifurqués ou branchus ; le processus parasulcal postérieur est le plus fréquemment représenté.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 105(110)119 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 65(72)76 µm ; longueur du corps central = 53(56)59 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 41(43)47 µm ; largeur totale du kyste = 105(111)118 µm ; largeur du corps central = 52(58)71 µm ; longueur des processus = 16(29)39 µm ; longueur des épines distales = 10(13)15.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Remarque : Voir la remarque pour *O. complex.*

Comparaisons : Chez *Oligosphaeridium* ? *asterigerum* les épines distales des processus sont plutôt régulièrement espacées, contrairement à *Oligosphaeridium complex* (WHITE, 1842) DAVEY & WILLIAMS, 1966b où de plus elles sont reliées par une sorte de palmure présentant une forte échancrure ou troncature en biseau.

Oligosphaeridium intermedium CORRADINI, 1973 développe des processus tubulaires plus larges, moins effilés et d'un diamètre beaucoup plus constant.

Oligosphaeridium complex

(WHITE, 1842) DAVEY & WILLIAMS, 1966b

fig. S.21 ; pl. XXII, fig. 1-2 ; pl. XXIII, fig. 5-6

1842 *Xanthidium tubiferum complex* subsp. nov. WHITE: p. 39, pl. IV, div. 3, fig. 11.
1848 *Xanthidium complexum* stat. nov. BRONN: p. 1375.
? 1895 *Geodia ? irregularis* sp. nov. MERRILL: p. 16, fig. 14.
1940 *Hystrichosphaeridium elegantulum* sp. nov. LEJEUNE CARPENTIER: p. b222, texte-fig. 11-12.
1946b *Hystrichosphaeridium complex* comb. nov. DEFLANDRE: p. 111.
[? 1964b *Hystrichosphaeridium irregulare* comb. nov. SARJEANT: p. 175].
1966b *Oligosphaeridium complex* comb. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 71, pl. 7, fig. 1-2 ; pl. 10, fig. 3 ; texte-fig. 14.
1970 *Oligosphaeridium cephalum* sp. nov. SAH, KAR & SINGH: p. 147, pl. 2, fig. 22-23 ; pl. 4, fig. 5-7.
[1981 *Hystrichosphaeridium speciale* nom. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 147 [nom. subst. pro *Hystrichosphaeridium irregulare* (MERRILL, 1895) ; non *Hystrichosphaeridium irregulare* POCOCK, 1962]].
1981 *Hystrichosphaeridium himalayense* sp. nov. MEHROTRA & SINHA: p. 152, pl. 1, fig. 7-9.

Remarques taxonomiques : L'holotype de *Geodia ? irregularis* MERRILL, 1895 est perdu, mais ce taxon est considéré comme synonyme junior de *Hystrichosphaeridium complex* par SARJEANT (1966a, p. 8). Lorsqu'en 1964, SARJEANT (1964b, p. 175) transfère *Geodia ? irregularis* dans le genre *Hystrichosphaeridium*, il crée un homonyme junior de *Hystrichosphaeridium irregulare* POCOCK, 1962 et crée ainsi une combinaison illégitime. Pour cette raison, LENTIN & WILLIAMS (1981, p. 147) rebaptisent ce taxon *Hystrichosphaeridium speciale.* Cette mise en synonymie de *H. speciale* avec *O. complex* n'est cependant pas prise en considération par LENTIN & WILLIAMS

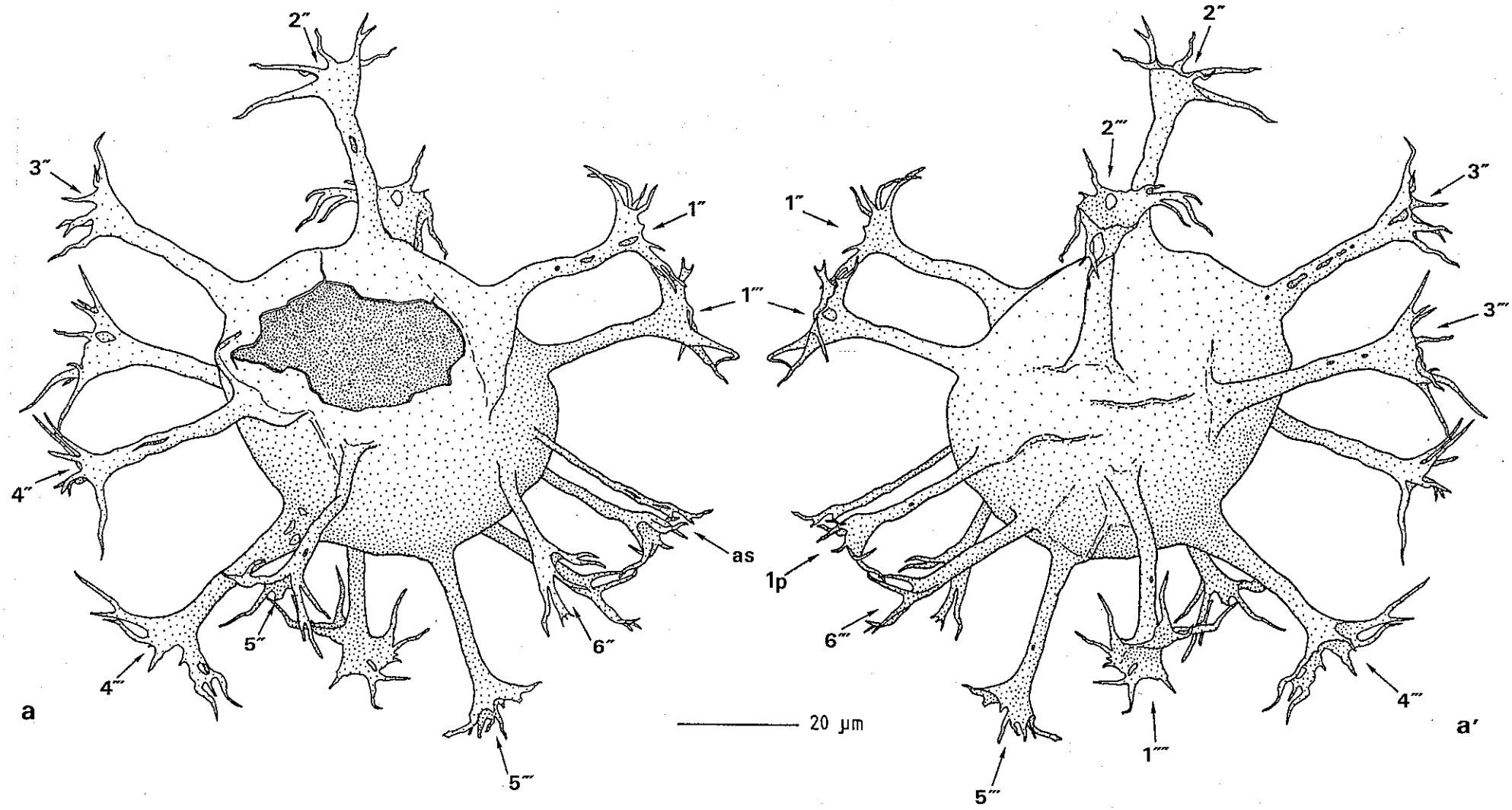


Fig. S.21 : *Oligosphaeridium complex* - Vues apicale (**a**) et antapicale (**a'**) montrant le schéma de la paratabulation chez un exemplaire qui présente quelques fenestrations sur les processus.

(1989, p. 188).

Description : Kyste skolochorate, acavate, intratabulate, dont le corps central est subsphérique avec une paroi double composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à finement granulaire. Ces membranes sont fortement accolées excepté au niveau des processus que seul développe le périphragme. Chez les spécimens complets, 18 processus sont présents (sans compter les processus sulcaux, qui peuvent être absents ou présents jusqu'au nombre de 3). Les processus, intratabulaires centrés (1 par paraplaque), ont une hampe tubulaire, de largeur variable avec une longueur à peu près uniforme pour un même individu, oscillant entre 1/2 et 3/4 du diamètre du corps central. Distalement, les processus sont ouverts et s'évasent légèrement en une sorte d'entonnoir plus ou moins échancré ou biseauté, palmé à digité et qui présentent parfois de rares fenestrations. Les digitations terminales peuvent montrer de légères bifurcations.

Les sutures des paraplaques n'étant pas visibles, seule la position des processus et la marge en zigzag de l'archéopyle indiquent la paratabulation, de type gonyaulacoïde : 4', 6", 0c, 6"', 1p, 1"", 0-3s (*cf.* fig. S.21). L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum est dénué de processus. Le parasulcus présente 0 à 3 processus pleins plutôt que tubulaires, fins et bifurqués distalement ; le processus parasulcal postérieur est le plus fréquemment représenté.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 92(109)123 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 64(67)84 µm ; longueur du corps central = 49(52)62 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 37(45)52 µm ; largeur totale du kyste = 73(97)123 µm ; largeur du corps central = 38(52)62 µm ; longueur des processus = 15(27)42 µm ; longueur des épines distales = 10(11)13 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 27.

Remarque : *O. complex* montre un très fort degré de variation dans la morphologie de ses processus. Dans bien des cas, la détermination spécifique est rendue difficile par la présence de formes intermédiaires entre *O. complex* et d'autres espèces du genre *Oligosphaeridium*, notamment *Oligosphaeridium ? asterigerum* et *Oligosphaeridium intermedium*. Ce phénomène a déjà été signalé par de nombreux auteurs : ALBERTI (1961, p. 35), MILLIOUD (1969, p. 431), CORRADINI (1973, pp. 143-144) ; HABIB (1975, p. 384), DAVEY (1982b, p. 14)...

Comparaisons : Chez *Oligosphaeridium ? asterigerum*, comme chez *Oligosphaeridium intermedium*, la partie distale des processus s'évase beaucoup moins que chez *O. complex*.

La présence régulière de fenestrations sur l'extrémité distale des processus d'*Oligosphaeridium pulcherrimum* (DEFLANDRE & COOKSON, 1955) DAVEY & WILLIAMS, 1966b permet de différencier cette espèce d'*O. complex*.

La présence de nombreuses fenestrations sur la hampe des processus d'*Oligosphaeridium diluculum* DAVEY, 1982b est également discriminante.

Oligosphaeridium dividuum

WILLIAMS, 1978

pl. XXII, fig. 4-5 ; pl. XXIII, fig. 4

1978 *Oligosphaeridium dividuum* sp. nov. WILLIAMS: p. 797, pl. 5, fig. 8.

Description : Kyste skolochorate, acavate, intratabulate, dont le corps central est subsphérique, avec une paroi composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses à scabres, étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont intratabulaires centrés (1 par paraplaque) avec une hampe tubulaire (sur le tiers ou la moitié proximale du processus). Le processus est ensuite branchu, et sa partie distale est évasée, chaque branche pouvant être subdivisée ou reliée à sa voisine par une sorte de palmure plus ou moins large. Les processus sont généralement creux et ouverts distalement mais peuvent parfois être pleins et fermés. Ils sont au nombre de 17 à 18 sur les spécimens complets.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, indiquée par la marge de l'archéopyle et la position intratabulaire des processus : 4', 6", 0c, 6"', 1p, 1"", 0-3s. L'archéopyle est apical, de type [tA]. Il montre une marge en zigzag avec une nette encoche parasulcale. L'opercule est composé et libre. Le paracingulum est dénué de processus. Le parasulcus présente 0 à 3 processus souvent pleins plutôt que tubulaires, fins et distalement bifurqués ou branchus ; le processus parasulcal postérieur est le plus fréquemment représenté.

Remarque : WILLIAMS (1978, p. 797) signale que plus d'un processus par paraplaque peuvent être présents. Cette anomalie pour le genre *Oligosphaeridium* n'a pas été observée ici.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 90(106)123 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 70 µm ; longueur du corps central = 48(44)63 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 41 µm ; largeur totale du kyste = 89(102)124 µm ; largeur du corps central = 48(53)59 µm ; longueur des processus = 16(27)39 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Les processus branchus, avec des ramifications formant la plus grande longueur du processus sont déterminants pour l'espèce *O. dividuum.*

Cymososphaeridium validum DAVEY, 1982b est une espèce très proche d'*O. dividuum* de par la forme très branchue de ses processus. Chez *C. validum,* les processus sont pleins, non tubulaires, et donc fermés distalement. Des formes intermédiaires, avec des hampes proximalement creuses, ont cependant été observées. La distinction alors très difficile a été faite sur la terminaison distale des processus, parfois palmée sur quelques processus chez *O. dividuum* alors que ce n'est jamais le cas chez *C. validum.*

Dans la remarque accompagnant la diagnose d'*Oligosphaeridium diluculum* DAVEY, 1982b, son inventeur dit (*op. cit.*, p. 14) que cette espèce «..se caractérise par ses processus profondément et irrégulièrement fourchus, et à base tubiforme..». Mais aucune comparaison n'est faite avec *O. dividuum* chez

qui ce caractère se retrouve souvent. Chez *O. dividuum* les processus ne présentent pas de fenestration à leur base et, d'après les illustrations du matériel-type, il semble que chez cette espèce les processus sont plus ramifiés que chez *O. diluculum*.

Oligosphaeridium intermedium

CORRADINI, 1973

1955b *Hystrichosphaeridium tubiferum* - VALENSI: p. 592, pl. 4, fig. 2 (uniquement).
1963 *Hystrichosphaeridium asterigerum* - GORKA: pp. 60-61, pl. VIII, fig. 7 ; texte-pl. VII, fig. 5.
1973 *Oligosphaeridium intermedium* sp. nov. CORRADINI: pp. 143-144, pl. 21, fig. 7 ; texte-fig. 6.

Oligosphaeridium cf. **intermedium**

CORRADINI, 1973

pl. XXII, fig. 3

1977 *Oligosphaeridium* ? *asterigerum* - DUXBURY: p. 45, pl. 6, fig. 3 (uniquement).
1984 *Oligosphaeridium prolixospinum* - SRIVASTAVA: p. 52, pl. 26, fig. 1-3.
1986 *Oligosphaeridium* ? *asterigerum* - MEHROTRA & SARJEANT: pp. 718-719, pl. 6, fig. 5-6 (uniquement).

Description : Kyste skolochorate, acavate, intratabulate, dont le corps central est sphérique à subsphérique, avec une paroi double composée d'un endophragme lisse à scabre et d'un périphragme lisse. Ces deux membranes sont fortement accolées l'une à l'autre excepté au niveau des processus que seul développe le périphragme. Chez les spécimens complets, environ 18 processus sont présents, les processus sulcaux pouvant être absents ou présents jusqu'au nombre de 3. Les processus sont intratabulaires centrés (1 par paraplaque) avec une hampe tubulaire parfois légèrement subconique, relativement large pour une longueur variant entre 1/2 et 3/4 du diamètre équatorial du corps central. Distalement, de longues et fines épines (jusqu'à 1/3 de la longueur des processus) rayonnent perpendiculairement à l'axe du processus qui les porte. Certains processus ne sont pas totalement tubulaires et présentent une sorte d'incision distale biseautée.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, indiquée par l'archéopyle et la position intratabulaire des processus : 4', 6", 0c, 6‴, 1p, 1⁗, 0-3s. L'archéopyle, apical de type [tA], montre une marge en zigzag avec une nette encoche parasulcale ; l'opercule est libre. Le paracingulum est dénué de processus. Le parasulcus présente 0 à 3 processus tubulaires ou pleins ; le processus parasulcal postérieur est le plus fréquemment représenté.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 65(83)100 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 46(54)60 µm ; largeur totale du kyste = 86(121)151 µm ; largeur du corps central = 50(64)77 µm ; longueur des processus = 17(28)49 µm ; largeur des processus = 4(8)15 µm ; longueur des épines distales = 7(11)16 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : Le matériel-type d'*O. intermedium* provient du Crétacé supérieur d'Italie. Malgré cette grande différence stratigraphique, les spécimens observés ici en sont morphologiquement très

proches et s'en distinguent par le fait que les processus ne sont pas tous rigoureusement tubulaires chez *O.* cf. *intermedium.*

Chez *O.* cf. *intermedium,* les épines distales des processus sont régulièrement espacées, contrairement à *Oligosphaeridium complex* où de plus elles sont reliées par une sorte de palmure présentant une forte échancrure ou troncature en biseau. Chez *O.* cf. *intermedium,* l'ouverture distale de chaque processus est perpendiculaire à sa hampe.

Oligosphaeridium prolixispinum DAVEY & WILLIAMS, 1966b a des processus plus fins et surtout un corps central nettement ellipsoïdal plutôt que subsphérique.

Chez *Oligosphaeridium buciniferum* CORRADINI, 1973, les processus sont buccinates, fortement élargis distalement avec une marge entière ou seulement parfois parcourue de très fines épines.

L'endophragme perforé d'*Oligosphaeridium vasiformum* (NEALE & SARJEANT, 1962) DAVEY & WILLIAMS, 1966b et ses processus relativement effilés distinguent cette espèce d'*O.* cf. *intermedium.*

Les processus d'*Oligosphaeridium totum* BRIDEAUX, 1971 subsp. *totum* et d'*Oligosphaeridium totum* subsp. *minus* (BRIDEAUX, 1971) LENTIN & WILLIAMS, 1973 sont buccinates avec une marge distale lisse à serrate. Ces deux espèces ne présentent pas de marge épineuse comme chez *O.* cf. *intermedium.*

Oligosphaeridium albertense (POCOCK, 1962) DAVEY & WILLIAMS, 1969 a des processus plus évasés avec des épines moins fines et non régulièrement réparties.

Oligosphaeridium poculum

JAIN, 1977b

pl. XXI, fig. 15-16

1977b *Oligosphaeridium poculum* sp. nov. JAIN: p. 181, pl. 1, fig. 1-3.

Description : Kyste skolochorate, acavate, intratabulate, dont le corps central est subsphérique avec une paroi composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses, étroitement accolées sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Ceux-ci sont intratabulaires centrés (1 par paraplaque), très courts, à hampe buccinate fortement évasée. La marge distale des processus a un contour subpolygonal avec une crête lisse à irrégulièrement découpée, avec parfois une très courte épine à chaque angle. Les processus sont ouverts distalement.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, reflétée par la marge découpée de l'archéopyle et la position intratabulaire des processus : 4', 6", 0c, 6"', 1p, 1"", ?s. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum est dénué de processus. Il n'a pas été possible de voir si le parasulcus possède des processus et si ceux-ci sont différenciés par rapport à ceux ornant le reste du kyste.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 47(54)66 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 42(47)62 µm ; largeur totale du kyste = 59(73)92 µm ; largeur du corps central =

50(58)81 µm ; longueur des processus = 4(9)18 µm ; largeur proximale des processus = 4(7)11 µm ; largeur distale des processus = 10(16)25 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Oligosphaeridium porosum* LENTIN & WILLIAMS, 1981 a également des processus courts et trapus, mais avec une hampe bien distincte et, contrairement à *O. poculum*, avec une partie distale digitée plutôt que lisse ou irrégulièrement découpée.

Oligosphaeridium albertense développe des processus distalement moins évasés et nettement plus longs.

Oligosphaeridium porosum
LENTIN & WILLIAMS, 1981
pl. XXI, fig. 14 ; pl. XXIII, fig. 1-2

1977b *Oligosphaeridium perforatum* sp. nov. JAIN: p. 181, pl. 1, fig. 5-7.
1981 *Oligosphaeridium porosum* nom. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 201 [nom. subst. pro *Oligosphaeridium perforatum* JAIN, 1977b ; non *Oligosphaeridium perforatum* (GOCHT, 1959) DAVEY & WILLIAMS, 1969].

Description : Kyste skolochorate, acavate, intratabulate, dont le corps central est subsphérique, avec une paroi composée d'un endophragme scabre à microgranulaire, et d'un périphragme lisse. Ces deux membranes sont fortement accolées l'une à l'autre sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Chez les spécimens complets, environ 18 processus sont présents. Ceux-ci sont intratabulaires centrés (1 par paraplaque), courts, à hampe tubulaire présentant distalement des digitations irrégulièrement ramifiées. Les processus sont relativement larges par rapport à leur longueur ; la longueur de la partie cylindrique (non digitée) de la hampe est généralement égale ou inférieure au diamètre de celle-ci.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est reflétée par la marge de l'archéopyle et la position intratabulaire des processus : 4', 6", 0c, 6"', 1p, 1"", 0-xs. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Le paracingulum est dénué de processus. Le parasulcus n'est pas toujours exprimé, mais des processus nettement plus étroits que les autres peuvent en émerger.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 61 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 47(51)55 µm ; longueur du corps central = 47 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 42(45)57 µm ; largeur totale du kyste = 62(70)79 µm ; largeur du corps central = 43(55)64 µm ; longueur des processus = 9(14)18 µm ; largeur proximale des processus = 4(6)10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Les processus très courts et trapus de cette espèce sont caractéristiques.

Oligosphaeridium poculum développe des processus encore plus courts, très évasés (moins de 10 µm de long pour une largeur distale allant jusqu'à 24 µm) avec une bordure distale lisse ou denticulée, mais non digitée.

Oligosphaeridium albertense possède des processus plus longs que ceux d'*O. porosum* et la marge distale est irrégulièrement découpée plutôt que digitée-ramifiée.

Genre **PERVOSPHAERIDIUM** YUN, 1981

Espèce-type : *Pervosphaeridium pseudhystrichodinium* (DEFLANDRE, 1937b) YUN, 1981.

Pervosphaeridium pseudhystrichodinium
(DEFLANDRE, 1937b) YUN, 1981
pl. XXI, fig. 4 ; pl. XXVI, fig. 3

?	1838	*Xanthidium hirsutum* ? sp. nov. EHRENBERG: pl. I, fig. XIII [*nomen nudum*].
non	1935	*Hystrichosphaera hirsuta* comb. nov. DEFLANDRE: p. 233, pl. IX, fig. 4.
	1937b	*Hystrichosphaeridium pseudhystrichodinium* sp. nov. DEFLANDRE: p. 73, pl. XV, fig. 3-4.
[?	1937b	*Hystrichosphaeridium hirsutum* comb. nov. DEFLANDRE: p. 78].
	1939	*Hystrichosphaeridium palmatum* sp. nov. DEFLANDRE & COURTEVILLE: pp. 101-102, pl. 3, fig. 1.
[?	1963	*Baltisphaeridium hirsutum* comb. nov. DOWNIE & SARJEANT: p. 91].
[	1963	*Baltisphaeridium palmatum* comb. nov. DOWNIE & SARJEANT: p. 91].
	1963	*Baltisphaeridium pseudhystrichodinium* comb. nov. DOWNIE & SARJEANT: p. 93.
[	1969	*Exochosphaeridium palmatum* comb. nov. DAVEY, DOWNIE, SARJEANT & WILLIAMS: p. 16].
	1969	? *Exochosphaeridium pseudhystrichodinium* comb. nov. DAVEY, DOWNIE, SARJEANT & WILLIAMS: pp. 16-17.
[?	1973	*Operculodinium hirsutum* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 102].
	1981	*Pervosphaeridium pseudhystrichodinium* comb. nov. YUN: p. 29.

Remarques taxonomiques : Ayant eu la possibilité de comparer les holotypes et les paratypes de *Hystrichosphaeridium striolatum* DEFLANDRE, 1937b (actuellement sous *Coronifera*) et de *Hystrichosphaeridium pseudhystrichodinium* (maintenant sous *Pervosphaeridium*), YUN (1981, p. 30) dénigre le fait que *H. striolatum* puisse être mis en synonymie avec *Xanthidium hirsutum* ?. Compte tenu de la similitude morphologique des processus de *X. hirsutum* ? et de *H. pseudhystrichodinium,* il met en synonymie ces deux derniers taxons.

De son côté, SARJEANT (1984c, pp. 131-133) retrace l'historique de *X. hirsutum* ? et conclue à la mise en synonymie de ce taxon avec *Coronifera striolata* (DEFLANDRE, 1937b) STOVER & EVITT, 1978. Ce dernier point de vue semble être celui adopté par LENTIN & WILLIAMS (1989).

Description : Kyste skolochorate, acavate, dont le corps central est ellipsoïdal. La paroi, d'aspect rugueux, est composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. L'endophragme est relativement épais, microgranulaire à irrégulièrement granulaire et présente quelques microperforations. Le périphragme est fin, lisse à scabre. Une bosse apicale formée par l'endophragme est parfois présente.

Les processus sont non tabulaires. Leur nombre est variable d'un individu à l'autre, avec une répartition généralement pas très dense. Ils sont modérément longs (environ 1/4 du diamètre équatorial du corps central), effilés, à base plus ou moins large et distalement tronqués ou légèrement capités. Certains sont plats, larges et distalement bifides. Ils sont tous creux et fermés distalement.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, de formule non déchiffrée. L'archéopyle est

précingulaire de type 2P ; l'opercule, libre et composé, est constitué de 2 pièces operculaires qui se séparent l'une de l'autre. Les paraplaques concernées n'ont pas pu être identifiées ici mais correspondent probablement aux paraplaques 3" et 4" (*cf.* STOVER & WILLIAMS, 1987, p. 176).

Dimensions : Longueur totale du kyste = 69(81)98 µm ; longueur du corps central = 50(58)71 µm ; largeur totale du kyste = 62(73)82 µm ; largeur du corps central = 43(47)54 µm ; longueur des processus = 7(12)18 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Outre un archéopyle de type P plutôt que 2P, *Coronifera striolata* possède des processus distalement ou médialement multifurqués et jamais tronqués ni capités distalement, mais uniquement acuminés.

Chez *Exochosphaeridium* ? *spinosum* (WHITE, 1842) DAVEY, 1969a, les processus sont plus longs (près de 1/2 diamètre équatorial du corps central), plus effilés et simples.

La paroi de *Pervosphaeridium truncatum* (DAVEY, 1969a) BELOW, 1982c est typiquement fibreuse, avec des fibres qui s'étendent à la base des processus.

Pervosphaeridium monasteriense YUN, 1981 ressemble à *P. pseudhystrichodinium* mais en diffère par des rides supplémentaires et la structure différente des processus : ceux-ci sont simples, élancés et distalement tronqués, s'élargissant nettement juste avant leur terminaison distale.

Genre **PROTOELLIPSODINIUM** DAVEY & VERDIER, 1971

Espèce-type : *Protoellipsodinium spinocristatum* DAVEY & VERDIER, 1971.

Protoellipsodinium touile BELOW, 1981a
subsp. **mugatae** BELOW, 1981a
pl. XXII, fig. 6-7

1971 *Baltisphaeridium fimbriatum* - CH. SINGH: p. 394-395, pl. 73, fig. 4-5.
? 1974 *Protoellipsodinium spinosum* - DAVEY: p. 60, pl. 66, fig. 6.
? 1979c *Protoellipsodinium spinosum* - DAVEY: pl. IV, fig. 9.
1981a *Protoellipsodinium touilis* subsp. *mugatais* nov. BELOW: p. 112, pl. 11, fig. 8, 17 ; pl. 15, fig. 15-16 ; texte-fig. 71.

Description : Kyste proximochorate, skolochorate, acavate, dont le corps central est ellipsoïdal. La paroi est composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à scabre, étroitement accolés l'un à l'autre sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont nombreux, densément répartis sur toute la surface du kyste. Ils sont fins, lisses, relativement courts (environ 1/7 du diamètre équatorial du corps central) et pleins. Distalement, ils sont acuminés, à peine bifides ou légèrement capités. Ces différents types de processus se rencontrent simultanément sur un même individu. Les processus sont généralement isolés les uns des autres, mais des groupes de 2 à 3 processus peuvent se former, les processus étant alors reliés à leur base par de très basses rides.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, exprimée uniquement par l'archéopyle de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple et libre. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 42(46)53 µm ; longueur du corps central = 33(38)43 µm ; largeur totale du kyste = 34(39)46 µm ; largeur du corps central = 27(32)37 µm ; longueur des processus = 2(4)6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : BELOW (1981a, p. 111) décrit pour *Protoellipsodinium touile* subsp. *touile* un corps central moins anguleux que chez *P. touile* subsp. *mugatae* et portant des processus simples jamais bifides distalement.

P. touile subsp. *mugatae* se distingue de *Protoellipsodinium seghire* BELOW, 1981a par ses processus épineux. Ils sont distalement arrondis (évexates), non acuminés et plus courts chez *P. seghire.*

Les processus de *Protoellipsodinium spinosum* DAVEY & VERDIER, 1971 sont nettement plus nombreux et plus courts.

La différence avec les espèces du genre *Operculodinium* WALL, 1967 se fait à partir du corps central qui est rond chez *Operculodinium* et ellipsoïdal chez *Protoellipsodinium.*

Genre **PTERODINIUM** EISENACK, 1958

Espèce-type : *Pterodinium aliferum* EISENACK, 1958 *emend.* SARJEANT, 1985a.

Remarque taxonomique : JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, pp. 208, 273) ne prennent pas en compte les amendations de YUN (1981, p. 12) et de SARJEANT (1985a, p. 70-72) pour le genre *Pterodinium* ; leur point de vue est ici adopté.

Pterodinium cingulatum subsp. **cingulatum**
(O. WETZEL, 1933b) BELOW, 1981a
fig. S.22 ; pl. XXII, fig. 13 ; pl. XXIII, fig. 3

1933b *Cymatiosphaera cingulata* sp. nov. O. WETZEL: p. 28, pl. IV, fig. 10.
1955 *Hystrichosphaera cingulata* comb. nov. DEFLANDRE-RIGAUD: p. 20. [*nomen nudum*].
1955 *Hystrichosphaera cingulata* comb. nov. DEFLANDRE & COOKSON: p. 267, pl. 6, fig. 4-5.
1967 *Hystrichosphaera cingulata* var. *cingulata* nov. CLARKE & VERDIER: p. 45, pl. 8, fig. 9-10. [autonyme].
1970 *Spiniferites cingulatus* comb. nov. SARJEANT: p. 76.
1973 *Spiniferites cingulatus* subsp. *cingulatus* stat. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 127. [autonyme].
1981a *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum* comb. nov. BELOW: p. 114, pl. 9, fig. , 10, 12-13, 15 ; texte-fig. 74-75.

Remarques taxonomiques : En 1954, DEFLANDRE (p. 258) exclut *Cymatiosphaera cingulata* O. WETZEL, 1933b du genre *Cymatiosphaera*, mais ne précise pas dans quel genre il transfère ce taxon.

Spiniferites ? *crassimuratus* (DAVEY & WILLIAMS, 1966a) SARJEANT, 1970 a été mis en

synonymie avec *Spiniferites* ? *pterotus* (COOKSON & EISENACK, 1958) SARJEANT, 1970 par KJELLSTRÖM (1973, p. 44). BELOW (1981a, p. 114) considère *S.* ? *pterotus* comme un synonyme junior de *P. cingulatum* subsp. *cingulatum*, mais n'inclut pas *S. crassimuratus* à sa liste synonymique de *P. cingulatum* subsp. *cingulatum*. D'après les descriptions et illustrations originales de *Hystrichosphaera crassimurata* DAVEY & WILLIAMS (p. 39, pl. 1, fig. 11) et *Cymatiosphaera pterota* COOKSON & EISENACK, 1958 (p. 50, pl. XI, fig. 7), je pense que ces deux formes sont effectivement conspécifiques, mais à mettre en synonymie avec *Pterodinium cingulatum* subsp. *intermedium* (COOKSON & EISENACK, 1974) BELOW, 1981a plutôt qu'avec *P. cingulatum* subsp. *cingulatum*.

Le point de vue de BELOW (1981a, p. 114) n'est donc que partiellement adopté ici, puisque *S.* ? *pterotus* est bien considéré comme synonyme junior de *P. cingulatum*, mais de la sous-espèce *intermedium* et non pas de la sous-espèce *cingulatum*.

Description : Kyste proximate, à corps central subsphérique, dont la paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme fins et lisses. Ce dernier développe seul des septes parasuturaux membraneux, à base étroite et distalement non déprimés (excepté les septes séparant les paraplaques cingulaires, qui ont eux, une bordure concave). La crête des septes est finement et régulièrement serrate. Leur hauteur varie entre 1/5 et 1/7 du diamètre équatorial du corps central et reste à peu près constante sur un même individu.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, indiquée par les septes : 3-4', 6'', 6c, 6''', 1p, 1'''', as, 0-1ps. Le paracingulum est étroit et décalé d'environ 1 fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Celui-ci est droit et partiellement subdivisé (fig. S.22).

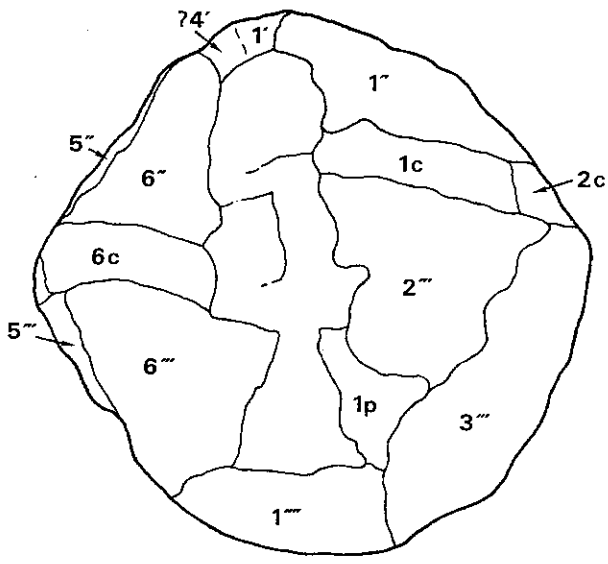


Fig. S.22 : *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum* - Vue ventrale schématique montrant la paratabulation au niveau du parasulcus.

Remarque : Aucune fourche, même peu développée n'apparaît aux points de jonction des septes. Le spécimen du Cénomanien d'Angleterre illustré par CLARKE & VERDIER (1967, pl. 8, fig. 9) semble tout à fait correspondre à ceux observés dans l'Hauterivien vocontien.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 41(47)55 µm ; longueur du corps central = 36(41)46 µm ; largeur totale du kyste = 43(48)53 µm ; largeur du corps central = 33(40)43 µm ; Hauteur des septes = 2(5)8 µm.

Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : *P. cingulatum* subsp. *cingulatum* se différencie des autres sous-espèces de *P. cingulatum* par son ornementation lisse et l'absence de furcation à la jonction de ses septes.

La diagnose originale de *Pterodinium* ? *makropterus* (COOKSON & EISENACK, 1982, pp. 47-48, pl. 7, fig. 1-3) LENTIN & WILLIAMS, 1985 est succincte, mais il semble que le paracingulum de cette espèce n'est indiqué que par une seule frange cingulaire. La paratabulation n'étant pas connue précisément, ce caractère est actuellement le seul permettant de distinguer *P.* ? *makropterus* de *P. cingulatum* subsp. *cingulatum*.

Chez *Pterodinium aliferum* EISENACK, 1958 *emend.* SARJEANT, 1985a, les septes sont convexes, à crêtes irrégulièrement découpée (non pas lisse ou serrate) et le parasulcus est entièrement subdivisé.

Pterodinium ? cornutum

COOKSON & EISENACK, 1962b

1962b *Pterodinium cornutum* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 490, pl. 3, fig. 1-4.
[1981 *Gonyaulacysta cornuta* comb. nov. YUN: p. 10].

Remarques taxonomiques : STOVER & EVITT (1978, p. 183) considèrent cette espèce comme provisoirement acceptée dans le genre *Pterodinium* car la paratabulation ventrale n'est pas connue en détail. Ces auteurs laissent l'espèce *cornutum* dans *Pterodinium* tant que la paratabulation n'a pas été éclaircie, mais voient la possibilité pour *P.* ? *cornutum* d'être placé dans le complexe *Pterodinium cingulatum* (O. WETZEL, 1933b) BELOW, 1981a.

La paratabulation de l'aire ventrale n'étant toujours pas éclaircie, JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, p. 274) rejettent le transfert proposé par YUN (1981, p. 10) ; la révision de l'holotype de *P.* ? *cornutum* étant souhaitable avant toute nouvelle attribution générique.

Pterodinium ? cf. **cornutum**

COOKSON & EISENACK, 1962b

pl. XXII, fig. 8-9, 12

Description : Kyste proximate, à corps central ovoïde, dont la paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme fins et lisses. Ce dernier développe seul une corne apicale et des septes parasuturaux ; il est difficile de dire si la corne apicale est creuse et si elle est distalement fermée ou ouverte. Il semble toutefois qu'elle soit creuse et ouverte distalement avec une extrémité irrégulièrement dentelée. Sa longueur oscille entre 1/5 et 1/7 du diamètre équatorial du corps central. Les septes sont nombreux, à base étroite et avec une crête très irrégulièrement découpée ou parfois presque lisse, ceci souvent sur un même individu. De très rares fenestrations peuvent être présentes sur les septes. La hauteur des septes varie entre 1/5 et 1/8 du diamètre équatorial du corps central.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée par les septes parasuturaux. Celle observée ici est identique à celle décrite par BELOW (1981a, p. 115) pour *P.* ? *cornutum* : 3'-4', 6",

6c, 6''', 1p, 1'''', as, 0-1ps. Le paracingulum est décalé de 1 à 1,5 fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Celui-ci est droit et partiellement subdivisé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 47(48)52 µm ; longueur du corps central = 37(40)44 µm ; largeur totale du kyste = 46(48)53 µm ; largeur du corps central = 31(36)46 µm ; longueur de la corne apicale = 2(5)7 µm ; hauteur des septes = 3(4)6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Les dimensions des endokystes de *P.* ? cf. *cornutum* apparaissent plus petites que celles du matériel-type de *P.* ? *cornutum* (52-62 x 48-58 µm) ainsi que celles observées par BELOW (*ibid.*) (54-57 x 44-54 µm). De plus, la corne apicale n'est pas aussi cylindrique chez *P.* ? cf. *cornutum* que chez *P.* ? *cornutum.*

D'après son inventeur, *Pterodinium eisenackii* JAIN 1977b (p. 178) diffère de *P.* ? *cornutum* par sa paratabulation nette avec 5 paraplaques cingulaires.
Chez *Gonyaulacysta cretacea* (NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1969 les bordures des septes sont régulièrement dentelées et la corne apicale est également constituée par une partie de l'endophragme, alors que la bordure des septes est découpée d'une façon très irrégulière chez *P.* ? cf. *cornutum.*

Pterodinium sp. **A**
fig. S.23 ; pl. XXII, fig. 10-11

Remarque taxonomique : Cette forme est attribuée au genre *Pterodinium* du fait de sa similitude morphologique avec *Pterodinium cingulatum.* La paraplaque 6" apparaît subtriangulaire, montrant un contact avec la paraplaque 1' réduit, ce qui exclut son attribution au genre *Leptodinium* KLEMENT, 1960 *emend.* STOVER & EVITT, 1978[1].

Description : Kyste proximate, de petite taille, dont le corps central est ovoïde. La paroi est composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme lisse à scabre qui développe seul des septes parasuturaux. Ceux-ci sont membraneux, à base étroite et à crête irrégulièrement découpée, présentant quelques fenestrations. Leur hauteur oscille entre 1 et 6 µm.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée par les septes : 4', 6", xc, 6''', 1p, 1''''. La limite entre les paraplaques 1' et 4' est franche ; celle entre la paraplaque 6" et le parasulcus est absente. Le paracingulum est rarement et mal subdivisé. Il est décalé d'environ 1 à 1,5 fois sa hauteur au niveau du parasulcus. Ce dernier est droit et non subdivisé. La paraplaque 6''' est réduite.

Dimensions : Longueur du corps central = 42 µm ; largeur du corps central = 35(37)40 µm ; hauteur des septes = 1(4)6 µm.

---

[1] Suivant JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, pp. 208, 273), l'amendation de SARJEANT (1982b, p. 37-38) au genre *Leptodinium* n'est pas prise en compte.

Nombre de spécimens mesurés = 2.

Comparaisons : Les septes irrégulièrement découpés et fenestrés, l'ornementation ventrale particulière et le paracingulum rarement divisé différencient cette forme des espèces des genres *Impagidinium* STOVER & EVITT, 1978 et *Leptodinium* et des autres espèces du genre *Pterodinium*.

L'illustration et la description originales de *Pterodinium striatum* (CLARKE & VERDIER, 1967, pp. 31-32, pl. 4, fig. 11-13 ; pl. 5, fig. 15 ; texte-fig. 12) YUN, 1981 rappellent *Pterodinium* sp. A, mais chez *P. striatum* le paracingulum est bien différencié et les septes sont légèrement striés et non perforés.

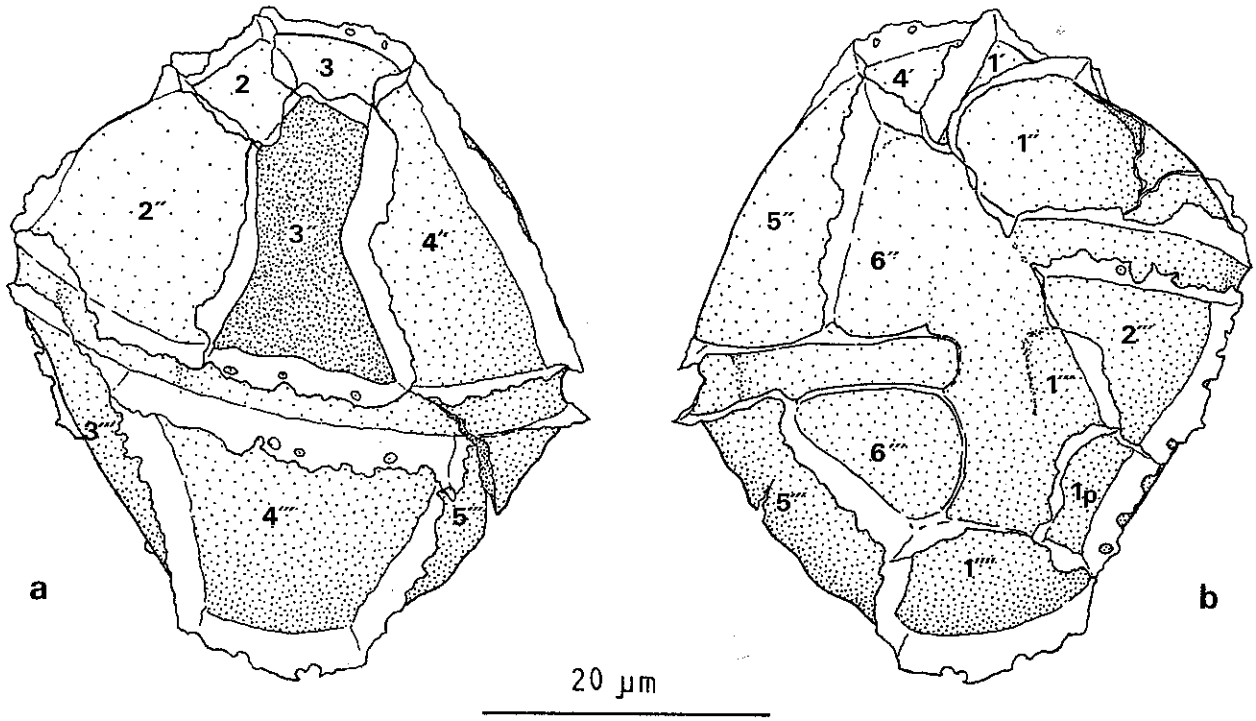


Fig. S.23 : *Pterodinium* sp. A - Vues dorsale (**a**) et ventrale (**b**) montrant le schéma de la paratabulation.

Genre **RHYNCHODINIOPSIS** DEFLANDRE, 1935
emend. SARJEANT, 1982b emend. JAN DU CHENE, FAUCONNIER & FENTON, 1985

Espèce-type : *Rhynchodiniopsis aptiana* DEFLANDRE, 1935 *emend.* SARJEANT, 1982b.

Rhynchodiniopsis aptiana
DEFLANDRE, 1935 emend. SARJEANT, 1982b
pl. XXIII, fig. 10 ; pl. XXIV, fig. 1-2

1935 *Rhynchodiniopsis aptiana* sp. nov. DEFLANDRE: p. 19, pl. V, fig. 10 ; pl. VIII, fig. 7-10.
1969 *Gonyaulacysta aptiana* comb. nov. MILLIOUD: p. 428.
1982b *Rhynchodiniopsis aptiana* emend. SARJEANT: pp. 36-37, pl. 9, fig. 1-6 ; pl. 10, fig. 1-6.

Remarque taxonomique : La mise en synonymie de *Rhynchodiniopsis aptiana* avec *Rhynchodiniopsis fimbriata* (DUXBURY, 1980) SARJEANT, 1982b proposée par BELOW (1981a, p. 118) [alors sous *Gonyaulacysta*] n'est pas acceptée.

Description : Kyste proximate, acavate, de contour subpolygonal, surmonté par une corne apicale proéminente. L'épikyste est subconique alors que l'hypokyste est, en vue latérale, trapézoïdal à subhémisphérique et d'environ la même taille que l'épikyste.

La paroi est constituée d'un autophragme seul qui selon JAN DU CHENE, MASURE *et al.* (1986, p. 286) serait un autophragme différencié, *sensu* EVITT (1985, p. 67, fig. 4.2 F) et dont les expansions seraient à l'origine du "péricœle" apical, donnant un aspect cornucavate au kyste. Cet autophragme présente une surface microgranulaire à papilleuse.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est indiquée par des septes parasuturaux : 2pr, 4', 1-2a, 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, as, ras, rs, ls, ps.

Les septes sont surtout bien développés dans les régions cingulaire et parfois antapicale. Ils sont épineux -"aliformes dentelés" selon DEFLANDRE (1936a, p. 181)-. Les épines sont nettement plus longues lorsqu'elles sont en position gonale ; ce phénomène apparaît particulièrement aux angles des paraplaques paracingulaires et des paraplaques antapicales. Ventralement et dans la partie apicale, les septes apparaissent très souvent réduits jusqu'à former de basses rides parfois surmontées d'appendices tronqués.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 87(109)117 µm ; longueur du corps central = 71(89)98 µm ; largeur totale du kyste = 80(99)119 µm ; largeur du corps central = 69(80)92 µm ; longueur de la corne apicale = 11(14)16 µm ; hauteur des septes = 2(5)11 µm ; longueur des épines gonales = 4(9)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : *Rhynchodiniopsis fimbriata* se distingue de *R. aptiana* par ses septes paracingulaires très largement fenestrés.

Chez *Rhynchodiniopsis cladophora* (DEFLANDRE, 1938b) BELOW, 1981a les processus ornant les septes parasuturaux sont bien individualisés et régulièrement espacés.

Rhynchodiniopsis fimbriata
(DUXBURY, 1980) SARJEANT, 1982b

1980 *Gonyaulacysta fimbriata* sp. nov. DUXBURY: p. 123, pl. 1, fig. 1-3.
1982b *Rhynchodiniopsis fimbriata* comb. nov. SARJEANT: pp. 35.

Rhynchodiniopsis cf. **fimbriata**
(DUXBURY, 1980) SARJEANT, 1982b
pl. XXIII, fig. 11 ; pl. XXIV, fig. 3-4

1984 *Rhynchodiniopsis fimbriata* - SRIVASTAVA: p. 57, pl. 28, fig. 6-8 ; pl. 29, fig. 1-9.
1989 *Rhynchodiniopsis fimbriata* - POURTOY: pp. 170-171, pl. 13, fig. 3-4.

Description : Kyste proximate, acavate, de contour subpolygonal, surmonté par une corne apicale proéminente. L'épikyste est subconique alors que l'hypokyste est, en vue latérale, trapézoïdal à subhémisphérique et d'environ la même taille que l'épikyste. La paroi est constituée d'un autophragme différencié dont les expansions seraient à l'origine du "péricœle" apical, donnant un aspect cornucavate au kyste. Cet autophragme présente une surface microgranulaire à granulaire.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est indiquée par des septes parasuturaux : 2pr, 4', 1-2a, 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, as, ras, rs, ls, ps. Les septes sont surtout bien développés dans les régions paracingulaire et parfois antapicale. Ils sont irrégulièrement fenestrés à érymnates (*cf.* pl. XXIII, fig. 11 ; pl. XXIV, fig. 3-4). Des épines gonales plus hautes que les septes sont présentes, particulièrement aux angles des paraplaques paracingulaires et antapicale.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 109(111)112 µm ; longueur du corps central = 84(87)91 µm ; largeur totale du kyste = 105(113)124 µm ; largeur du corps central = 87(93)98 µm ; longueur de la corne apicale = 12(15)20 µm ; hauteur des septes = 5(7)10 µm ; longueur des épines gonales = 10(12)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : Cette forme est intermédiaire entre *R. aptiana* et *R. fimbriata* : elle se rapproche de la première espèce par sa structure générale et ses épines gonales et de la seconde par ses septes fenestrés. Le fait que ceux-ci soient érymnates plutôt que fimbriés et à crête non lisse comme dans le matériel-type de *R. fimbriata* distingue *R.* cf. *fimbriata* de *R. aptiana* et *R. fimbriata.*

Genre SENTUSIDINIUM SARJEANT & STOVER, 1978

Espèce-type : *Sentusidinium rioultii* (SARJEANT, 1968) SARJEANT & STOVER, 1978.

Sentusidinium sp. **A**

pl. XXIV, fig. 5 ; pl. XXVI, fig. 2

Description : Kyste proximate, skolochorate, acavate, subsphérique, dont la paroi est constituée d'un autophragme d'épaisseur modérée, lisse, scabre à microgranulaire. De nombreux processus sont densément et uniformément répartis sur toute la surface du kyste. Ils sont fins, lisses, courts (environ 1/12 du diamètre équatorial du corps central), pleins, distalement acuminés, arrondis (évexates ou corinates) ou à peine capités. Certains, rares, sont très légèrement bifides. Ces différents types de processus se rencontrent simultanément sur un même individu. Leur hampe est cylindrique à tronconique. Les processus sont bien isolés les uns des autres.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, exprimée uniquement par l'archéopyle apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Ni le paracingulum ni le parasulcus ne sont exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 41(42)44 µm ; longueur totale du kyste sans l'opercule = 32(34)36 µm ; longueur du corps central = 35(36)37 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 30(31)33 µm ; largeur totale du kyste = 39(43)47 µm ; largeur du corps central = 33(38)42 µm ; longueur des processus = 1(3)5 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Espèce la plus semblable, *Sentusidinium echinatum* (GITMEZ & SARJEANT, 1972) SARJEANT & STOVER, 1978 du Kimméridgien d'Angleterre et de France, a une taille plus grande (longueur = 45-90 µm ; largeur = 40-80 µm) avec des processus plus courts (1,5-2,5 µm) et encore plus denses que chez *Sentusidinium* sp. A.

Egalement proche, *Sentusidinium villersense* (SARJEANT, 1968) SARJEANT & STOVER, 1978 possède un processus antapical typiquement plus court et plus large que les autres. Le paracingulum et le parasulcus sont remarquables par l'absence de processus.

Chez *Sentusidinium brevispinosum* COURTINAT, 1980, les processus sont nettement plus courts (0,8-3,2 µm) et le paracingulum est indiqué par un alignement de processus.

Sentusidinium capillatum (DAVEY, 1975) LENTIN & WILLIAMS, 1981 a des processus qui présentent un épaississement à leur base donnant un aspect tuberculé à la surface du kyste. La taille de cette espèce (diamètre = 46(57)63 µm) est plus grande que celle de *Sentusidinium* sp. A.

Le paracingulum de *Sentusidinium cuculliforme* DAVIES, 1983 est marqué par une bande soit dénuée de processus soit développant des processus plus courts. La base des processus est parfois coalescente.

La paroi inframicroréticulée de *Sentusidinium eisenackii* (BOLTENHAGEN, 1977) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ainsi que sa taille plus grande (diamètre sans processus = 72(79)84 µm) distinguent cette espèce de *Sentusidinium* sp. A.

Egalement de taille plus grande (longueur = 52(61)70 µm ; largeur = 35(56)65 µm), *Sentusidinium filiatum* DAVIES, 1983 se démarque de *Sentusidinium* sp. A par ses processus plus longs (2,5-7,5 µm) et disposés de façon plus dense.

Chez *Sentusidinium aptiense* (BURGER, 1980a) BURGER, 1980b, la surface du kyste est finement microgranulaire et les processus sont creux.

Sentusidinium ? *neophytensum* (IOANNIDES *et al.*, 1977) SARJEANT & STOVER, 1978 a une forme ovoïde, un processus apical plus long, un paracingulum et un parasulcus parfois vaguement indiqués.

Sentusidinium rioultii a des dimensions plus grandes (longueur du corps central sans l'opercule = 45-57 µm ; largeur du corps central = 44,5-57 µm), des processus proportionellement plus longs (longueur des processus / diamètre du corps central = 1/9 à 1/5) ainsi qu'un paracingulum et un parasulcus dénués de processus.

Genre **SPINIFERITES** MANTELL, 1850
emend. SARJEANT, 1970

Espèce-type : *Spiniferites ramosus* (EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966 subsp. *ramosus*.

Spiniferites cornutus
(GERLACH, 1961) SARJEANT, 1970
subsp. **laevimurus**
(DAVEY & WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973
pl. XXIV, fig. 7-8

1966a *Hystrichosphaera cornuta* var. *laevimura* nov. DAVEY & WILLIAMS: pp. 44-45, pl. 4, fig. 5.
1973 *Spiniferites cornutus* subsp. *laevimurus* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 127.
1974 *Spiniferites cornutus* var. *crassifurcatus* nov. COOKSON & EISENACK: p. 63, pl. 22, fig. 9.
1974 *Spiniferites cornutus* var. *normalis* nov. COOKSON & EISENACK: p. 62, pl. 23, fig. 5.
[1977b *Spiniferites cornutus* subsp. *crassifurcatus* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 150].
[1977b *Spiniferites cornutus* subsp. *normalis* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 150].

Description : Kyste chorate, spiniférate, à corps central ellipsoïdal à subpolyédrique arrondi dont la paroi est composée d'un endophragme épais et d'un périphragme fin, tous les deux lisses. Les deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre, excepté au niveau des septes et des processus que seul développe le périphragme. Un processus apical élevé s'individualise nettement, avec une longueur de l'ordre de 1/6 du diamètre équatorial du corps central. Les processus sont gonaux et intergonaux (1 à 2 parfois 3 processus intergonaux entre 2 processus gonaux). Les processus sont pleins, coniques, de section subcirculaire à subtriangulaire, élancés et distalement fourchus. Les processus gonaux sont distalement trifides, chaque trifurcation pouvant être à son tour brièvement bifide ; les suturaux sont bifides puis à nouveau bifides. En règle générale, les processus suturaux sont moins longs que les processus gonaux, et parmi ces derniers, les antapicaux peuvent être légèrement plus longs et plus robustes. Proximalement, les processus sont reliés entre eux par des septes à crête lisse.

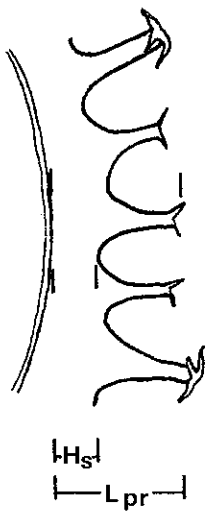


Fig. S.24 : Position des mesures de la hauteur des septes et de la longueur des processus pour les espèces du genre *Spiniferites* possédant des septes élevés :

H_S = hauteur des septes,
L_{pr} = longueur des processus.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée à la fois par les processus gonaux et les septes parasuturaux : 3'-4', 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, ?0s. Le paracingulum est bien marqué, relativement étroit, et certains de ses septes transversaux peuvent être très développés. Le parasulcus

ne semble pas subdivisé. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple, libre et réduit.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 54(60)68 µm ; longueur du corps central = 43(48)54 µm ; largeur totale du kyste = 46(50)54 µm = largeur du corps central = 36(40)47 µm ; longueur des processus = 4(6)11 µm ; hauteur des septes = 1-2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : Voir les clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

Spiniferites dentatus
(GOCHT, 1959) LENTIN & WILLIAMS, 1973
emend. DUXBURY, 1977
pl. XXIV, fig. 6 ; pl. XXVI, fig. 4-5

1959 *Hystrichosphaera ? dentata* sp. nov. GOCHT: pp. 75-76, pl. 4, fig. 11 ; pl. 7, fig. 19.
1973 *Spiniferites ? dentatus* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 128.
1977 *Spiniferites dentatus* emend. DUXBURY: pp. 49-50, pl. 4, fig. 5-9.

Remarque taxonomique : GOCHT (1959, pp. 75-76) place provisoirement l'espèce *dentata* dans le genre *Hystrichosphaera* O. WETZEL, 1933b parce qu'il ne reconnaît pas la position du paracingulum. Le dessin de GOCHT (*op. cit.*, pl. 7, fig. 19) est suffisamment détaillé pour que l'on puisse reconnaître le paracingulum. Appréciant la qualité de ce dessin, DUXBURY (1977, p. 50) fait remarquer qu'il est même possible d'y voir la bifurcation des processus suturaux. Ce caractère est très fréquent (si ce n'est caractéristique) chez le genre *Spiniferites*.

Description : Kyste proximate, spiniférate, dont le corps central est ovoïde. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses à scabres, étroitement accolés excepté au niveau des processus et septes parasuturaux que seul développe le périphragme. Les processus sont gonaux et intergonaux (2 à 5 processus suturaux entre 2 jonctions triples). Les processus gonaux sont les plus hauts et sont distalement trifurqués, chaque subdivision étant parfois brièvement bifurquée. Les processus suturaux sont bifides, cette première ramification étant souvent très courte et non subdivisée. Tous les processus sont pleins avec une hampe aplatie et sont reliés proximalement par une membrane qui s'élève jusqu'à 1/2 ou 2/3 de la hauteur des processus comme une palmure.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, de formule difficile à déterminer, les kystes étant souvent écrasés et les septes masquant souvent la paratabulation. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est libre. Le paracingulum et le parasulcus sont parfois marqués par des septes plus hauts que sur le reste du kyste.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 44(51)58 µm ; longueur du corps central = 36(39)43 µm ; largeur totale du kyste = 39(49)57 µm ; largeur du corps central = 33(39)43 µm ; hauteur des septes = 1(4)6 µm ; longueur des processus = 4(6)10 µm.

Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Voir les clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

Spiniferites lenzii

BELOW, 1982c

fig. S.25 ; pl. XXV, fig. 1-4

1982c *Spiniferites lenzii* sp. nov. BELOW: p. 34, pl. 7, fig. 7 ; pl. 8, fig. 3, 6 ; texte-fig. 7.

Description : Kyste chorate, spiniférate, dont le corps central est subsphérique avec une paroi composée d'un endophragme lisse à scabre et d'un périphragme lisse. Ces deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre, sauf au niveau des septes et des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont nombreux, gonaux et intergonaux (2 à 3 processus intergonaux entre 2 processus gonaux) et ont une morphologie sensiblement identique : ils sont longs (en moyenne 1/5 du diamètre équatorial du corps central), coniques et effilés. Les processus gonaux sont distalement trifurqués et les intergonaux sont bifurqués. Ces ramifications sont à leur tour très brièvement bifides. Proximalement, les processus sont reliés entre eux par des septes bien développés (2 à 3 µm en moyenne) à crête lisse.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée à la fois par les processus et les septes parasuturaux : 4', 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, xs. Le paracingulum est bien marqué et délimité par des septes souvent plus hauts, pouvant atteindre 5 µm. Le parasulcus ne semble pas subdivisé. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple, libre et réduit.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 55(60)66 µm ; longueur du corps central = 38(44)53 µm ; largeur totale du kyste = 52(59)68 µm = largeur du corps central = 37(42)49 µm ; longueur des processus = 5(8)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 10.

Comparaisons : Voir les clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

S. lenzii a une taille plus grande que *Spiniferites multibrevis* subsp. *multibrevis* et un corps central rond plutôt qu'ellipsoïdal.

Espèce présente depuis le Néogène jusqu'à l'époque actuelle, *Spiniferites hyperacanthus* (DEFLANDRE & COOKSON, 1955) COOKSON & EISENACK, 1974 est très proche de *S. lenzii* par sa morphologie, sa taille, le nombre et la disposition de ses processus ; elle s'en distingue par la hauteur de ses septes qui sont réduits à l'état de rides parasuturales, ou parfois absents.

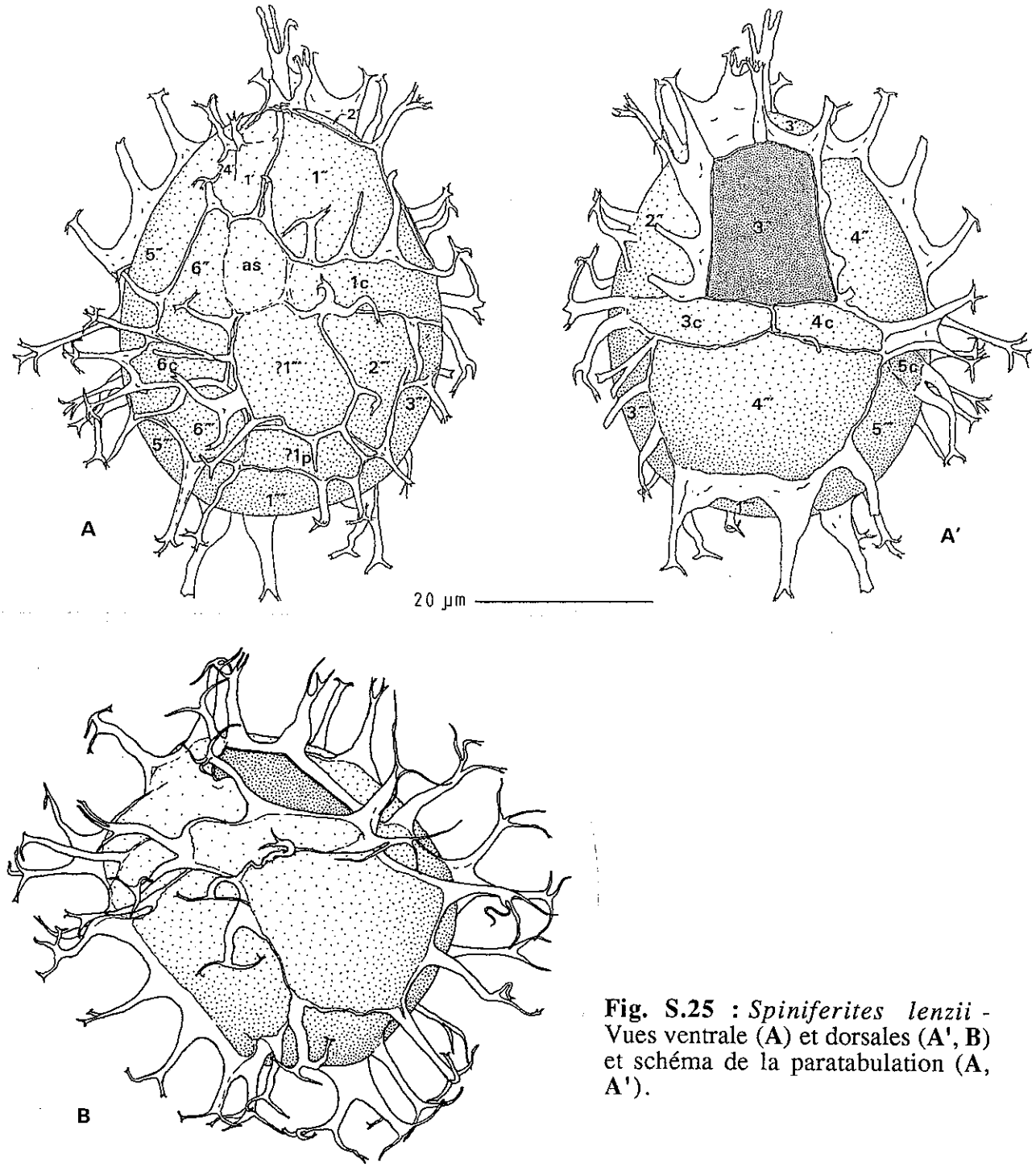


Fig. S.25 : *Spiniferites lenzii* - Vues ventrale (**A**) et dorsales (**A'**, **B**) et schéma de la paratabulation (**A**, **A'**).

Spiniferites ? magnoserratus

(COOKSON & EISENACK, 1962b) STOVER & EVITT, 1978

pl. XXIV, fig. 9-10 ; pl. XXVI, fig. 6

? 1959 *Pterodinium* sp. GOCHT: p. 76, pl. 7, fig. 17-18.
1962b *Pterodinium magnoserratum* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 490, pl. 3, fig. 7-8.
1978 *Spiniferites* ? *magnoserratum* comb. nov. STOVER & EVITT: p. 191.
[1981 *Gonyaulacysta magnoserrata* comb. nov. YUN: p. 10].

Description : Kyste proximochorate, à corps central subsphérique, surmonté par une corne apicale.

La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses à scabres. Ces deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre, excepté au niveau des septes et de la corne apicale. Celle-ci est basse, creuse et semble ouverte distalement.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée par les septes parasuturaux : 4', 6", 6c, 6"', 1p, 1"", ?0s. Les septes sont bien développés, avec une crête plus ou moins régulièrement ondulée à échinate ; les "dents" ainsi développées sont de forme identique, triangulaires à base large, distalement tronquées ou parfois bifides. L'échancrure entre les "dents" est arrondie. A la jonction des septes se développe un processus distalement bi- ou trifurqué dont la hauteur dépasse à peine celle des septes.

Contrairement au paracingulum qui est bien marqué, le parasulcus est mal individualisé et ne semble pas subdivisé. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 49(56)59 µm ; longueur du corps central = 38(43)46 µm ; largeur totale du kyste = 47(53)58 µm ; largeur du corps central = 34(40)46 µm ; longueur de la corne apicale = 4(7)9 µm ; hauteur distale des septes = 3(9)12 µm ; hauteur proximale des septes = 2(4)6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 10.

Comparaisons : Se reporter aux clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

Spiniferites multibrevis
(DAVEY & WILLIAMS, 1966a) BELOW, 1982c
subsp. **chebca**
BELOW, 1982c
pl. XXIV, fig. 19

? 1978 *Spiniferites ramosus* subsp. A DAVEY: p. 895, pl. 6, fig. 89.
1982c *Spiniferites multibrevis* subsp. *chebca* nov. BELOW: p. 35, pl. 8, fig. 7-9.

Description : Kyste chorate, spiniférate, dont le corps central est subsphérique. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. L'endophragme est relativement épais, avec un aspect de surface rugueux, microgranulaire à irrégulièrement granulaire (*cf.* la remarque ci-dessous). Le périphragme est fin et lisse. Les processus sont gonaux et intergonaux (2 à 3 processus intergonaux entre 2 processus gonaux). Ils sont longs (près de 1/4 du diamètre équatorial du corps central), coniques, pleins pour les intergonaux et creux à la base pour les gonaux. Ces derniers sont distalement trifurqués et les intergonaux bifurqués ; les ramifications peuvent être à leur tour très brièvement bifides. Proximalement, les processus sont reliés entre eux par de basses rides.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée à la fois par les processus et les septes parasuturaux : 3'-4', 6", 6c, 6"', 1p, 1"", ?0s. Le paracingulum est relativement étroit. Le parasulcus ne semble pas subdivisé. L'archéopyle est précingulaire de type $P_{(3")}$; l'opercule est

simple, libre et réduit.

Remarque : Dans la diagnose de cette sous-espèce, BELOW décrit un corps central perforé ; ici l'endophragme apparaît plutôt densément microgranulaire. L'espace entre les microgranules prend l'aspect de microperforations, mais il ne s'agit pas de véritables perforations.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 47(50)52 µm ; longueur du corps central = 37(41)43 µm ; largeur totale du kyste = 46(50)58 µm ; largeur du corps central = 38(41)44 µm ; longueur des processus = 2(4)6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : Voir les clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

Spiniferites multibrevis subsp. **multibrevis**
(DAVEY & WILLIAMS, 1966a) BELOW, 1982c
pl. XXIV, fig. 11-12

1955b *Hystrichosphaera furcata* - VALENSI: p. 596, pl. 4, fig. 4 ; pl. 5, fig. 12.
1958 *Hystrichosphaera furcata* - EISENACK: p. 406, pl. 5, fig. 4-8.
[1959 *Galea twistringiensis* sp. nov. MAIER: pp. 308-309, pl. 30, fig. 3-4].
1960 *Hystrichosphaera* cf. *H. furcata* - ANDERSON: p. 30, pl. 9, fig. 6.
[1964b *Baltisphaeridium twistringense* comb. nov. SARJEANT: p. 176].
1966a *Hystrichosphaera ramosa* var. *multibrevis* nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 35-37, pl. 1, fig. 4 ; pl. 4, fig. 6 ; texte-fig. 9.
[1969 *Areoligera twistringenis* comb. nov. DAVEY, DOWNIE, SARJEANT & WILLIAMS: p. 15].
1969 *Spiniferites ramosus* var. *multibrevis* comb. nov. SARJEANT & ANDERSON: p. 230.
1970 *Achomosphaera cambra* sp. nov. SAH, KAR & SINGH: p. 144, pl. 1, fig. 3.
1973 *Spiniferites ramosus* subsp. *multibrevis* stat. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 130.
[1978 *Spiniferites cambrus* comb. nov. STOVER & EVITT: p. 180].
1982c *Spiniferites multibrevis* subsp. *multibrevis* stat. nov. BELOW: p. 35.

Remarque taxonomique : L'opinion de SARJEANT (1983, pp. 95-96) selon laquelle *Galea twistringiensis* MAIER, 1959 est synonyme de *S. multibrevis* (alors sous *Spiniferites ramosus* subsp. *multibrevis*) n'est pas partagée ici. Si cela avait été le cas, *twistringiensis* aurait du être considéré comme un synonyme sénior de *multibrevis* et non pas l'inverse.

Description : Kyste chorate, spiniférate, dont le corps central est ovoïde à ellipsoïdal avec une paroi composée d'un endophragme lisse à scabre et d'un périphragme lisse. Les deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre, excepté au niveau des septes et des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont gonaux et intergonaux (2 à 3 processus intergonaux entre 2 processus gonaux) et ont une morphologie sensiblement identique : ils sont relativement longs (près de 1/4 du diamètre équatorial du corps central), coniques, et creux à leur base. Les processus gonaux sont distalement trifurqués et ceux intergonaux sont bifurqués ; les ramifications, relativement longues, sont soit droites (dans le prolongement de la hampe du processus qui les porte) soit tombantes. Ces ramifications peuvent être à leur tour très brièvement bifides. Proximalement, les processus sont reliés entre eux par de bas septes (moins de 1 µm) à crête lisse.

Au niveau du paracingulum, les processus sont plus larges et les septes plus hauts (jusqu'à 2 µm).

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée à la fois par les processus et les septes parasuturaux : 3'-4', 6", 6c, 6"', 1p, 1"", ?0s. Le parasulcus ne semble pas subdivisé. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple, libre et réduit.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 54(60)65 µm ; longueur du corps central = 37(42)46 µm ; largeur totale du kyste = 50(56)62 µm = largeur du corps central = 32(38)43 µm ; longueur des processus = 7(9)11 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : Voir les clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

Spiniferites multibrevis
(DAVEY & WILLIAMS, 1966a) BELOW, 1982c
subsp. **seghiris**
BELOW, 1982c
pl. XXIV, fig. 16 ; pl. XXVI, fig. 9

1958 *Hystrichosphaera furcata* - EISENACK: p. 406, pl. 25, fig. 4-8.
1967 *Hystrichosphaera furcata* - BALTES: p. 330, pl. 2, fig. 17-18.
1971 *Hystrichosphaera ramosa* var. *multibrevis* - CH. SINGH: p. 351, pl. 58, fig. 7-8.
1973 *Spiniferites ramosus* var. *multibrevis* - HARLAND: p. 690, pl. 87, fig. 3.
1978 *Spiniferites ramosus multibrevis* - DAVEY: texte-fig. 3.
1979b *Spiniferites ramosus multibrevis* - DAVEY: fig. 1-2.
1982c *Spiniferites multibrevis* subsp. *seghiris* nov. BELOW: pp. 35-36, pl. 8, fig. 4-5.

Description : Kyste chorate, spiniférate, dont le corps central est subsphérique à ovoïdal avec une paroi composée d'un endophragme lisse à scabre et d'un périphragme lisse. Ces deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre, excepté au niveau des septes et des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont gonaux et intergonaux (2 à 3 processus intergonaux entre 2 processus gonaux). Les processus gonaux ont une hampe tronconique et sont distalement trifurqués. Ils sont creux jusqu'à cette trifurcations puis sont pleins et fermés. Les processus intergonaux sont distalement plus étroits et creux uniquement à leur base. Les processus paracingulaires sont plus larges et plus vigoureux. Proximalement, les processus sont reliés entre eux par de bas septes à crête lisse.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée à la fois par les processus gonaux et les septes parasuturaux : 3'-4', 6", 6c, 6"', 1p, 1"", ?0s. Le paracingulum est bien marqué, relativement étroit, et certains de ses septes transversaux peuvent être très élevés. Le parasulcus ne semble pas subdivisé. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple, libre et réduit.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 47(52)60 µm ; longueur du corps central = 37(42)49 µm ; largeur totale du kyste = 44(48)58 µm ; largeur du corps central = 32(37)47 µm ; longueur des

processus = 4(5)7 µm ; hauteur des septes = 1-2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Voir les clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

Spiniferites ramosus
(EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966
subsp. **brevifurcatus**
(COOKSON & EISENACK, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1977b
pl. XXIV, fig. 17-18

1941 *Hystrichosphaera furcata* - CONRAD: p. 3, fig. 2H.
1961c *Hystrichosphaera* sp. - EVITT: p. 392, pl. 4, fig. 16 ; pl. 5, fig. 13-14.
1964 *Hystrichosphaera furcata* - COOKSON & HUGHES: p. 45, pl. 9, fig. 1 (uniquement).
1965 *Hystrichosphaera furcata* - DE CONINCK: p. 20, pl. 4, fig. 17 ; pl. 5, fig. 1? ; texte-fig. 5.
1967 *Hystrichosphaera furcata* - WILSON: p. 228, fig. 19-20.
1974 *Spiniferites ramosus* var. *brevifurcatus* nov. COOKSON & EISENACK: p. 57, pl. 21, fig. 6, 9.
1974 *Spiniferites cornutus* var. *sinefurcatus* nov. COOKSON & EISENACK: p. 63, pl. 22, fig. 8.
1977b *Spiniferites ramosus* subsp. *brevifurcatus* stat. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 153.
[1977b *Spiniferites cornutus* subsp. *sinefurcatus* stat. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 150].

Description : Kyste chorate, spiniférate, à corps central subsphérique à ovoïdal dont la paroi est composée d'un endophragme scabre à microgranulaire et d'un périphragme lisse. Ces deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre, sauf au niveau des septes et des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont essentiellement gonaux, mais quelques rares processus suturaux peuvent être présents entre deux processus gonaux ; il n'y a jamais plus d'un processus sutural entre deux jonctions triples. Les processus sont pleins, coniques, de section subcirculaire à subtriangulaire, élancés et distalement fourchus. Les processus gonaux sont distalement brièvement trifurqués, chaque trifurcation (environ 0,5-1,5 µm de long) étant à son tour très brièvement bifide ; les suturaux sont bifides puis à nouveau bifides. Proximalement, les processus sont reliés entre eux par des septes à crête lisse qui se prolongent typiquement le long de la hampe des processus, donnant à ceux-ci un aspect conique ou tronconique à base large.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée à la fois par les processus et les septes parasuturaux : 3'-4', 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, ?0s. Le paracingulum est bien marqué, relativement étroit, et délimité par des septes souvent très développés pouvant atteindre la moitié de la hauteur des processus paracingulaires. Le parasulcus ne semble pas subdivisé. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple, libre et réduit.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 49(54)57 µm ; longueur du corps central = 40(41)42 µm ; largeur totale du kyste = 48(52)59 µm ; largeur du corps central = 34(37)39 µm ; longueur des processus = 5(7)12 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : Voir les clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

Spiniferites ramosus subsp. **ramosus**
(EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966
fig. S.26 ; pl. XXIV, fig. 15 ; pl. XXVI, fig. 8

1838 *Xanthidium ? ramosum* sp. nov. EHRENBERG: p. 134, pl. I, fig. XV, tab. I.
1838 *Xanthidium furcatum* sp. nov. EHRENBERG: p. 134, pl. I, fig. XII, XIV, tab. I.
1854 *Spiniferites ramosus* comb. nov. MANTELL: légende fig. 77. [*nomen nudum*].
? 1883 *Cladopyxis brachiolata* sp. nov STEIN: pl. 2, fig. 7-13 (1)
? 1895 *Geodia ? tripunctata* sp. nov. MERRILL: p. 16, fig. 15 (3)
1904 *Ovum hispidum furcatum* comb. nov., stat. nov. LOHMANN: pp. 21-25.(1)
1904 *Ovum hispidum ramosum* comb. nov., stat. nov. LOHMANN: pp. 21-25.(2)
? 1904 *Ovum hispidum capense* subsp. nov. LOHMANN: p. 30, pl. 4, fig. 5a.(1)(2)
? 1904 *Ovum hispidum gigas* subsp. nov. LOHMANN: pp. 31-32, pl. 5, fig. 7a.(2)
? 1904 *Ovum hispidum reticulatum* subsp. nov. LOHMANN: p. 31, pl. 5, fig. 9-10a.(2)
? 1931 *Ovum hispidum trifurcatum* subsp. nov. EISENACK: p. 112, pl. 4, fig. 21-23.(1)(2)
? 1931 *Elaphococcus gaussi* sp. nov. POPOFSKY: p. 91, fig. 6.(2)
1933b *Hystrichosphaera furcata* comb. nov. O. WETZEL: pp. 34-35, pl. II, fig. 35a-b ; pl. V, fig. 1, 9, 15-16.
1933b *Hystrichosphaera ramosa* comb. nov. O. WETZEL: pp. 35-39, pl. V, fig. 7-8, 10-12, 18-19.
1959 *Areoligera biramum* sp. nov. MAIER: p. 304, pl. 29, fig. 2.(4)
1959 *Areoligera dermaticum* sp. nov. MAIER: pp. 305-306, pl. 29, fig. 3.(4)
[1963 *Areoligera dermatica* comb. nov. DOWNIE & SARJEANT: p. 86].
1966 *Spiniferites ramosus* subsp. *ramosus* comb. nov. LOEBLICH & LOEBLICH: pp. 56-57.
1981 *Homotryblium distinctum* sp. nov. SALUJHA & KINDRA: p. 51, pl. 2, fig. 45.(5)

Remarques taxonomiques : Il fut toujours difficile de distinguer *Hystrichosphaera furcata* (EHRENBERG, 1838) O. WETZEL, 1933b de *Hystrichosphaera ramosa* (EHRENBERG, 1838) O. WETZEL, 1933b, les dessins originaux d'EHRENBERG (1838) n'étant pas suffisamment détaillés pour une redéfinition valable de la morphologie de ces taxons, et de plus il n'y a pas de description accompagnant les illustrations des matériels-types. Ceci amena de nombreux auteurs à considérer ces deux taxons sous la forme d'un complexe.

DAVEY (*cf.* DAVEY & WILLIAMS, 1966a, pp. 31-32) a repris l'examen détaillé des préparations d'EHRENBERG, et a pu observer un spécimen désigné comme *Xanthidium ramosum* par EHRENBERG (*op. cit.*, pl. I, fig. XV), et relocalisé par LEJEUNE (1937). En plus de cet exemplaire refiguré par DAVEY & WILLIAMS (*op. cit.*, texte-fig. 8 ; pl. 1, fig. 1) DAVEY a pu en observer un autre dans une préparation d'EHRENBERG. Les spécimens de *Xanthidium furcatum* illustrés par EHRENBERG (1838, pl. I, fig. XII, XIV), s'ils n'ont pas été perdus, n'ont pas pu être retrouvés ou n'ont pas pu être déterminés comme tels avec certitude.

Suite à ces recherches infructueuses, DAVEY & WILLIAMS (1966a, p. 32) proposent de traiter le complexe *Hystrichosphaera furcata-ramosa* comme une seule et unique espèce : *Hystrichosphaera ramosa*, l'individu figuré par EHRENBERG (*op. cit.*, pl. I, fig. XV) étant désigné comme holotype de cette espèce qui devient l'espèce-type du genre *Hystrichosphaera* O. WETZEL, 1933b *emend.* DEFLANDRE, 1937b, puis *Spiniferites*.

SARJEANT (1983, p. 92) signale que la préparation dans laquelle se trouve l'holotype de *Galea*

(1) D'après O. WETZEL (1933b, pp. 34-35) pour *Hystrichosphaera furcata.*
(2) D'après O. WETZEL (1933b, pp. 35-39) pour *Hystrichosphaera ramosa.*
(3) D'après SARJEANT (1964b, p. 175).
(4) D'après MORGENROTH (1968, p. 550), suivi par STOVER & EVITT (1978, p. 190) et SARJEANT (1983, pp. 91-92).
(5) D'après JAIN & GARG (1982, p. 69).

koryka MAIER, 1959 (pl. 30, fig. 7) a coulé ; de ce fait, l'holotype n'a pas pu être localisé avec certitude. SARJEANT (*ibid.*) désigne le paratype d'origine comme lectotype et, se basant sur une étude de ce spécimen, il considère cette espèce comme synonyme junior de *Spiniferites ramosus*.

Le spécimen illustré par SARJEANT (*op. cit.*, pl. 2, fig. 5) en tant que paratype dans le texte (p. 92) et holotype dans la légende des planches (p. 126) ne ressemble absolument pas à l'holotype ni au paratype désignés et illustrés par MAIER (*op. cit.*, pl. 30, fig. 7-8), même en considérant que le milieu de montage ai pu bouger.

SARJEANT (*op. cit.*, p. 92) écrit : «..Mon examen de l'holotype de *Hystrichosphaeridium echinoides* de MAIER (Hoergsten, lame 551) montra qu'il s'agissait d'un spécimen très mal préservé, correspondant dans tous ses caractères morphologiques déterminables à *Spiniferites ramosus* var. *ramosus* (voir pl. 1, fig. 6 ; pl. 5, fig. 5)..»

L'individu illustré par SARJEANT (*op. cit.*, pl. 1, fig. 6; pl. 5, fig. 5) paraît effectivement être un *Spiniferites ramosus* subsp. *ramosus*, mais ne ressemble en rien à l'holotype de *H. echinoides* ni à son paratype (MAIER, 1959, pl. 32, fig. 5-6). Notons que MAIER (*op. cit.*, p. 318) précise que l'holotype se trouve dans la préparation "Schwedeneck-Husted 328,4-332 m P5, Katalognr. 552a". Contrairement à ce que prétend SARJEANT, ce n'est pas l'holotype de *H. echinoides* qu'il a pu voir dans la lame 551 (lame dans laquelle se trouve par contre le paratype de cette espèce). De plus, la description que fait MAIER des processus de *H. echinoides* est claire ; ils sont régulièrement effilés et distalement émoussés.

Devant tant de confusions et d'informations sujettes à caution, on ne peut qu'émettre des réserves quant à la validité des conclusions de SARJEANT : les mises en synonymie de *Galea koryka* et *Hystrichosphaeridium echinoides* avec *S. ramosus* subsp. *ramosus* sont ici rejetées.

Le point de vue de SARJEANT (1964b, p. 175) concernant *Geodia* ? *tripunctata* MERRILL, 1895 (p. 16, fig. 15), est par contre entièrement partagé ; SARJEANT voit en cette espèce [primitivement considérée par MERRILL (*op. cit.*) comme un spicule de spongiaire] un terme de passage entre *Hystrichosphaera furcata* et *H. ramosa*. Cet auteur propose que *G.* ? *tripunctata* soit considérée comme synonyme junior de *Hystrichosphaera furcata*, donc *a posteriori* de *Spiniferites ramosus*.

Description : Kyste chorate, spiniférate, dont le corps central est subsphérique à ovoïdal. La paroi, lisse à scabre, est composée d'un endophragme fin et d'un périphragme plus épais. Ces deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre, excepté au niveau des septes et des processus que seul développe le périphragme. Les processus sont essentiellement gonaux, mais quelques rares processus suturaux peuvent être présents entre deux processus gonaux ; il n'y a jamais plus d'un processus sutural entre deux jonctions triples. Les processus sont pleins, coniques, de section subcirculaire à subtriangulaire, élancés et distalement fourchus. Les processus gonaux sont distalement trifides, chaque trifurcation (environ 2-5 µm de long) étant à son tour bifide ; les suturaux sont bifides puis à nouveau bifides. En règle générale, les processus suturaux sont moins longs que les processus gonaux, et parmi ces derniers, les antapicaux peuvent être légèrement plus longs et plus robustes. Proximalement, les processus sont reliés entre eux par de bas septes (1 à 2 µm de haut) à crête lisse, qui se prolongent parfois le long de la hampe des processus, tout en diminuant de hauteur.

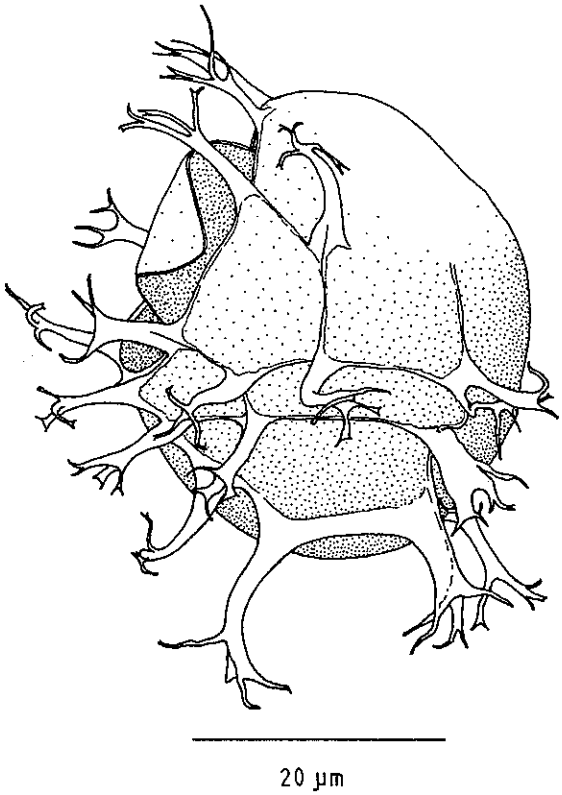


Fig. S.26 : *Spiniferites ramosus subsp. ramosus* - Dessin incomplet d'une vue latérale droite montrant la disposition et la morphologie des processus.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée à la fois par les processus gonaux et les septes parasuturaux : 4', 6", 6c, 6‴, 1p, 1⁗, ?0s. Il est souvent difficile de voir si les paraplaques apicales 1' et 4' sont séparées ou non par un septe. La paraplaque postcingulaire 1‴ est très réduite, rectangulaire allongée. Sa limite avec le parasulcus est presque toujours absente. Le paracingulum est bien marqué, relativement étroit, et certains de ses septes transversaux peuvent être très développés. Le parasulcus ne semble pas subdivisé. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3")}$; l'opercule est simple, libre et réduit.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 43(58)68 µm ; longueur du corps central = 33(41)46 µm ; largeur totale du kyste = 42(52)62 µm ; largeur du corps central = 32(38)48 µm ; hauteur des septes = 1(2)5 µm ; longueur des processus = 5(9)14 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : Voir les clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

Seule l'absence de septes parasuturaux distingue *Achomosphaera ramulifera* (DEFLANDRE, 1937b) EVITT, 1963 subsp. *ramosasimilis* YUN, 1981 de *S. ramosus* subsp. *ramosus*.

Spiniferites ramosus
(EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966
subsp. **reticulatus**
(DAVEY & WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973
pl. XXIV, fig. 13-14

1966a *Hystrichosphaera ramosa* var. *reticulata* nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 38, pl. I, fig. 2-3.

1971 *Spiniferites ramosus* var. *reticulatus* comb. nov. DAVEY & VERDIER: p. 34.
1973 *Spiniferites ramosus* subsp. *reticulatus* stat. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 130.

Description : Kyste chorate, spiniférate, à corps central subsphérique à ovoïdal dont la paroi est épaisse, composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés sauf au niveau des septes et des processus que seul développe le périphragme. La paroi du corps central est fortement et régulièrement granulaire, mais les septes et les processus sont lisses. Les septes sont parasuturaux, bas et bien distincts. Les processus sont modérément longs (environ 1/4 du diamètre équatorial du corps central), triangulaires allongés, avec une extrémité distale trifurquée pour les processus gonaux et bifurquée pour les intergonaux. Les processus intergonaux sont relativement rares, jamais plus d'un entre deux jonctions triples.

La paratabulation est typique de l'espèce. Le parasulcus ne semble pas subdivisé. L'archéopyle est précingulaire, de type $P_{(3'')}$; l'opercule est simple, libre et réduit.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 58(59)62 µm ; longueur du corps central = 44(46)48 µm ; largeur totale du kyste = 53(56)62 µm ; largeur du corps central = 41(43)46 µm ; longueur des processus = 4(7)10 µm.

Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : Voir les clés de détermination pour le genre *Spiniferites*.

<table>
<tr><td colspan="3">GENRE SPINIFERITES MANTELL, 1850 emend. SARJEANT, 1970</td><td>Tableau Sc1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Paroi du corps central perforée*</td><td>Tableau Sc2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Paroi du corps central vésiculaire ou tuberculée</td><td>Tableau Sc3</td></tr>
<tr><td colspan="2">Paroi du corps central réticulée, rugulée ou vermiculée</td><td>Tableau Sc4</td></tr>
<tr><td colspan="2">Paroi du corps central nettement granulaire*</td><td>Tableau Sc5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Paroi du corps central lisse, scabre ou microgranulaire</td><td>Présence de processus intergonaux</td><td>Tableaux Sc6 à Sc7</td></tr>
<tr><td>Absence de processus intergonaux</td><td>Tableaux Sc8 à Sc9</td></tr>
</table>

Tableau S.c : Clés de détermination pour les espèces du genre *Spiniferites* présentes durant le Crétacé.

* Remarque : Certaines espèces décrites comme ayant une paroi perforée sont ici également intégrées dans les clés des espèces possédant une paroi nettement granulaire (et inversement), car suivant le type d'éclairage utilisé pour l'observation au microscope optique (lumière naturelle, contraste de phase, contraste Nomarski), il est parfois difficile de distinguer une ornementation positive d'une ornementation négative.

GENRE *SPINIFERITES* MANTELL, 1850 emend. SARJEANT, 1970			
PAROI DU CORPS CENTRAL PERFOREE			Tableau Sc2
Septes peu élevés : Hauteur inférieure à 10 µm	Présence de processus intergonaux		*S. multibrevis chebca*
	Absence de processus intergonaux	Processus longs (14-22 µm) et effilés	*S. ramosus endoperforatus*
		Processus modérément longs (6-17 µm) et à base large	*S. ancoriferus ghiran*
Septes très développés : Hauteur supérieure à 10 µm	Septes non perforés		*S. ? velatus*
	Septes perforés		*S. confossus*

PAROI DU CORPS CENTRAL VESICULAIRE OU TUBERCULEE	Tableau Sc3
Processus fins et lisses	*S. ramosus granosus*
Processus fins et vésiculaires	*S. fluens*
Processus larges et tuberculés	*S. scabrosus*

Tableau S.c : (suite),

Liste des taxons pris en compte :

S. alatus DUXBURY, 1977
S. aligerus CH. SINGH, 1983
S. ancoriferus COOKSON & EISENACK, 1974 subsp. *ancoriferus*
S. ancoriferus subsp. *ghiran* BELOW, 1982c
S. compactus COOKSON & EISENACK, 1974
S. confossus DAVEY, 1979b
S. cooksoniae LENTIN & WILLIAMS, 1977b
S. cornutus (GERLACH, 1961) SARJEANT, 1970 subsp. *cornutus*
S. cornutus subsp. *laevimurus* (DAVEY & WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973
S. cornutus subsp. *opisthophorus* (COOKSON & EISENACK, 1974)(= *Spiniferites cornutus* var. *opisthophorus* COOKSON & EISENACK, 1974, p. 62, pl. 23, fig. 1) LENTIN & WILLIAMS, 1977b (p. 150) : l'opinion de BELOW (1982c, p. 33) selon laquelle *S. cornutus* subsp. *opisthophorus* est un synonyme de *S. cornutus* subsp. *cornutus* n'est pas partagée ici : *S. cornutus* subsp. *opisthophorus* possède des processus intergonaux (1 à 2 entre 2 processus gonaux), des septes mieux développés et un voile antapical.
S. dentatus (GOCHT, 1959) LENTIN & WILLIAMS, 1973 *emend.* DUXBURY, 1977
S. fluens (HANSEN, 1977) STOVER & WILLIAMS, 1987
S. granulatus (DAVEY, 1969b) LENTIN & WILLIAMS, 1973
S. katatonos CORRADINI, 1973
S. lenzii BELOW, 1982c
S. ? magnoserratus (COOKSON & EISENACK, 1962b) STOVER & EVITT, 1978

GENRE *SPINIFERITES* MANTELL, 1850 emend. SARJEANT, 1970			
PAROI DU CORPS CENTRAL RETICULEE, RUGULEE OU VERMICULEE			Tableau Sc4
Présence de processus intergonaux	Hampe des processus vésiculaire		*S. fluens*
	Hampe des processus lisse		*S. ramosus reticulatus*
Absence de processus intergonaux	Septes et/ou processus ornementés	Présence de granules sur les septes et les processus	*S. scabrosus*
		Septes réticulés, mais processus lisses	*S. ramosus reticulatus*
	Septes et processus lisses	Processus longs (18-28 µm) et fins, Paroi du corps central vermiculée	*S. ramosus meandriformis*
		Processus larges et moyennement longs (10-17 µm), Paroi du corps central réticulée	*S. ramosus reticulatus*

Tableau S.c : (suite),

Liste des taxons pris en compte : (suite),

S. ? maranhensis (REGALI *et al.*, 1974)(= *Hystrichosphaeridium maranhense* REGALI *et al.*, 1974, p. 291, pl. 23, fig. 3) LENTIN & WILLIAMS, 1981 (p. 263) : la description originale de cette espèce est très succincte et ne signale pas la présence de septe ni ne décrit le type de l'archéopyle. L'illustration de l'holotype ne montre aucune trace de septe ou d'ornementation parasuturale, mais l'ouverture est placée en haut de la photo (pl. 23, fig. 3), laissant supposer un archéopyle apical. En plus de cela, *Hystrichosphaeridium maranhensis* a été comparé à *Hystrichosphaeridium difficile* MANUM & COOKSON, 1964 (maintenant sous *Heterosphaeridium*), qui possède un archéopyle apical. Compte tenu de ces considérations, cette espèce est ici considérée comme problématique au sein du genre *Spiniferites* et n'est pas incluse dans les présentes clés de détermination pour ce genre.

S. multibrevis subsp. *chebca* BELOW, 1982c

S. multibrevis (DAVEY & WILLIAMS, 1966a) BELOW, 1982c subsp. *multibrevis*

S. multibrevis subsp. *seghiris* BELOW, 1982c

Spiniferites ? pedatus (O. WETZEL, 1933b)(= *Hystrichosphaera ? pedata* O. WETZEL, 1933b, pp. 55-56, pl. 4, fig. 35) LENTIN & WILLIAMS, 1973 (p. 129) : la diagnose de cette espèce est succincte et ambiguë. Provisoirement attribué au genre *Spiniferites* par LENTIN & WILLIAMS (1973, p. 129), *S. ? pedatus* n'est pas intégré dans les clés de détermination pour ce genre.

S. porosus (MANUM & COOKSON, 1964) HARLAND, 1973

S. ramosus subsp. *brevifurcatus* (COOKSON & EISENACK, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1977b

S. ramosus subsp. *cavispinosus* HANSEN, 1977

S. ramosus subsp. *endoperforatus* (CORRADINI, 1973) LENTIN & WILLIAMS, 1975

S. ramosus subsp. *gracilis* (DAVEY & WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973

S. ramosus subsp. *meandriformis* (CORRADINI, 1973) LENTIN & WILLIAMS, 1975

S. ramosus subsp. *primaevus* DUXBURY, 1977

S. ramosus (EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966 subsp. *ramosus*

S. ramosus subsp. *reticulatus* (DAVEY & WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973

GENRE *SPINIFERITES* MANTELL, 1850 emend. SARJEANT, 1970			
PAROI DU CORPS CENTRAL NETTEMENT GRANULAIRE			Tableau Sc5
Septes et processus lisses	Présence de processus intergonaux	1 à 3 processus intergonaux entre 2 jonctions triples	*S. multibrevis chebca*
		Occasionnellement 1 processus intergonal entre 2 jonctions triples	*S. ramosus reticulatus*
		Processus longs, effilés et creux	*S. ramosus cavispinosus*
	Absence de processus intergonaux	Bordure externe du corps central d'aspect serrate en coupe optique	*S. cooksoniae*
		Ornementation du corps central d'aspect réticulé	*S. ramosus reticulatus*
		Processus apical très développé	*S. cornutus cornutus*
		Processus distalement très évasés et fenestrés	*S. porosus*
Septes élevés et perforés			*S. alatus*
Septes et processus granulaires	Présence d'un voile antapical	Processus peu ou pas ramifiés	*S. aligerus*
		Processus nettement ramifiés	*S. tripus*
	Absence d'un voile antapical	Processus larges et irrégulièrement ornés de granules	*S. scabrosus*
		Processus fins et uniformément granulaires	*S. granulatus*
Rides et processus vésiculaires			*S. fluens*

Tableau S.c : (suite),

Liste des taxons pris en compte : (suite),

S. ramosus subsp. *spinosus* JAIN, 1978 (p. 149, pl. 1, fig. 3) : la texture de la paroi, la hauteur des septes, la présence ou non de processus intergonaux sont autant d'éléments non cités dans la diagnose (très succincte) de cette sous-espèce. Le manque d'information concernant ce taxon m'entraîne à conseiller de restreindre cette sous-espèce à son holotype en attendant d'en connaître des caractères discriminants. Cette forme n'est pas incluse dans les clés de détermination pour *Spiniferites*.

S. scabrosus (CLARKE & VERDIER, 1967) LENTIN & WILLIAMS, 1975

GENRE *SPINIFERITES* MANTELL, 1850 emend. SARJEANT, 1970				
PAROI DU CORPS CENTRAL LISSE, SCABRE OU MICROGRANULAIRE PRESENCE DE PROCESSUS INTERGONAUX				Tableau Sc6
Présence d'un processus apical proéminent	Longueur du processus apical supérieure à 13 µm	Présence d'un voile ou péricœle antapical		*S. cornutus opisthophorus*
		Absence d'un voile ou péricœle antapical		*S. cornutus laevimurus*
	Longueur du processus apical inférieure à 13 µm	Crête des septes serrate à ondulée		*S. ? magnoserratus*
Absence d'un processus apical proéminent	Processus distalement perforés ou fenestrés	Présence d'un péricœle ventral		*S. speetonensis*
		Absence d'un péricœle ventral		*S. ramosus primaevus*
	Absence de processus distalement perforés ou fenestrés	Présence de processus antapicaux très membraneux		*S. tripus*
		Absence de voile ou péricœle antapical	Septes à crête ondulée à acanthate	Processus apical, gonaux et cingulaires plus longs	*S. ? magnoserratus*
				Processus à peu près tous de la même hauteur	*S. dentatus*
			Septes à crête lisse		Tableau Sc7

Tableau S.c : (suite),

Liste des taxons pris en compte : (suite et fin).

S. ? speciosus (DEFLANDRE, 1937b) SARJEANT, 1970
S. speetonensis DUXBURY, 1980
S. supparus (DRUGG, 1967) SARJEANT, 1970
S. tripus CH. SINGH, 1983
S. ? velatus (CLARKE & VERDIER, 1967) STOVER & EVITT, 1978
S. wetzelii (DEFLANDRE, 1937b) SARJEANT, 1970.

GENRE *SPINIFERITES* MANTELL, 1850 emend. SARJEANT, 1970		
PAROI DU CORPS CENTRAL LISSE, SCABRE OU MICROGRANULAIRE PRESENCE DE PROCESSUS INTERGONAUX		Tableau Sc7
Processus fins et longs (jusqu'à 20 µm)	«..Processus intergonaux répartis au hasard..»	*S. ramosus gracilis*
Processus triangulaires et longs (jusqu'à 15 µm)	Présence régulière de 2 à 3 processus intergonaux entre 2 jonctions triples	*S. lenzii*
Processus triangulaires et courts (moins de 10 µm)	Présence régulière de 1 à 2 processus intergonaux entre 2 jonctions triples	*S. multibrevis seghiris*
	0 à 1 processus intergonal entre 2 jonctions triples	*S. ramosus brevifurcatus*
Processus longs (jusqu'à 17 µm) et larges		*S. supparus*

PAROI DU CORPS CENTRAL LISSE, SCABRE OU MICROGRANULAIRE ABSENCE DE PROCESSUS INTERGONAUX				Tableau Sc8
Présence d'un processus apical proéminent	Longueur du processus apical supérieure à 13 µm	Présence d'un voile ou péricœle antapical		*S. cornutus opisthophorus*
		Absence d'un voile ou péricœle antapical		*S. cornutus laevimurus*
	Longueur du processus apical inférieure à 13 µm			*S. ? speciosus*
Absence d'un processus apical proéminent	Corps central nettement plus large que long			*S. katatonos*
	Processus distalement perforés ou fenestrés			*S. porosus*
	Absence de processus distalement fenestrés ou perforés	Septes très développés	La hampe des processus ne dépasse pas la hauteur des septes	*S. confossus*
			La hampe des processus dépasse la hauteur des septes	*S. wetzelii*
		Septes peu ou modérément développés		Tableau Sc9

Tableau S.c : (suite),

GENRE *SPINIFERITES* MANTELL, 1850 emend. SARJEANT, 1970		
PAROI DU CORPS CENTRAL LISSE, SCABRE OU MICROGRANULAIRE ABSENCE DE PROCESSUS INTERGONAUX		Tableau Sc9
Première ramification (trifurcation) très réduite	Processus triangulaires effilés ; Parfois présence d'un petit voile apical et/ou antapical	*S. ancoriferus ancoriferus*
	Processus trapus à base large	*S. ramosus brevifurcatus* *S. compactus*
Première ramification (trifurcation) longue à modérément longue		*S. ramosus ramosus**

Tableau S.c : (suite et fin).
(l'espèce-type est suivie d'un astérisque).

Genre SYSTEMATOPHORA KLEMENT, 1960

Espèce-type : *Systematophora areolata* KLEMENT, 1960.

Systematophora cretacea
DAVEY, 1979b
pl. XXV, fig. 5

1971 *Systematophora fasciculigera* - DAVEY & VERDIER: p. 35, pl. 6, fig. 10-11.
1975 *Systematophora fasciculigera* - VERDIER: pp. 194-196.
1979b *Systematophora cretacea* sp. nov. DAVEY: p. 560, pl. 8, fig. 10, 13-15.

Description : Kyste phragmochorate, acavate, dont le corps central est subsphérique. La paroi, plutôt épaisse, est composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme microgranulaire à granulaire fortement accolés l'un à l'autre. Le périphragme développe seul des processus lisses et pleins disposés en complexes annulaires bien individualisés. Ces complexes sont pénitabulaires, de taille variable et proportionnelle à la paraplaque qu'ils reflètent. Généralement circulaires, ils peuvent être anguleux, épousant alors la forme de la paraplaque qui les supporte. Les complexes les plus larges occupent les régions pré- et postcingulaires. Pour un même complexe, chaque processus est relié proximalement (mais jamais distalement) à son voisin par une basse ride qui peut entre certains processus devenir membraneuse et s'élever jusqu'au tiers de leur hauteur. De taille sensiblement identique, les processus sont souvent ramifiés et présentent toujours une terminaison distale à peine bifide ou parfois simple. Très souvent, des fenestrations apparaissent à la base des processus, donnant l'impression que la hampe correspond à la convergence très rapide de plusieurs "racines".

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est indiquée par les complexes de processus. La formule observée ici est : 4', 6", 5-6c, 5-6‴, ?1p, 1⁗, xs. L'archéopyle est apical, de type [tA] ;

l'opercule est composé et libre.

En zone équatoriale, des rides intratabulaires allongées portant à chaque extrémité un processus non ramifié mais à terminaison distale légèrement bifide indiquent la position du paracingulum. Le parasulcus est marqué par des processus simples, intratabulaires, du même type que ceux du paracingulum.

Remarque : Dans la description originale de *S. cretacea*, DAVEY (1979b, p. 560) ne compare pas explicitement son espèce à *Systematophora valensii* (SARJEANT, 1960a) DOWNIE & SARJEANT, 1965 (qui possède pourtant une morphologie similaire), car il considère cette dernière comme synonyme junior de *Systematophora fasciculigera* KLEMENT, 1960 [qui elle-même a par la suite été mise en synonymie avec *Systematophora penicillata* (EHRENBERG, 1843) SARJEANT, 1980a par SARJEANT (1980a, p. 282)].

Dimensions : Longueur totale du kyste = 96 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 63(64)65 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 53(59)62 µm ; largeur totale du kyste = 74(87)100 µm ; largeur du corps central = 58(69)82 µm ; longueur des processus = 6(16)23 µm ; nombre de processus par complexe annulaire = 5-8.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Voir la clé de détermination pour le genre *Systematophora*.

Systematophora valensii, espèce citée uniquement dans le Jurassique supérieur, apparaît [d'après sa description et son illustration originales (SARJEANT, 1960a, pp. 142-143; pl. 6, fig. 5-7; texte-fig. 3c)] morphologiquement très proche de *S. cretacea*. La différence pourrait s'expliquer par la taille des processus, relativement plus longs chez *S. valensii* (1/3 à 1/2 du diamètre équatorial du corps central) que chez *S. cretacea* (environ 1/4 du même diamètre). Les processus de *S. valensii* semblent également plus nombreux et sont parfois anastomosés.

Chez *Systematophora areolata*, les complexes annulaires comptent un moins grand nombre de processus et ceux-ci semblent limités aux angles des complexes pénitabulaires. Les dimensions du corps central de cette espèce sont inférieures à celles de *S. cretacea*. Cette dernière développe cependant des processus relativement plus courts.

Systematophora scoriacea
(RAYNAUD, 1978) POURTOY, 1989
pl. XXV, fig. 6-8

1978 *Hystrichosphaeridium scoriaceum* sp. nov. RAYNAUD: p. 393, pl. 1, fig. 4-5.
1989 *Systematophora scoriacea* comb. nov. POURTOY: pp. 188-189, pl. 19, fig. 10-11.

Remarque taxonomique : La présence de complexes annulaires de processus fait que cette espèce est transférée dans le genre *Systematophora*.

Description : Kyste chorate, acavate, dont le corps central est subcirculaire. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme fortement accolés sauf au niveau des processus que seul développe le périphragme. Entre les processus, la paroi est irrégulièrement microgranulaire à granulaire, d'aspect "vérolé". Elle est lisse à scabre sur la hampe des processus. Ceux-ci sont modérément longs (entre 1/7 et 1/4 du diamètre équatorial du corps central), pleins, à hampe subcylindrique ou parfois lamellaire. Ils forment des complexes plus ou moins bien fermés contenant environ 4 à 6 processus. Ils sont souvent ramifiés dès leur base. Les processus simples sont rares. Distalement, ils sont bifides, légèrement capités, parfois même irrégulièrement branchus. Ils sont parfois médialement ou distalement reliés au processus voisin.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde : sa formule exacte n'a pas pu être déterminée car les complexes sont souvent mal définis et masqués par les processus. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Un alignement équatorial discontinu de processus marque le paracingulum. Aucun complexe ou alignement de processus ne semble marquer le parasulcus.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 71(75)79 µm ; longueur totale du kyste sans l'opercule = 43(49)58 µm ; longueur du corps central = 48(54)60 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 36(40)48 ; largeur totale du kyste = 58(65)74 µm ; largeur du corps central = 44(49)58 µm ; longueur des processus = 5(9)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Remarque stratigraphique : Présente dans le bassin vocontien depuis le Valanginien supérieur (zone à *Callidiscus*) jusqu'au début de l'Hauterivien supérieur (zone à *Sayni*), *S. scoriacea* arrive à être très abondante dans certains niveaux (notamment dans la zone à *Loryi* de Vergons et des Buissières). En dehors du matériel-type, cette espèce n'a que très rarement été signalée précédemment ; celui-ci provient du Berriasien-Valanginien inférieur de Hollande et de la Mer du Nord (zone sud-norvégienne). Cette forme semble identique à celles décrites et/ou illustrées sous *Surculosphaeridium trunculum* par DAVEY (1982a, pl. 6.3-6, fig. 3; Aptien supérieur-Albien inférieur de R.F.A.) et sous *Systematophora* sp. II par DAVEY (1982b, p. 13, pl. 1, fig. 10-11 ; Valanginien inférieur du Danemark). *S. scoriacea* est également mentionnée par POURTOY (1989) dans le Berriasien supérieur et le Valanginien inférieur de Suisse. C'est donc la première fois que cette espèce est rencontrée dans l'Hauterivien, et de plus en aussi importante quantité.

Comparaisons : Voir la clé de détermination pour le genre *Systematophora.*

Chez *Surculosphaeridium trunculum* DAVEY, 1979b, la paroi est lisse et il n'y a qu'un ou deux processus par paraplaque.

Systematophora silyba

DAVEY, 1979a

pl. XXV, fig. 10-11 ; pl. XXVI, fig. 7

1975 *Surculosphaeridium* cf. *longifurcatum* - WILLIAMS: pl. 7, fig. 10.
1975 *Adnatosphaeridium caullery* - WILLIAMS: pl. 1, fig. 4.
1977 *Systematophora complicata* - DUXBURY: p. 51, pl. 7, fig. 8.
1977 *Cleistosphaeridium polypes* - DUXBURY: pl. 11, fig. 3.
1979a *Systematophora silyba* sp. nov. DAVEY: pp. 433-436, pl. 48, fig. 7-8 ; pl. 50, fig. 2-3, 5-9.

Description : Kyste skolochorate à phragmochorate, acavate, dont le corps central subcirculaire possède une paroi composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme scabre à microgranulaire (parfois granulaire) fortement accolés. Le périphragme développe seul de longs processus (entre 1/3 et 1/2 du diamètre équatorial du corps central), pleins et lisses. Leur hampe est subcylindrique à subconique et simple. Distalement, ils sont bifides ou légèrement capités et parfois même irrégulièrement branchus. Proximalement, les processus peuvent être divisés plusieurs fois, leur donnant une base ressemblant à des racines. Les processus tendent à former des complexes annulaires, pénitabulaires, mais ceux-ci n'apparaissent que rarement bien individualisés. Des processus voisins d'un même complexe peuvent à l'occasion être reliés entre eux médialement ou distalement.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, indiquée par les complexes de processus : 4', 6", 5-6c, 5"', ?1p, 1"", xs. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Un alignement équatorial de processus marque le paracingulum. Aucun complexe ou alignement apparent de processus ne semble marquer le parasulcus.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 54 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 34 µm ; longueur du corps central = 34(40)46 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 20(29)34 µm ; largeur totale du kyste = 62 µm ; largeur du corps central = 33(40)46 µm ; longueur des processus = 10(16)27 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : *Systematophora complicata* NEALE & SARJEANT, 1962 se distingue par ses processus très irrégulièrement ramifiés et reliés entre eux par des trabécules proximaux, médiaux et/ou distaux.

Systematophora areolata KLEMENT, 1960, *Systematophora cretacea* DAVEY, 1979b et *Systematophora valensii* (SARJEANT, 1960a) DOWNIE & SARJEANT, 1965 possèdent des complexes annulaires très nets, bien mieux individualisés que chez *S. silyba.*

La paroi du kyste est scabre à microgranulaire chez *S. silyba* alors qu'elle a une ornementation plus élevée chez *S. scoriacea.* Les processus apparaissent proportionnellement plus courts chez *S. scoriacea* que chez *S. silyba* (longueur des processus/diamètre équatorial du corps central = R = 0,28-0,32 pour le matériel-type de *S. silyba* et R = 0,38-0,42 pour le matériel-type de *S. scoriacea*).

Présence de processus larges et membraneux						*S. palmula*
Absence de processus larges et membraneux	Absence d'une aire ventrale ou dorsale dénuée de processus	Nombreux processus (plus de 4 ou 5) par paraplaque pré-, postcingulaire et antapicale	Liaisons entre les processus adjacents nombreuses et à tous niveaux		Processus très complexes et très découpés	*S. complicata*
					Processus de taille et forme différentes	*S. scoriacea*
					Processus fortement anastomosés ; R ≤ 0,62	*S. penicillata*
					Processus modérément anastomosés ; R ≤ 0,32	*S. valensii*
			Liaisons entre les processus adjacents rares ou absentes	Processus larges et courts		*S. curta*
				Processus effilés	Septes proximaux peu développés ; Diamètre équatorial < 50 µm	*S. silyba*
					Septes proximaux élevés ; Diamètre équatorial > 50 µm ; Plus de 10 processus par complexe annulaire	*S. sp. A*
					Septes proximaux élevés ; Diamètre équatorial > 50 µm ; Moins de 10 processus par complexe annulaire	*S. cretacea*
		Processus peu nombreux (moins de 4 ou 5) par paraplaque pré-, postcingulaire et antapicale	Complexes de processus bien définis	Septes peu élevés (rides) ; Liaisons médiales fréquentes entre les processus adjacents ; Bases souvent fenestrées	Rides proximales discontinues	*S. ancyrea*
					Rides proximales continues	*S. placacantha*
				Liaisons médiales absentes	Rides proximales continues	*S. areolata**
				Septes élevés	Lamelles basales continues	*S. cretacea*
			Complexes de processus mal définis		Processus fins, sensiblement identiques	*S. silyba*
					Processus de taille et forme différentes	*S. scoriacea*
	Présence d'une aire ventrale ou dorsale dénuée de processus					*S. ? variabilis*

Tableau S.d : Clé de détermination spécifique pour le genre *Systematophora* ;
R = longueur des processus/diamètre équatorial du corps central.
(l'espèce-type est suivie d'un astérisque).

Liste des taxons pris en compte :

S. ancyrea COOKSON & EISENACK, 1965a
S. areolata KLEMENT, 1960
Systematophora ? *austinii* (MERRILL, 1895)(= *Geodia* ? *austini* MERRILL, 1895, p. 16, texte-fig. 11) SARJEANT, 1964b (p. 175) : la description originale de cette espèce est trop succincte pour être incluse dans la clé de détermination pour le genre *Systematophora*.
S. complicata NEALE & SARJEANT, 1962
Systematophora conspicua HE CHENG-QUAN & LI PENG, 1981 (pp. 68-69, pl. 33, fig. 10-12) : n'ayant pu obtenir une traduction de la diagnose originale de cette espèce, celle-ci n'est pas incluse dans la clé de détermination.
S. cretacea DAVEY, 1979b
S. curta MATSUOKA & BUJAK, 1988
S. palmula DAVEY, 1982b
S. penicillata (EHRENBERG, 1843) SARJEANT, 1980a
S. placacantha (DEFLANDRE & COOKSON, 1955) DAVEY *et al.*, 1969 *emend.* MAY, 1980
S. silyba DAVEY, 1979a
S. valensii (SARJEANT, 1960a) DOWNIE & SARJEANT, 1965
S. ? variabilis (COOKSON & EISENACK, 1967a) STOVER & EVITT, 1978
S. vestita (DEFLANDRE, 1938b) DAVEY, 1982b

Systematophora sp. **A**

pl. XXV, fig. 13

Description : Kyste phragmochorate, acavate, à corps central subsphérique dont la paroi plutôt

épaisse est composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme microgranulaire. Le périphragme développe seul de nombreux processus fins, lisses et pleins, disposés en complexes annulaires pénitabulaires. Au sein d'un même complexe, les processus sont reliés proximalement par une basse ride. Entre 10 et 12 processus sont présents dans un même complexe. De taille approximativement identique (entre 1/4 et 1/3 du diamètre équatorial du corps central), les processus ont généralement une base simple et présentent une terminaison distale simple ou le plus souvent bifide. Cette bifurcation peut commencer à mi-hauteur des processus.

La paratabulation, de type gonyaulacoïde, est indiquée par les complexes de processus. La formule exacte de la paratabulation n'a pas pu être décryptée à cause du trop grand nombre de processus qui masquent en partie le contour des complexes annulaires. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre.

En zone équatoriale, des rides intratabulaires allongées portent à chaque extrémité un processus non ramifié à terminaison distale bifide, indiquant la position du paracingulum. Le parasulcus est marqué par des processus simples, du même type que ceux du paracingulum.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 90(102)113 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 64(68)76 µm ; longueur du corps central = 64(71)75 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 49(52)53 µm ; largeur totale du kyste = 90(104)113 µm ; largeur du corps central = 62(72)80 µm ; longueur des processus = 14(20)27 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Voir la clé de détermination pour le genre *Systematophora.*

Très proche de *Systematophora cretacea*, cette forme s'en distingue par son plus grand nombre de processus.

Genre TALEISPHAERA DUXBURY, 1979a
emend. MASURE, 1986

Espèce-type : *Taleisphaera hydra* DUXBURY, 1979a *emend.* HARDING, 1986a.

Taleisphaera hydra
DUXBURY, 1979a emend. HARDING, 1986a
fig. S.27 ; pl. XXV, fig. 9

1979b *Bacchidinium polypes* subsp. *polypes* - DAVEY: p. 555, pl. 1, fig. 17.
1979a *Taleisphaera hydra* sp. nov. DUXBURY: p. 201, pl. 2, fig. 1, 4, 6-7.
1982c *Kiokansium hydra* comb. nov. BELOW: pp. 15-16, pl. 9, fig. 11-12, 14-17 ; texte-fig. 3.
1986a *Taleisphaera hydra* emend. HARDING: pp. 97-98, 100, pl. 16, fig. 3-5 ; texte-fig. 1..

Description : Kyste skolochorate, à corps central ovoïdal dont la paroi, non fibreuse, est composée d'un endophragme microperforé et d'un périphragme lisse, étroitement accolés. Le périphragme développe seul des processus pleins, élancés, à hampe cylindrique ou très légèrement conique. Leur

longueur est proche du 1/4 du diamètre équatorial du corps central. Distalement, les processus se terminent par une rosette de courtes épines (extrémités verticillées épineuses). Proximalement, ils sont reliés par de basses rides discontinues formant des complexes intratabulaires. Au sein de chaque complexe, les processus occupent une position gonale ; les processus intergonaux sont exceptionnels.

La paratabulation est exprimée par les complexes intratabulaires et la position gonale des processus. Elle est de type gonyaulacoïde : 4', 6", 6c, 6"', 1p, 1"", xs, ps. La paraplaque 5" est quadrangulaire (*cf.* fig. S.27). L'archéopyle est précingulaire, de type 2P, formé par la perte des paraplaques 3" et 4" ; les pièces operculaires sont libres. Le paracingulum est marqué par un alignement équatorial de processus isolés ou reliés deux à deux en un complexe linéaire, continu ou discontinu. Une forte concentration de processus dans la région sulcale laisse supposer que le parasulcus est bien subdivisé, mais sa paratabulation n'a pas ici pu être déchiffrée en détail.

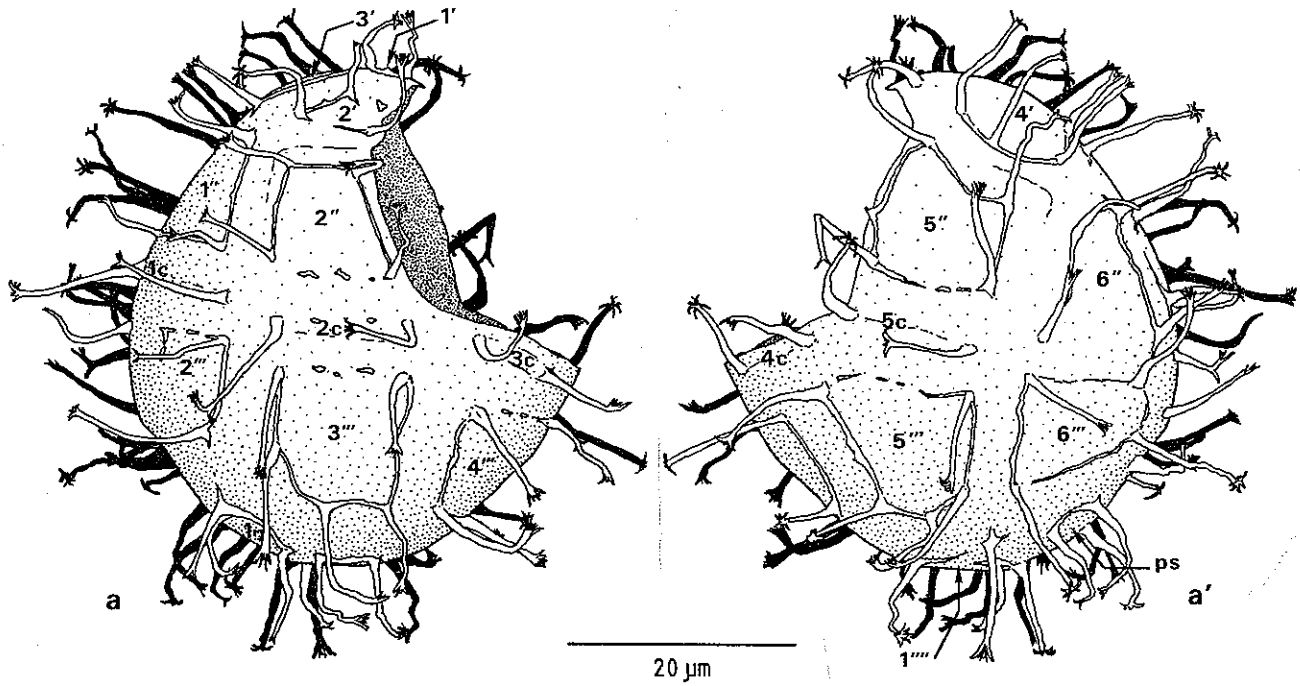


Fig. S.27 : *Taleisphaera hydra* - Vues latérales gauche (**a**) et droite (**a'**) montrant le schéma de la paratabulation.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 50(54)60 µm ; largeur totale du kyste = 48(64)59 µm ; longueur du corps central = 36(40)46 µm ; largeur du corps central = 31(36)41 µm ; longueur des processus = 4(8)12 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : De par la morphologie de ses processus arrangés en complexes intratabulaires et son archéopyle précingulaire, *T. hydra* est une espèce facilement reconnaissable.

Kiokansium polypes (COOKSON & EISENACK, 1962b) BELOW, 1982c possède des processus et un kyste de taille et morphologie similaires à *T. hydra* mais les processus ne sont pas reliés par des rides pénitabulaires.

Les processus de *Taleisphaera* ? *capillata* LISTER & BATTEN, 1988b semblent nombreux, moins rigides et sont branchus environ aux 2/3 de leur longueur, chaque division donnant 2 à 6 filaments très fins, au lieu d'être simples et distalement verticillés comme chez *T. hydra*.

Genre TANYOSPHAERIDIUM DAVEY & WILLIAMS, 1966b

Espèce-type : *Tanyosphaeridium variecalamus* DAVEY & WILLIAMS, 1966b.

Tanyosphaeridium boletus
DAVEY, 1974
pl. XXV, fig. 14 ; pl. XXVI, fig. 10

1974 *Tanyosphaeridium boletum* sp. nov. DAVEY: pp. 61-62, pl. 6, fig. 7.

Description : Kyste skolochorate, acavate, d'ambitus ovale allongé, dont la paroi est constituée d'un endophragme microgranulaire à granulaire,mais parfois scabre, et d'un périphragme lisse à scabre. Ce dernier développe seul des processus répartis uniformément sur tout le kyste. Ceux-ci sont nombreux, tubulaires à infundibuliformes, avec une longueur de l'ordre de 1/3 à 1/2 du diamètre équatorial du corps central. Distalement, ils sont ouverts et nettement évasés en entonnoir. La marge distale des processus est relativement large [1,5(3)6 µm] et lisse ou légèrement déchiquetée.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée par la marge en zigzag de l'archéopyle et le paracingulum qui est parfois dénué de processus. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Environ 6 à 9 processus sont présents sur l'opercule. Le parasulcus n'est pas différencié.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 68 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 44(46)49 µm ; longueur du corps central = 42 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 34(37)42 µm ; largeur totale du kyste = 39(46)53 µm ; largeur du corps central = 23(25)27 µm ; longueur des processus = 9(11)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : *T. boletus* se distingue de *T. regulare* DAVEY & WILLIAMS, 1966b par ses processus souvent moins nombreux, distalement plus évasés et par le fait que le paracingulum est généralement marqué par une bande dénuée de processus.

Les processus de *Tanyosphaeridium isocalamus* (DEFLANDRE & COOKSON, 1955) DAVEY & WILLIAMS, 1969 sont moins élancés et distalement tous tronqués.

Chez *Tanyosphaeridium magneticum* DAVIES, 1983, et *Tanyosphaeridium variecalamus* les processus ne sont pas répartis sur la totalité du kyste.

Tanyosphaeridium magneticum

DAVIES, 1983

pl. XXV, fig. 18 ; pl. XXVI, fig. 11

1980 *Bourkidinium* sp. AE MCINTYRE & BRIDEAUX: p. 18, pl. 6, fig. 2-3.
1983 *Tanyosphaeridium magneticum* sp. nov. DAVIES: p. 25, pl. 8, fig. 1-8, 11-12 ; texte-fig. 20.

Description : Kyste skolochorate, acavate, d'ambitus ovale fortement allongé, dont la paroi est composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme épais, scabre à microgranulaire qui seul développe des processus. Ceux-ci sont essentiellement regroupés aux pôles du kyste. Outre les processus polaires, au nombre de 14-17 à chaque extrémité, il y a quelques processus intermédiaires, paracingulaires (0-3). Tous les processus sont tubulaires et ouverts distalement, mais leur terminaison est très variable ; certaines restent cylindriques, d'autres s'évasent. Tous les stades intermédiaires sont présents, parfois simultanément sur un même individu.

Outre un alignement éventuel de processus paracingulaires, la paratabulation, de type gonyaulacoïde, est exprimée seulement par l'archéopyle apical de type [tA] ; l'opercule est libre et composé. Lorsque l'opercule est libéré, 3 à 8 processus peuvent rester le long de la marge de l'archéopyle.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 58 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 41(46)57 µm ; longueur du corps central = 43 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 30(36)43 µm ; largeur totale du kyste = 37(46)60 µm ; largeur du corps central = 17(25)33 µm ; longueur des processus = 9(12)15 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Chez *Bourkidinium granulatum* MORGAN, 1975, les processus reflétant les paraplaques des séries pré- et paracingulaires manquent totalement.

Les processus de *Tanyosphaeridium variecalamus* ont une base relativement large et ovale et présentent une hampe conique. Ceux-ci sont plus nombreux que chez *T. isocalamus* (20-31 sans l'opercule et jusqu'à 38 au total) notamment sur le paracingulum où ils sont au nombre de 6.

Tanyosphaeridium regulare

DAVEY & WILLIAMS, 1966b

pl. XXV, fig. 16-17

1966b *Tanyosphaeridium regulare* sp. nov. DAVEY & WILLIAMS: pp. 99-100, pl. 3, fig. 4.

Description : Kyste skolochorate, acavate, d'ambitus ovale allongé, dont la paroi est constituée d'un endophragme épais, microgranulaire à granulaire et d'un périphragme plus fin, lisse à scabre. Ce dernier développe seul des processus répartis uniformément sur tout le kyste. Ceux-ci sont nombreux, tubulaires à très légèrement coniques, avec une longueur de l'ordre de 1/3 à 1/2 diamètre

équatorial du corps central. Distalement ils sont ouverts et tronqués ou légèrement évasés.

La paratabulation est de type gonyaulacoïde, soulignée uniquement par la marge en zigzag de l'archéopyle apical, de type [tA] ; l'opercule est libre et composé. Environ 6 à 9 processus sont présents sur l'opercule. La répartition uniforme des processus ne permet pas de distinguer le paracingulum ni le parasulcus.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 43(47)52 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 33(36)39 µm ; largeur totale du kyste = 41(50)60 µm ; largeur du corps central = 23(27)31 µm ; longueur des processus = 5(12)18 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : Espèce très proche, *Tanyosphaeridium boletus* se distingue de *T. regulare* par : sa paroi scabre à microgranulaire plutôt que microgranulaire à granulaire ; ses processus légèrement moins nombreux, distalement plus évasés ; et par le fait que le paracingulum est généralement marqué par une bande dénuée de processus.

Les processus de *Tanyosphaeridium isocalamus* (DEFLANDRE & COOKSON, 1955) DAVEY & WILLIAMS, 1969 sont moins élancés et distalement tous tronqués.

Chez *Tanyosphaeridium magneticum* et *Tanyosphaeridium variecalamus* les processus ne sont pas répartis sur la totalité du kyste.

Tanyosphaeridium variecalamus
DAVEY & WILLIAMS, 1966b
pl. XXV, fig. 15 ; pl. XXVI, fig. 12

1966b *Tanyosphaeridium variecalamus* sp. nov. DAVEY & WILLIAMS: p. 98-99, pl. 6, fig. 7 ; texte-fig. 20.

Description : Kyste skolochorate, acavate, d'ambitus ovale fortement allongé dont la paroi est constituée d'un endophragme granulaire et d'un périphragme lisse à scabre. Ce dernier développe seul des processus essentiellement regroupés aux pôles du kyste (14-17 à chaque extrémité) ainsi que 5-6 processus paracingulaires situés à mi-hauteur du kyste. Tous les processus sont tubulaires à coniques et ouverts distalement avec une terminaison souvent évasée dont la bordure est lisse parfois parcourue par quelques courtes épines.

La paratabulation est gonyaulacoïde, exprimée par l'archéopyle et l'alignement des processus paracingulaires. L'archéopyle est apical, de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Lorsque celui-ci est libéré, 6 à 9 processus peuvent rester le long de la marge de l'archéopyle.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 61 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 46(48)49 µm ; longueur du corps central = 46 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 34(37)39 µm ; largeur totale du kyste = 41(50)53 µm ; largeur du corps central = 25(28)32 µm ; longueur des processus = 9(13)16 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Tanyosphaeridium isocalamus* possède des processus plus nombreux que chez *T. variecalamus*, répartis sur la totalité du kyste, avec une extrémité distale plus uniformément tronquée.

Tanyosphaeridium magneticum DAVIES, 1983 ne possède que 0 à 3 processus paracingulaires.

Genre **TRICHODINIUM** EISENACK & COOKSON, 1960
emend. CLARKE & VERDIER, 1967

Espèce-type : *Trichodinium pellitum* EISENACK & COOKSON, 1960.

Trichodinium spinosum
CH. SINGH, 1971
pl. XXV, fig. 12

1971 *Trichodinium spinosum* sp. nov. CH. SINGH: pp. 316-317, pl. 48, fig. 8-9 ; texte-fig. 53.

Description : Kyste proximochorate, skolochorate, acavate, dont le corps central est ovoïde, surmonté par une courte projection apicale (8-10 µm) donnant au kyste la forme d'une goutte d'eau. Cette projection est tubulaire et semble ouverte et évasée distalement. La paroi est constituée d'un autophragme seul dont la surface apparaît ponctuée. Le kyste est recouvert de nombreux processus droits à sinueux, pleins, aciculaires à base parfois élargie. Les processus branchus sont exceptionnels. La surface des processus est lisse.

L'arrangement des processus est non tabulaire et la paratabulation, de type gonyaulacoïde, n'est de ce fait indiquée que par l'archéopyle, précingulaire de type $P_{(3'')}$ ainsi que, rarement, par le paracingulum correspondant à une étroite bande équatoriale dénuée de processus. L'opercule est simple et libre. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 59(69)80 µm ; largeur totale du kyste = 53(63)74 µm ; longueur du corps central = 48(55)62 µm ; largeur du corps central = 37(46)55 µm ; longueur de la projection apicale = 5(6)8 µm ; longueur des processus = 7(9)12 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Comparaisons : *Trichodinium intermedium* EISENACK & COOKSON, 1960 ressemble à *T. spinosum* mais en diffère par des processus plus courts, une corne apicale épineuse, et un corps central plus grand (90-100 x 76-81 µm).

Trichodinium pellitum, *Trichodinium hirsutum* COOKSON, 1965b sont distincts de *T. spinosum* en possédant une projection antapicale plus importante et en ayant un kyste plus grand.

Chez *Pervosphaeridium truncatum* (DAVEY, 1969a) BELOW, 1982c, les processus sont fibreux, tronqués et l'archéopyle est formé par la perte de 2 paraplaques précingulaires.

Exochosphaeridium phragmites DAVEY *et al.*, 1966 possède des processus fibreux, parfois reliés proximalement. La morphologie du processus apical (foliée) est de plus différente de chez *T. spinosum*.

Famille **PERIDINIACEAE** EHRENBERG, 1832

Genre **APROBOLOCYSTA** DUXBURY, 1977
emend. DUXBURY, 1980 emend. MEHROTRA & SARJEANT, 1986 emend. POURTOY, 1988

Espèce-type : *Aprobolocysta eilema* DUXBURY, 1977.

Aprobolocysta eilema
DUXBURY, 1977
pl. IX, fig. 4

1977 *Aprobolocysta eilema* sp. nov. DUXBURY: pp. 52-53, pl. 14, fig. 4-5, 8 ; texte-fig. 19.

Description : Kyste proximate à proximochorate, acavate, de forme ovoïdale allongée avec un hypokyste moins long et plus arrondi que l'épikyste. La paroi est double, composée d'un endophragme fortement granulaire et d'un périphragme fin, lisse, généralement chagriné. Le périphragme entoure l'endokyste d'une façon assez lâche, surtout au niveau des septes que seul il développe. Ces septes sont relativement hauts, sinueux, à crête lisse. Ils sont très bien développés dans les zones polaires et paracingulaire. Ailleurs, ils sont beaucoup plus bas, voire inexistants.

La paratabulation n'est indiquée que par la marge irrégulièrement découpée de l'archéopyle ainsi que par le paracingulum. Ce dernier est marqué par un haut septe transversal situé vers le tiers inférieur du kyste, au niveau de sa plus grande largeur. L'archéopyle est apical, supposé de type [tA] (*cf.* POURTOY, 1988). L'opercule est libre mais peut rester attaché. Le parasulcus n'est pas exprimé, se situant certainement au niveau de la profonde encoche ventrale dans la marge de l'archéopyle.

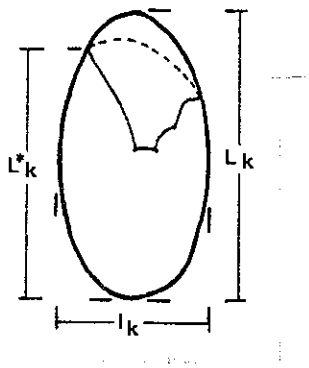


Fig. S.28 : Position des mesures pour le genre *Aprobolocysta* :
L_k = longueur totale du kyste,
L^*_k = longueur du kyste sans l'opercule,
l_k = largeur du kyste.

Dimensions : Longueur totale du kyste (avec l'opercule) = 62(64)70 µm ; longueur totale du kyste (sans l'opercule) = 43(52)59 µm ; largeur totale du kyste = 38(44)52 µm ; longueur du kyste sans l'ornementation (avec l'opercule) = 44(57)65 µm ; longueur du kyste sans l'ornementation (sans l'opercule) = 37(44)43 µm ; largeur du kyste sans l'ornementation = 34(39)43 µm ; hauteur du péricœle apical = 4(4,5)5 µm ; hauteur du péricœle latéral = 2(3,5)5 µm ; hauteur du péricœle antapical = 2(4)7 µm.

Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Voir le tableau S.e.

Décollement du périphragme sur toute la surface du kyste	Plis de relief peu élevé - paracingulum généralement non indiqué	Absence d'une corne apicale et présence de deux protubérances antapicales	*A. galeata*
	Vermicules et projections lamellaires de contour déchiqueté - paracingulum généralement non indiqué	Absence d'une corne apicale et de protubérance antapicale	*A. trycheria*
		Présence d'une corne apicale et de deux protubérances antapicales	*A. aff. trycheria*
	Plis et septes élevés - paracingulum généralement non indiqué	Absence d'une corne apicale et de protubérance antapicale	*A. neistosa*
		Présence d'une corne apicale et de deux protubérances antapicales	*A. ? sp. A*
Décollement du périphragme localisé sur la surface du kyste	Plis et septes élevés sur l'épikyste et l'hypokyste - présence d'un septe paracingulaire	Absence de corne et/ou de protubérance apicale et antapicale	*A. eilema**
		Absence de corne apicale - présence de deux cornes antapicales	*A. alata*
	Plis et septes peu élevés sur l'épikyste et l'hypokyste - absence de septe paracingulaire	Absence de corne apicale - présence de deux cornes antapicales	*A. bipartita*
	Plis développés à l'antapex uniquement - absence d'un septe paracingulaire - ? absence de cornes et/ou de protubérances apicale et antapicale		*A. ? arguta*

Tableau S.e : Clé de détermination spécifique pour le genre *Aprobolocysta* (d'après POURTOY, 1988).
(l'espèce-type est suivie d'un astérisque).

Liste des espèces considérées dans la clé de détermination :
A. alata BACKHOUSE, 1987
A. ? arguta YU JINGXIAN, 1982
A. bipartita BACKHOUSE, 1987
A. eilema DUXBURY, 1977
A. galeata BACKHOUSE, 1987
A. neistosa DUXBURY, 1980
A. trycheria POURTOY, 1988
A. ? sp. A DAVEY, 1982b

Aprobolocysta neistosa
DUXBURY, 1980
pl. IX, fig. 5

1980 *Aprobolocysta neistosa* sp. nov. DUXBURY: pp. 112-113, pl. 2, fig. 8-9 ; texte-fig. 5.

Description : Kyste proximate, acavate, de forme ovoïde allongée, dont la paroi est composée d'un endophragme scabre à microgranulaire, d'aspect chagriné, et d'un périphragme lisse et mince. Ces deux membranes sont fortement accolées l'une à l'autre sauf au niveau des fins septes que seul développe le périphragme. Ces septes, à crête lisse, ont un tracé sinueux. Ils soulignent parfois une paratabulation de formule cependant indéchiffrable. Des septes secondaires viennent souvent se rajouter, intersectant les paraplaques et donnant un réticulum informe. La hauteur des septes reste assez faible (jusqu'à 4 µm) et nettement inférieure à celle du matériel-type.

L'archéopyle est apical, supposé de type [tA] (*cf.* POURTOY, 1988), avec un contour dissymétrique. L'opercule est libre mais peut rester en place. Le paracingulum est rarement observable. Quant au parasulcus, sa position semble se situer au niveau du maximum d'échancrure de l'archéopyle.

Dimensions : Longueur totale du kyste (avec l'opercule) = 57(58)59 µm ; longueur totale du kyste (sans l'opercule) = 50(52)54 µm ; largeur totale du kyste = 37(41)47 µm ; hauteur de l'ornementation = 1(2)4 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : Voir le tableau S.e.

Aprobolocysta trycheria
POURTOY, 1988
pl. IX, fig. 6 ; pl. XI, fig. 8

1988 *Aprobolocysta trycheria* sp. nov. POURTOY: pp. 388-389, pl. 1, fig. 1-6, 8 ; pl. 5, fig. 1-2, 5, 9.

Description : Kyste proximate, acavate, de forme ovoïde allongée, dont la paroi est double, composée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés l'un à l'autre. L'ornementation, uniforme sur tout le kyste, est constituée de vermicules et de projections plus ou moins lamellaires, déchiquetées, de relief peu élevé (maximum 6 µm).

La paratabulation n'est indiquée que par la marge irrégulièrement découpée de l'archéopyle. Ce dernier est apical, vraisemblablement de type [tA] (*cf.* POURTOY, 1988). Le contour de l'archéopyle montre en face ventrale une profonde encoche, sans doute au niveau du parasulcus. L'opercule est libre mais peut rester attaché. Le paracingulum n'est généralement pas exprimé, mais sa position peut être suggérée par un vague alignement transversal de l'ornementation vers le tiers inférieur du kyste, au niveau de sa plus grande largeur. Le parasulcus n'est pas exprimé.

Dimensions : Longueur totale du kyste (avec l'opercule) = 58(59)62 µm ; longueur totale du kyste (sans l'opercule) = 50(52)63 µm ; largeur totale du kyste = 34(40)44 µm ; hauteur de l'ornementation = 1(3)6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : Voir le tableau S.e.

Genre **BATIOLADINIUM** BRIDEAUX, 1975
emend. POURTOY, 1988

Espèce-type : *Batioladinium jaegeri* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975.

Batioladinium ? exiguum

(ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975

pl. IX, fig. 12 ; pl. XI, fig. 9

1961 *Broomea exigua* sp. nov. ALBERTI: pp. 26-27, pl. 5, fig. 14.
1975 *Batioladinium ? exiguum* comb. nov. BRIDEAUX: p. 1240.
[1975 *Necrobroomea exigua* comb. nov. WIGGINS: p. 111].
[1980 *Imbatodinium exiguum* comb. nov. DÖRHÖFER & DAVIES: p. 37].

Description : Kyste proximate, d'ambitus elliptique à ovale allongé, portant 1 corne apicale bien développée, axiale, et 2 antapicales réduites. Ces dernières sont souvent de taille inégale. Les trois cornes sont creuses et arrondies à leur extrémité distale. La paroi, constituée d'un autophragme seul, est scabre à microgranulaire.

La paratabulation est exprimée uniquement par la marge découpée de l'archéopyle. Celui-ci est apical, certainement de type [tA] (*cf.* POURTOY, 1988), et montre une profonde encoche ventrale. L'opercule est libre mais peut rester en place. Le parasulcus et le paracingulum ne sont pas exprimés.

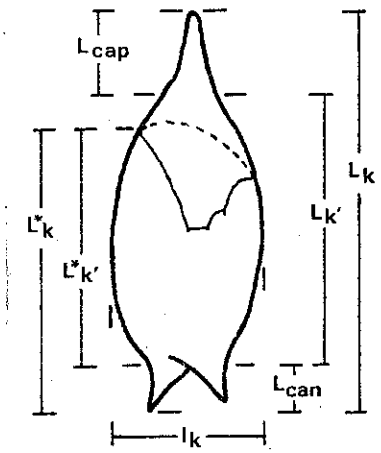


Fig. S.29 : Position des mesures pour le genre *Batioladinium* :
L_k = longueur totale du kyste,
L^*_k = longueur du kyste sans l'opercule,
$L_{k'}$ = longueur du corps central,
$L^*_{k'}$ = longueur du corps central sans l'opercule,
l_k = largeur du kyste,
L_{cap} = longueur de la corne apicale,
L_{can} = longueur des cornes antapicales.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 60(74)81 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 52(55)63 µm ; largeur du kyste = 31(35)40 µm ; longueur de la corne apicale = 7(12)16 µm ; longueur des cornes antapicales = 1(5)9 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 11.

Comparaisons : De par sa paroi faiblement ornementée, *Batioladinium jaegeri* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 est l'espèce la plus proche de *B. ? exiguum*. Elle s'en distingue par une forme plus allongée et surtout des cornes antapicales plus longues (7-10 µm) et pointues.

Chez *Protobatioladinium westburiensis* NØHR-HANSEN, 1986, la paroi est totalement lisse et l'archéopyle est combiné, de type [tA2I].

Batioladinium ? gochtii

(ALBERTI, 1961) LENTIN & WILLIAMS, 1977b

pl. IX, fig. 11

1961 *Broomea gochti* sp. nov. ALBERTI: p. 27, pl. 5, fig. 8-10, 16?.
1975 *Necrobroomea gochtii* comb. nov. WIGGINS: p. 111.
1977 *Batioladinium ? gochtii* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 14.
[1980 *Imbatodinium gochtii* comb. nov. DÖRHÖFER & DAVIES: p. 37].

Description : Kyste proximate, d'ambitus ovale, portant 1 corne apicale axiale, modérément longue, et 1, parfois 2, antapicales relativement courtes. Lorsqu'elle est présente, la deuxième corne antapicale est très réduite. L'épikyste est plus conique que l'hypokyste et la plus grande largeur se situe au-dessous de la zone équatoriale, donnant au kyste une forme de poire. La paroi est microgranulaire à granulaire, constituée d'un autophragme seul.

La paratabulation n'est pas exprimée, si ce n'est par la marge de l'archéopyle, nettement plus haute en face dorsale que ventrale. L'archéopyle est apical, supposé de type [tA] (*cf.* POURTOY, 1988) ; l'opercule est libre mais reste parfois en place. Le parasulcus et le paracingulum ne sont pas exprimés, excepté, parfois, par une légère dépression équatoriale qui pourrait refléter le paracingulum.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 65(70)77 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 52(54)59 µm ; largeur du kyste = 37(41)43 µm ; longueur de la corne apicale = 6(9)17 µm ; longueur de la première corne antapicale = 3(4)6 µm ; longueur de la seconde corne antapicale = 0,5(0,7)1 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 4.

Comparaisons : Sa forme générale en poire, une seule corne antapicale (éventuellement accompagnée d'une seconde, très réduite) et sa paroi granulaire différencient *B.* ? *gochtii* des autres espèces du genre *Batioladinium*.

Batioladinium jaegeri

(ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975

pl. IX, fig. 13

1961 *Broomea jaegeri* sp. nov. ALBERTI: p. 26, pl. 5, fig. 1-7.
non 1962 *Pseudoceratium gochtii* sp. nov. NEALE & SARJEANT: pp. 446-448, pl. 20, fig. 3-4 ; texte-fig. 5.
1962 *Pseudoceratium gochtii* sp. nov. POCOCK: p. 79, pl. 14, fig. 213-214.
1975 *Batioladinium jaegeri* comb. nov. BRIDEAUX: pp. 1241-1242, fig. 1-3.
[1975 *Necrobroomea jaegeri* comb. nov. WIGGINS: p. 111].
[1980 *Imbatodinium jaegeri* comb. nov. DÖRHÖFER & DAVIES: p. 37, fig. 32 C, G].
1981 *Pseudoceratium hansgochtii* sp. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 236. *Nom. subst. pro Pseudoceratium gochti* POCOCK, 1962.

Remarque taxonomique : DAVEY (1974, p. 64) considère les paratypes de *B. jaegeri* (ALBERTI, 1961, pl. 5, fig. 3-7) comme synonymes de *Broomea micropoda* EISENACK & COOKSON, 1960,

devenu *Batioladinium micropodum* (EISENACK & COOKSON, 1960)BRIDEAUX, 1975. Cette proposition n'est pas prise en compte par LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 37) qui citent comme référence de l'espèce *B. jaegeri* tous les spécimens illustrés par ALBERTI (*op. cit.*) sous ce nom.

Description : Kyste proximate, d'ambitus elliptique allongé, portant 1 longue corne apicale effilée, axiale, et 2 antapicales relativement courtes. Ces dernières sont souvent de longueur inégale et ont une base généralement large. Les cornes, toutes les trois creuses, sont pointues à leur extrémité distale. La paroi est lisse à microgranulaire, constituée d'un autophragme seul.

La paratabulation n'est pas exprimée, excepté par la marge irrégulière et dissymétrique de l'archéopyle qui montre une profonde encoche ventrale sans doute au niveau du parasulcus. L'archéopyle est apical, vraisemblablement de type [tA] (*cf.* POURTOY, 1988) ; l'opercule est libre mais peut rester attaché. Le parasulcus et le paracingulum ne sont pas exprimés.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 47(65)85 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 42(47)57 µm ; largeur du kyste = 20(29)33 µm ; longueur des cornes antapicales = 4(10)26 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *B. longicornutum* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 et *Batioladinium radiculatum* DAVEY, 1982b possèdent par rapport à *B. jaegeri* des cornes antapicales beaucoup plus longues (plus de 20 µm). *B. radiculatum* possède de plus une ornementation de l'hypokyste granulaire à tuberculée discriminante.

Batioladinium ? *exiguum* a une forme moins allongée et surtout des cornes antapicales plus courtes (3-5 µm) et non pointues.

Batioladinium longicornutum
(ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975
pl. IX, fig. 9-10

1961 *Broomea* ? *longicornuta* sp. nov. ALBERTI: pp. 27-28, pl. 5, fig. 18-21; pl. 6, fig. 1-2.
1975 *Batioladinium longicornutum* comb. nov. BRIDEAUX: p. 1240.
[1975 *Necrobroomea longicornuta* comb. nov. WIGGINS: p. 111].
[1980 *Imbatodinium longicornutum* comb. nov. DÖRHÖFER & DAVIES: p. 37, fig. 32 E].

Description : Kyste proximate, d'ambitus elliptique allongé, portant 3 longues cornes ; 1 apicale, axiale, et 2 antapicales décalées par rapport à l'axe sagittal. Lorsqu'elle est présente, la corne apicale apparaît plus longue que les antapicales, elles-mêmes de longueur souvent inégale. Ces dernières peuvent présenter à leur extrémité distale une bifurcation plus ou moins longue. Les cornes sont creuses et perforées proximalement à médialement, la taille des perforations diminuant de la base vers l'extrémité distale de la corne. La paroi est lisse à microgranulaire, constituée d'un autophragme seul.

La paratabulation n'est pas exprimée, excepté par la marge de l'archéopyle, nettement plus

haute sur une face que sur l'autre. L'archéopyle est apical, certainement de type [tA] ; l'opercule est composé et libre. Le parasulcus et le paracingulum ne sont pas exprimés, mais la présence, inaccoutumée, d'une légère dépression équatoriale pourrait refléter ce dernier.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 207(208)209 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 105(111)121 µm ; longueur du corps central = 73(74)75 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 39(55)63 µm ; largeur du kyste = 21(35)48 µm ; longueur de la corne apicale = 75(82)87 µm ; longueur des cornes antapicales = 20(38)62 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : *B. longicornutum* se distingue des autres représentants du genre par ses longues cornes apicale et antapicales.

Batioladinium radiculatum DAVEY, 1982b qui possède également de longues cornes se démarque de *B. longicornutum* par des cornes antapicales toutefois moins développées et par son hypokyste orné de tubercules.

Broomea ramosa COOKSON & EISENACK, 1958 et *Broomea simplex* COOKSON & EISENACK, 1958 diffèrent de *B. longicornutum* par leur archéopyle intercalaire de type I(2a).

Batioladinium ? pelliferum
(ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975
pl. IX, fig. 8

1961 *Broomea pellifera* sp. nov. ALBERTI: pp. 26, pl. 5, fig. 11-13.
1975 *Batioladinium ? pelliferum* comb. nov. BRIDEAUX: p. 1240.
[1980 *Imbatodinium pelliferum* comb. nov. DÖRHÖFER & DAVIES: p. 38, fig. 18, 33 A-D].

Remarques taxonomiques : BRIDEAUX (1975, p. 1240) considère cette espèce comme provisoirement acceptée dans le genre *Batioladinium*, mais sans expliquer ses raisons. WIGGINS (1975, p. 111) considère cette espèce comme synonyme junior de *Batioladinium micropodum* (EISENACK & COOKSON, 1960) BRIDEAUX, 1975. Cette mise en synonymie est refusée par DÖRHÖFER & DAVIES (1980, p. 38) suivis par LENTIN & WILLIAMS (1981, pp. 152-153).

Description : Kyste proximate, d'ambitus elliptique à ovoïde allongé, portant 1 corne apicale bien développée, axiale, et 2 antapicales réduites. Ces dernières sont souvent de taille inégale. Les trois cornes sont creuses et arrondies à leur extrémité distale. La paroi est constituée d'un autophragme seul, ayant un aspect externe poilu, telle une fourrure dont les poils seraient de longueur légèrement et irrégulièrement différente.

La paratabulation est exprimée uniquement par la marge découpée de l'archéopyle. Celui-ci est apical, certainement de type [tA] (*cf.* POURTOY, 1988) et montre une profonde encoche ventrale. L'opercule est libre mais peut rester en place. Le parasulcus et le paracingulum ne sont pas exprimés.

Remarque : Dans le matériel étudié ici, *B.* ? *pelliferum* et *B. varigranosum* ont la même ornementation. Cette ornementation semble, d'après les illustrations, se rapprocher de celle des formes figurées par DUXBURY (1977, pl. 13, fig. 8) sous *Necrobroomea micropoda*, BRIDEAUX (1977, pl. 2, fig. 7) sous *Batioladinium micropodum*, DAVEY (1982b, pl. 5, fig. 5-6) sous *Batioladinium varigranosum*.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 58(64)69 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 42(49)53 µm ; largeur du kyste = 34(37)38 µm ; longueur de la corne apicale = 5(6)9 µm ; longueur des cornes antapicales = 1(3)6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : DÖRHÖFER & DAVIES (1980, p. 38) insistent sur la différence entre *B.* ? *pelliferum* et *B. micropodum*, de par l'ornementation grossièrement et densément granulaire de *B. micropodum* («coarsely and closely granular» : EISENACK & COOKSON, 1960, p. 7) plutôt que de type "fourrure" («pelzartigen Besatz» : ALBERTI, 1961, p. 26).

Chez *Batioladinium varigranosum* (DUXBURY, 1977) DAVEY, 1982b, les cornes antapicales sont pratiquement toujours absentes et il n'y a pas de corne apicale.

Batioladinium varigranosum
(DUXBURY, 1977) DAVEY, 1982b
pl. IX, fig. 7

1977 *Aprobolocysta varigranosa* sp. nov. DUXBURY: pp. 53-54, pl. 14, fig. 6-7 ; texte-fig. 20.
1982b *Batioladinium varigranosum* comb. nov. DAVEY: p. 22, pl. 5, fig. 5-6.

Description : Kyste proximate, d'ambitus elliptique à ovale allongé. L'apex et l'antapex sont arrondis (pas de corne apicale) ; une corne antapicale très réduite et très arrondie peut cependant être présente. La paroi, constituée d'un autophragme seul, est relativement épaisse, avec une ornementation ressemblant à une sorte de fourrure dont les poils auraient une longueur irrégulièrement différente. A partir du tiers inférieur du kyste, cette ornementation porte des granules de plus en plus denses, prenant un aspect franchement granulaire vers l'antapex.

La paratabulation est exprimée uniquement par la marge découpée de l'archéopyle. Celui-ci est apical, certainement de type [tA] (*cf.* POURTOY, 1988) et montre une profonde encoche ventrale. L'opercule est libre mais peut rester en place. Le parasulcus et le paracingulum ne sont pas exprimés.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 52(57)68 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 46(51)59 µm ; largeur du kyste = 34(38)41 µm ; longueur de la corne apicale = 0-1 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *B. varigranosum* se distingue de *Batioladinium* ? *pelliferum* (ALBERTI, 1961)

BRIDEAUX, 1975 par ses cornes antapicales pratiquement toujours absentes et l'absence de corne apicale. (Voir également la remarque sous *B.* ? *pelliferum*).

Genre **DINGODINIUM** COOKSON & EISENACK, 1958
emend. MEHROTRA & SARJEANT, 1984b

Espèce-type : *Dingodinium jurassicum* COOKSON & EISENACK, 1958.

Dingodinium cerviculum
subsp. **cerviculum**
COOKSON & EISENACK, 1958 emend. MEHROTRA & SARJEANT, 1984b

1958 *Dingodinium cerviculum* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 40, pl. I, fig. 12-14.
1984b *Dingodinium cerviculum* emend. MEHROTRA & SARJEANT: pp. 296-300, pl. 1, fig. 1-7 ; pl. 2, fig. 1-6 ; pl. 3, fig. 1-4 ; pl. 4, fig. 1-7 ; texte-fig. 1-2.

Remarques taxonomiques : La question de l'individualité de *Dingodinium albertii*, espèce très similaire à *D. cerviculum* de par ses caractères morphologiques (bien que de taille plus petite) et sa distribution stratigraphique, a longtemps été matière à controverse. Lorsqu'il proposa ?*D. albertii*, SARJEANT (1966b, pp. 210-211) différenciait cette forme de *D. cerviculum* et des autres espèces du genre, en se basant principalement sur une ornementation plus dense de l'endophragme et un contour relativement plus arrondi.

Des informations nouvelles provenant du monde entier, et tendant à montrer que ces différences morphologiques peuvent varier au sein d'une même espèce, conduisirent HASKELL (1969, p. 60) à proposer la mise en synonymie de *D. albertii* et *D. cerviculum* ; ce dernier taxon ayant la priorité sur le précédent. Cette mise en synonymie est refusée par DAVEY & VERDIER (1974, p. 632) pour qui la différence de taille entre ces deux formes est trop importante. Ce point de vue est partagé par DUXBURY (1977, p. 29-30), DAVEY (1978, p. 894), LENTIN & WILLIAMS (1981, p. 83)...

Une analyse des tailles de ces deux taxons montre (MEHROTRA & SARJEANT, 1984b, p. 298) que, dans certaines régions du globe, il y a une nette séparation entre leurs dimensions (*cf.* fig. S.30). Les individus australiens sont généralement grands voire très grands. Pour le matériel-type de *D. cerviculum*, la longueur du périkyste se situe entre 81 et 109 µm (*cf.* COOKSON & EISENACK, 1958, p. 40), et des individus ayant une longueur supérieure à 138 µm ont été rapportés par COOKSON & EISENACK (1982, p. 34). Les spécimens européens attribués à *D. albertii* ont une longueur totale beaucoup plus réduite et moins étalée : 50-66 µm pour le matériel-type décrit par SARJEANT (1966b). DAVEY (1978, p. 894) observe à la fois des individus grands (L = 75-100 µm) et comparativement petits (L = 56-63 µm) dans un sondage au large du Sud-Ouest de l'Afrique, les attribuant respectivement à *D. cerviculum* et *D. albertii*. Les longueurs de spécimens d'Amérique du Nord : 63-100 µm (HABIB, 1976, p. 383) et du Sud de l'Inde : 71-100 µm (MEHROTRA & SARJEANT, 1984b, p. 298) fournissent des valeurs intermédiaires. L'existence de ces formes de tailles intermédiaires amène de sérieux doutes quant au fondement de l'utilisation du paramètre taille

pour séparer spécifiquement ces deux taxons. Pour cette raison, à l'instar de HASKELL (1969, p. 60), d'autres auteurs comme HABIB (1976, p. 382), MEHROTRA & SARJEANT (1984b, pp. 296-300), LENTIN & WILLIAMS (1985, p. 109) préconisent la mise en synonymie de *D. cerviculum* et *D. albertii*. Cependant, DUXBURY (1977, p. 29), DAVEY (1978, p. 894) et plus récemment STOVER & HELBY (1987d, p. 282) préfèrent garder leur identité à ces deux taxons.

Se basant sur des informations déjà publiées, ainsi que sur leur propres observations concernant *D. cerviculum*, STOVER & HELBY (*op. cit.*) ajoutent qu'en plus de sa différence de taille, l'endokyste de *D. albertii* tend à avoir un contour subcirculaire plutôt qu'elliptique et que ses épipéricœles sont plus petits que ceux de *D. cerviculum*. Cette dernière position est suivie par LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 110).

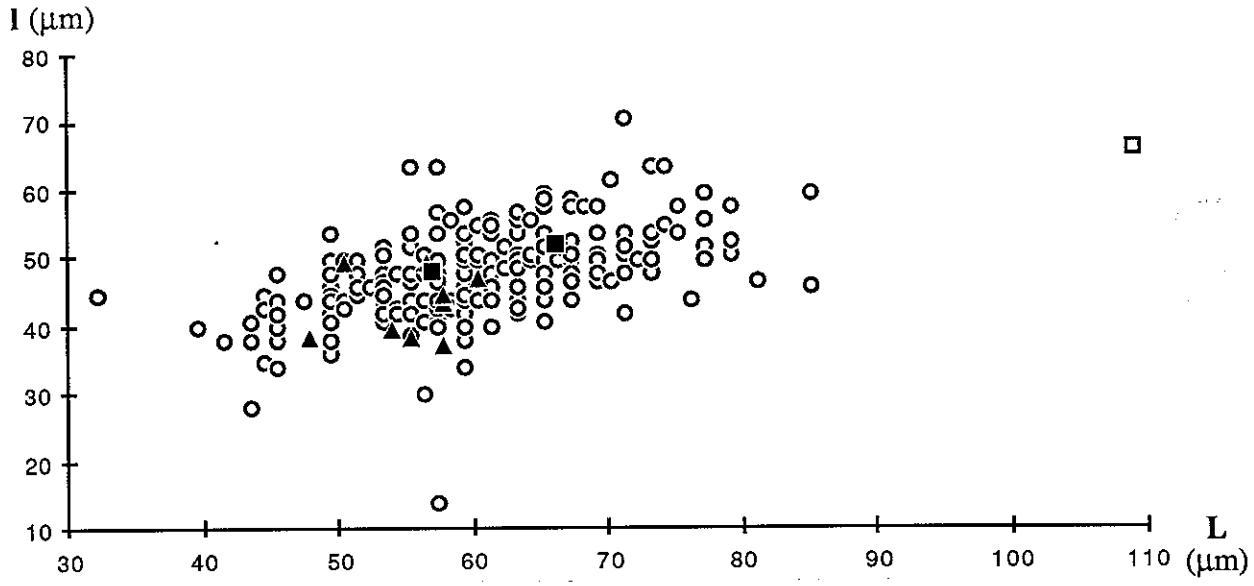
Mon opinion concernant ce sujet va dans le sens de celle de BACKHOUSE (1988, p. 84) pour qui *D. cerviculum* et *D. albertii* sont plutôt à considérer comme des représentants d'une même espèce dont la morphologie du kyste dépend de sa situation dans l'hémisphère Nord ou Sud : un grand nombre des spécimens illustrés sous *D. albertii* et des spécimens de l'hémisphère Nord attribués à *D. cerviculum* sont moins allongés et possèdent une corne apicale plus courte que les formes de *D. cerviculum* de l'hémisphère Sud.
Compte tenu de ces observations, il me paraît préférable de garder à *albertii* son identité, mais uniquement en tant que sous-espèce de *D. cerviculum* et non pas en tant qu'espèce.

Dingodinium cerviculum
subsp. **albertii**
(SARJEANT, 1966c) stat. nov.
pl. X, fig. 2, 4-5 ; pl. XI, fig. 1, 4-6

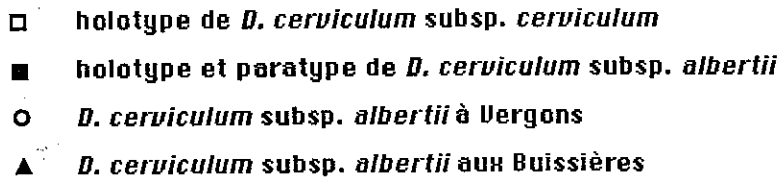
1961 *Dingodinium* sp. A ALBERTI: p. 17, pl. 3, fig. 16.
1966c *?Dingodinium albertii* sp. nov. SARJEANT: pp. 210-211, pl. 21, fig. 3 ; pl. 23, fig. 1.

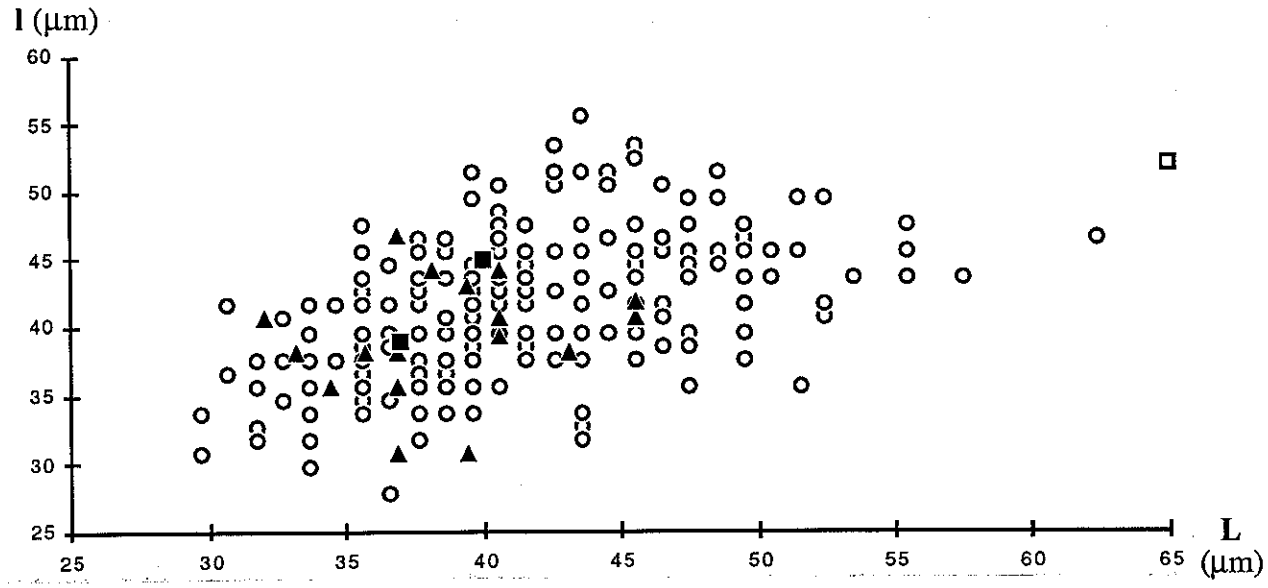
Description : Kyste proximate, camocavate, parfois delphicavate, comprimé latéralement et surmonté par une corne apicale en forme de cou que seul développe le périphragme. De taille modérée à relativement longue, elle apparaît, chez les spécimens bien préservés, fermée à son extrémité. Dans les autres cas, elle apparaît tronquée et ouverte. Une bosse ou protrusion apicale formée par l'endophragme se remarque parfois chez certains individus du présent matériel.

La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme accolés en face ventrale, parfois dorsale (seulement sur l'épikyste) et libres ailleurs. L'endokyste a un contour subcirculaire à légèrement elliptique et le péricœle qui l'entoure lui donne une position excentrée. Le périphragme est mince, lisse et transparent. L'endophragme, relativement épais, est densément orné de petits tubercules ou d'épines basses, régulièrement dispersés sur toute sa surface. L'ornementation du corps central est très variable et peut être plus ou moins élevée d'un spécimen à l'autre.
La paratabulation est de type péridinioïde. Sa formule, très controversée (*cf.* Remarques) n'a



A - Rapport longueur/largeur des périkystes chez *D. cerviculum*.





B - Rapport longueur/largeur des endokystes chez *D. cerviculum*.

Fig. S.30 : Comparaisons des tailles des périkystes (**A**) et des endokystes (**B**) de *Dingodinium cerviculum* subsp. *albertii* et de *Dingodinium cerviculum* subsp. *cerviculum*. La position de l'holotype de *D. cerviculum* subsp. *cerviculum* est à relativiser car cet individu représente déjà au sein du matériel-type un cas extrême de par sa grande taille, et est loin de la médiane ou de la moyenne des tailles du matériel-type.

pas pu être précisée ici, de même que le type exact de l'archéopyle. Le paracingulum, marqué par une dépression du périphragme, est clairement présent mais n'apparaît pas divisé. L'extrémité de la corne apicale porte les deux petites paraplaques préapicales (fréquemment perdues). L'archéopyle consiste en un péripyle et un endopyle ; le périopercule comprend toutes les paraplaques apicales et reste généralement attaché, se refermant après la germination[1]. Le parasulcus est rarement observable, à cause de l'aplatissement latéral du kyste.

Remarques : Largement débattu par de précédents auteurs, le débat concernant la paratabulation et le type d'archéopyle de *D. cerviculum* a récemment été relancé par LISTER & BATTEN (1988b, pp. 44-45). Sans revenir sur l'historique de ce débat, notons la position de MEHROTRA & SARJEANT (1984b) pour qui *D. cerviculum* est un kyste présentant des variations typologiques d'archéopyle : $[tA_{(1'-4')}]a/I_{(1a)}$; $[tA_{(1'-4')}]a/[I_{(1a)}P_{(3'')}]$; $[tA_{(1'-4')}]a/I_{(1a)}P_{(3'')}$; avec pour formule de paratabulation : 2pr, 3-4', ?1a, 6'', 6''', 1-2p, 1''''. MEHROTRA & SARJEANT (*op. cit.*) considèrent ainsi l'endopercule comme intercalaire (de type 1a ou 2a) ou combiné (intercalaire / précingulaire), donc simple ou composé, pouvant être libre ou attaché (en partie ou complètement). D'après leurs observations, LISTER & BATTEN (*ibid.*) voient un archéopyle de type [tAtI]/[tAtI] avec une formule de paratabulation : 4', 3a, 7'', ?c, 5''', 2''''.

La médiocre préservation des *D. cerviculum* subsp. *albertii* de la fosse vocontienne n'a pas permis de trancher cette double question.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 32(54)85 µm ; longueur du corps central = 30(41)62 µm ; largeur totale du kyste = 14(47)70 µm ; largeur du corps central = 28(41)55 µm ; longueur de la corne apicale = 14(18)25.
Nombre de spécimens mesurés = 281.

Comparaisons : Selon ses inventeurs, *Dingodinium sanmartinoi* PÖTHE DE BALDIS & RAMOS, 1983 se distingue de *D. cerviculum* par une plus forte ornementation de l'endophragme.

Dingodinium cerviculum subsp. *europaeum* (EISENACK, 1958 *emend.* SARJEANT, 1985a) *stat. nov.* se distingue par sa taille relativement petite (respectivement 62 x 48 µm et 38 x 33 µm pour le périkyste et l'endokyste de l'holotype) et surtout par l'absence d'ornementation de l'endophragme.

D'aspect général proche, *Scriniodinium pharo* (DUXBURY, 1977) DAVEY, 1982b se distingue de *D. cerviculum* en étant circumcavate (bien que d'apparence bicavate), en présentant un périphragme et un endophragme lisses, une paratabulation finement exprimée par de basses rides du périphragme et en possédant une corne apicale plus effilée. De plus, sa taille est sensiblement supérieure : en moyenne 121 x 70 µm pour le matériel-type.

---

1) selon MEHROTRA & SARJEANT (1984b, p. 297).

Dingodinium cerviculum
subsp. **europaeum**
(EISENACK, 1958 emend. SARJEANT, 1985a) stat. nov.
pl. X, fig. 3

1958 *Dingodinium europaeum* sp. nov. EISENACK: pp. 392-393, pl. 24, fig. 4.
1985a *Dingodinium europaeum* emend. SARJEANT: pp. 85, 87.

Remarque taxonomique : La différence entre *D. cerviculum* et *D. europaeum* étant presque uniquement ornementale, *europaeum* est ici considéré comme une sous-espèce de *D. cerviculum.*

Description : Kyste proximate, camocavate, parfois delphicavate, comprimé latéralement et surmonté par une corne apicale en forme de long cou, formée par le périphragme seul. De taille modérée à relativement longue, elle apparaît, chez les spécimens bien préservés, fermée à son extrémité. Dans les autres cas, elle apparaît tronquée.

La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme accolés en face ventrale, parfois dorsale (seulement sur l'épikyste) et libres ailleurs. L'endokyste a un contour subcirculaire à légèrement elliptique et le péricœle développé lui donne un aspect excentré. L'endophragme, relativement épais, est lisse à scabre. Le périphragme est mince, lisse et transparent.

La paratabulation est de type péridinioïde. Sa formule n'a pas pu être précisée ici, de même que le type exact d'archéopyle ; l'un comme l'autre sont très certainement similaires à ceux de *Dingodinium cerviculum* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MEHROTRA & SARJEANT, 1984b. Le paracingulum, marqué par une dépression du périphragme, est clairement présent et n'apparaît pas divisé. L'archéopyle, apical, consiste en un péripyle et un endopyle ; le périopercule reste généralement attaché. Le parasulcus est rarement observable, à cause de l'aplatissement latéral du kyste.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 61(66)73 µm ; longueur du corps central = 40(43)47 µm ; largeur totale du kyste = 44(51)59 µm ; largeur du corps central = 36(44)53 µm ; longueur de la corne apicale = 18(19)21 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *D. cerviculum* subsp. *cerviculum* et *D. cerviculum* subsp. *albertii* se distinguent de *D. cerviculum* subsp. *europaeum* par leur endophragme orné de granules densément et régulièrement répartis.

Genre **OVOIDINIUM** DAVEY, 1970
emend. LENTIN & WILLIAMS, 1976 emend. DUXBURY, 1983

Espèce-type : *Ovoidinium verrucosum* (COOKSON & HUGHES, 1964) DAVEY, 1970.

Ovoidinium diversum

DAVEY, 1979b

fig. S.31 ; pl. IX, fig. 17-18

1979b *Ovoidinium diversum* sp. nov. DAVEY: p. 558, pl. 6, fig. 6-16.
[1983 *Ascodinium diversum* comb. nov. HELENES: p. 260, pl. 1, fig. 1-12].

Description : Kyste d'ambitus subcirculaire, dont la paroi est composée d'un endophragme épais (environ 2 µm), scabre, et d'un périphragme fin, transparent, spongieux, se présentant sous la forme d'un voile irrégulièrement développé, par endroits déchiqueté. Le périphragme peut ou non être accolé à l'endokyste, ceci étant considéré comme intrinsèque au domaine de variation de cette espèce (DAVEY, 1979b, p. 558 ; HELENES, 1983, p. 260). Les deux membranes ont pu être aisément distinguées car seul l'endophragme est coloré par la fuchsine.

La paratabulation est de type péridinioïde, soulignée par la marge de l'archéopyle et quelques rares et fines lignes parasuturales, indiquant la formule suivante : 4', 3a, 7", 0-xc, 5"', 2"", xs. La limite entre les paraplaques 2a et 4' est particulièrement étendue. L'archéopyle est apical, de type $[tAtI]_{(1'-4' + 1a-3a)}$; l'opercule est libre, mais peut rester en place. Le paracingulum est équatorial et très étroit (2-3 µm).

Dimensions : Longueur du corps central = 52 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 39(40)41 µm ; largeur du corps central = 52(57)62 µm ; hauteur du voile externe = 0-12 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : L'épaisseur de l'endophragme et le développement irrégulier du périphragme distinguent *O. diversum* des autres espèces du genre *Ovoidinium* dont la plupart montre un périphragme beaucoup plus régulier avec un péricœle antapical beaucoup plus net.

Ovoidinium sp. **A**

fig. S.32 ; pl. IX, fig. 16

? 1979b *Ovoidinium* sp. A DAVEY: p. 559, pl. 6, fig. 17-20.
? 1979b *Ovoidinium implanum* sp. nov. DAVEY: pp. 558-559, pl. 5, fig. 7-9, 11-12.
? 1983 *Ascodinium implanum* comb. nov. HELENES: p. 260.

Description : Kyste ellipsoïdal, bicavate, dont la paroi est composée d'un endophragme scabre à microgranulaire, d'épaisseur modérée, et d'un périphragme fin, hyalin et lisse. Les deux membranes sont étroitement accolées l'une à l'autre excepté, peut-être, aux pôles du kyste où le périphragme prend l'aspect d'un voile mais sans qu'un péricœle soit forcément reconnaissable. De hauteur variable, le voile est toujours mieux développé à l'antapex qu'à l'apex où il peut être très réduit voire absent. A l'antapex, il se présente toujours avec une forme triangulaire. Dans les préparations étudiées ici, seul l'endophragme est coloré par la fuchsine.

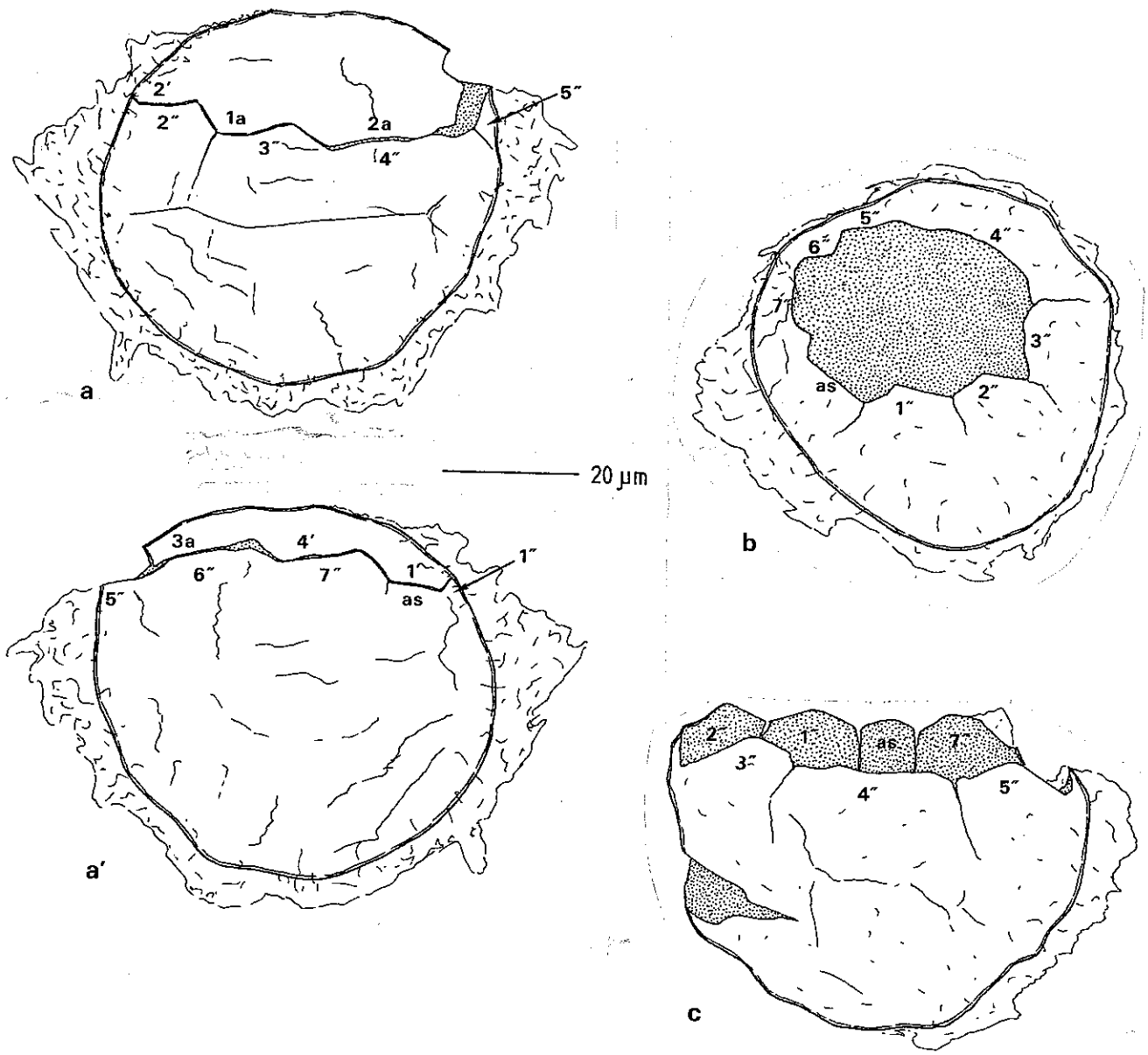


Fig. S.31 : *Ovoidinium diversum* - Vues dorsales (**a**, **c**), ventrale (**a'**) et apicale (**b**).

La paratabulation est de type péridinioïde, indiquée uniquement par la marge découpée de l'archéopyle. Seule la formule de l'épikyste est déterminable : 4', 3a, 7". La limite entre les paraplaques 2a et 4' est parfois étendue. L'archéopyle est apical, de type [tAtI]a ; l'opercule reste attaché au kyste au niveau du parasulcus. Il n'est cependant pas rare que chez certains exemplaires l'opercule soit absent, une zone irrégulièrement déchirée se remarquant là où normalement l'opercule reste attaché. Le paracingulum n'a pas été observé. Le parasulcus peut être marqué par une légère dépression, droite et peu profonde.

Dimensions : Longueur du corps central = 59(61)63 µm ; longueur du corps central sans l'opercule = 41(43)46 µm. ; largeur du corps central = 44(46)48 µm ; hauteur du péricœle apical = 2 µm.; hauteur du péricœle antapical = 5-6 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

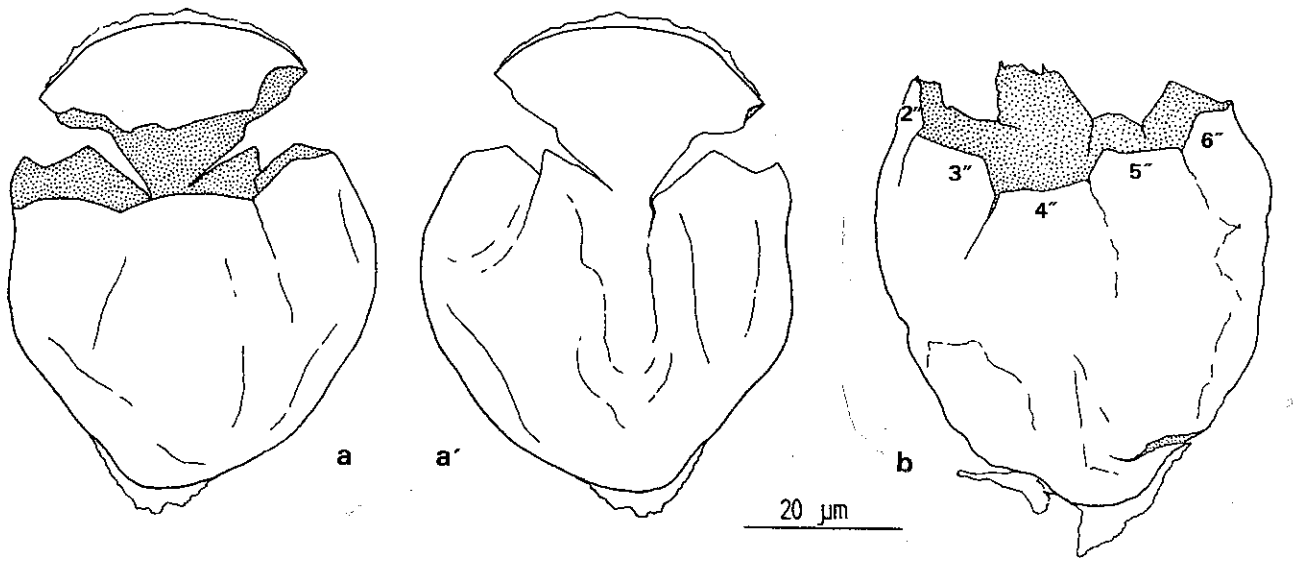


Fig. S.32 : *Ovoidinium* sp. A - Vues dorsales (**a, b**) et ventrale (**a'**).

Comparaisons : Bien que présentant un certain nombre de points communs avec *Ovoidinium implanum* DAVEY, 1979b - ornementation de la paroi ; opercule restant souvent attaché ; péricœles apical et antapical similaires - *Ovoidinium* sp. A s'en éloigne en ayant un corps central plus allongé, une ornementation moins prononcée qui semble portée par l'endophragme plutôt que par le périphragme ainsi que par l'absence d'indication du paracingulum.

Plus proche d'*Ovoidinium* sp. A DAVEY, 1979b que d'*Ovoidinium implanum,* la présente forme pourrait cependant constituer un intermédiaire morphologique entre ces deux taxons. *Ovoidinium* sp. A *sensu* DAVEY, 1979b a une ornementation (développée par l'endophragme) très proche de celle d'*Ovoidinium* sp. A mais son péricœle antapical est beaucoup plus développé.

Les exemplaires d'*Ovoidinium incomptum* DUXBURY, 1983 illustrés par leur inventeur (pl. 10, fig. 4-5, 9) apparaissent entièrement lisses et transparents et présentent un paracingulum, alors qu'il n'est pas exprimé chez *Ovoidinium* sp. A.

Genre **PAREODINIA** DEFLANDRE, 1947c
emend. GOCHT, 1970b emend. JOHNSON & HILLS, 1973
emend. WIGGINS, 1975 emend. STOVER & EVITT, 1978

Espèce-type : *Pareodinia ceratophora* DEFLANDRE, 1947c *emend.* GOCHT, 1970b.

Pareodinia ceratophora subsp. **ceratophora**
DEFLANDRE, 1947c emend. GOCHT, 1970b
pl. IX, fig. 14-15 ; pl. XI, fig. 10

1947c *Pareodinia ceratophora* sp. nov. DEFLANDRE: pp. 3-4, texte-fig. 1-3.
? 1957 *Paleoperidinium nudum* sp. nov. DOWNIE: p. 424, pl. 20, fig. 11 ; texte-fig. 2e.
1958 *Pareodinia aphelia* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 60, pl. 12, fig. 3-4 (uniquement).
1958 *Cryptomeriapollenites coralliensis* sp. nov. LANTZ: p. 927, pl. 5, fig. 55-56 ; pl. 6, fig. 7 [*nomen nudum*].
? 1960b *Kalyptea monoceras* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 257, pl. 39, fig. 2-3.

1966c *Paranetrelytron strongylum* sp. nov. SARJEANT: pp. 201-202, pl. 21, fig. 5 ; pl. 23, fig. 5.
? 1967b *Pareodinia nuda* comb. nov. SARJEANT: pp. 253-254.
1970b *Pareodinia ceratophora* emend. GOCHT: pp. 154-156, pl. 35, fig. 1-8 ; texte-fig. 22-25.

Remarques taxonomiques : WIGGINS (1975, p. 103) considère *Pareodinia nuda* (DOWNIE, 1957) SARJEANT, 1967b comme un synonyme junior de *P. ceratophora*. SARJEANT (1976c, p. 11) préfère maintenir son individualité à *P. nuda* qui selon lui est caractérisée par une corne apicale plus longue avec une séparation des membranes à l'apex. STOVER & EVITT (1978, p. 125) et LENTIN & WILLIAMS (1985, pp. 275, 276) optent pour la position de WIGGINS, mais pas LENTIN & WILLIAMS (1989, pp. 281, 282) qui préfèrent suivre le point de vue de SARJEANT (*ibid.*).

GOCHT (1970b, p. 154) considère *Kalyptea monoceras* COOKSON & EISENACK, 1960b comme un probable synonyme junior de *P. ceratophora*. WIGGINS (1975, p. 103) agrée avec ce point de vue. BACKHOUSE (1988, p. 93) retient quant à lui *K. monoceras* comme une espèce distincte.

Description : Kyste proximate, acavate, d'ambitus ovoïdal à ellipsoïdal, surmonté par une nette corne apicale. De forme et longueur variables, la corne dépasse rarement 1/4 du diamètre équatorial du kyste. Elle est pleine (parfois légèrement creuse à sa base) et plus ou moins effilée avec une extrémité distale subconique à arrondie. La paroi, constituée d'un autophragme seul, est scabre, microgranulaire à granulaire. Le kyste peut être plus ou moins partiellement enveloppé d'un voile externe (kalyptre) très irrégulier, avec une texture d'aspect cotonneux.

La paratabulation n'est pas exprimée, si ce n'est parfois par une légère dépression équatoriale qui reflète probablement le paracingulum. L'archéopyle est intercalaire, de type 2I, formé par la perte des paraplaques 2a et 3a ; l'opercule est composé et libre.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 52(65)80 µm ; largeur du kyste = 37(48)60 µm ; longueur de la corne apicale = 9(11)16 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : *Pareodinia ceratophora* subsp. *pachyceras* (SARJEANT, 1959) LENTIN & WILLIAMS, 1973 se distingue de *P. ceratophora* subsp. *ceratophora* par sa corne apicale creuse, plus longue et effilée (de largeur beaucoup plus constante).

Morphologiquement identique à *P. ceratophora* subsp. *ceratophora, Pareodinia ceratophora* subsp. *scopaea* (SARJEANT, 1972) LENTIN & WILLIAMS, 1973 se démarque par sa très petite taille [longueur (corne comprise) x largeur = 39-47 x 27-31 µm pour le matériel-type].

Genre **SUBTILISPHAERA** JAIN & MILLEPIED, 1973
emend. LENTIN & WILLIAMS, 1976

Espèce-type : *Subtilisphaera senegalensis* JAIN & MILLEPIED, 1973.

Subtilisphaera perlucida

(ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973

fig. S.33 ; pl. X, fig. 10-11

1959b *Deflandrea perlucida* sp. nov. ALBERTI: p. 102; pl. 9, fig. 16-17.
? 1960 *Deflandrea rotundata* sp. nov. EISENACK & COOKSON: p. 2, pl. 1, fig. 1-2.
1973 *Subtilisphaera perlucida* comb. nov. JAIN & MILLEPIED: p. 27.
[? 1973 *Subtilisphaera rotundata* comb. nov. JAIN & MILLEPIED: p. 27].

Remarque taxonomique : La mise en synonymie de *Subtilisphaera rotundata* (EISENACK & COOKSON, 1960) JAIN & MILLEPIED, 1973 avec *Subtilisphaera perlucida* proposée par DAVEY (1974, p. 65) sous *Deflandrea*, n'est pas acceptée par LENTIN & WILLIAMS (1976, p. 119 ; 1981, p. 270 ; 1985, p. 342 ; 1989, p. 356).

Description : Kyste proximate, monocavate à bicavate, comprimé dorso-ventralement, dont le corps central a un ambitus subcirculaire à (rarement) elliptique. L'endophragme et le périphragme sont lisses et séparés par un péricœle de taille variable, toujours bien développé dans les régions polaires et latérale gauche, mais souvent réduit voire absent sur la partie droite de l'épikyste. Le périphragme développe des cornes plus ou moins pointues : une apicale centrée et une antapicale décalée vers la gauche. L'ébauche d'une troisième corne, parfois totalement absente, peut apparaître, symétrique et à droite de la corne antapicale. On observe une certaine variabilité morphologique, allant de spécimens montrant un périkyste avec un apex fortement arrondi et une courte corne antapicale, à des spécimens possédant des cornes apicale et antapicale bien exprimées, avec même parfois une seconde projection antapicale.

Sur des individus possédant de très basses rides parasuturales, DUXBURY (1983, p. 66) a pu observer une paratabulation de type péridinioïde : 4', 3a, 7", ?c, ?5"', ?"".

Dans le présent matériel, des bandes pandasuturales d'une couleur plus sombre que celle du reste de la paroi ont pu être observées sur des endokystes de spécimens bien préservés et dont l'endophragme a bien pris la coloration (rouge fuchsine)(*cf.* fig. S.33e).

Le type d'archéopyle est incertain. Selon LENTIN & WILLIAMS (1976, p. 118) il serait de type [A3I3P], avec un endo- et un périopercule restant attachés. Une profonde dépression équatoriale bordée d'une basse ride continue marque le paracingulum, qui est peu décalé au niveau du parasulcus (*cf.* fig. S.33a). Ce dernier est représenté par un sillon longitudinal plus ou moins prononcé.

Remarque : Il n'est pas rare d'observer des individus présentant un apex d'aspect déchiqueté, avec ou sans corne apicale.

Dimensions: Longueur du périkyste (sans la corne apicale) = 51 (62) 76 µm ; largeur du périkyste = 44 (51) 55 µm ; longueur de l'endokyste = 39 (43) 53 µm ; largeur de l'endokyste = 39 (44) 52 µm ; longueur de la corne apicale = 6 (8) 12 µm ; longueur de la corne antapicale = 2 (7) 10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *Subtilisphaera senegalensis* JAIN & MILLEPIED, 1973 peut être confondue avec *S. perlucida* lorsque l'endokyste de cette dernière espèce remplit presque complètement le kyste, ne laissant qu'un péricœle réduit ; dans ce cas, la fine granulation de *S. senegalensis* permet de faire la distinction entre ces deux formes.

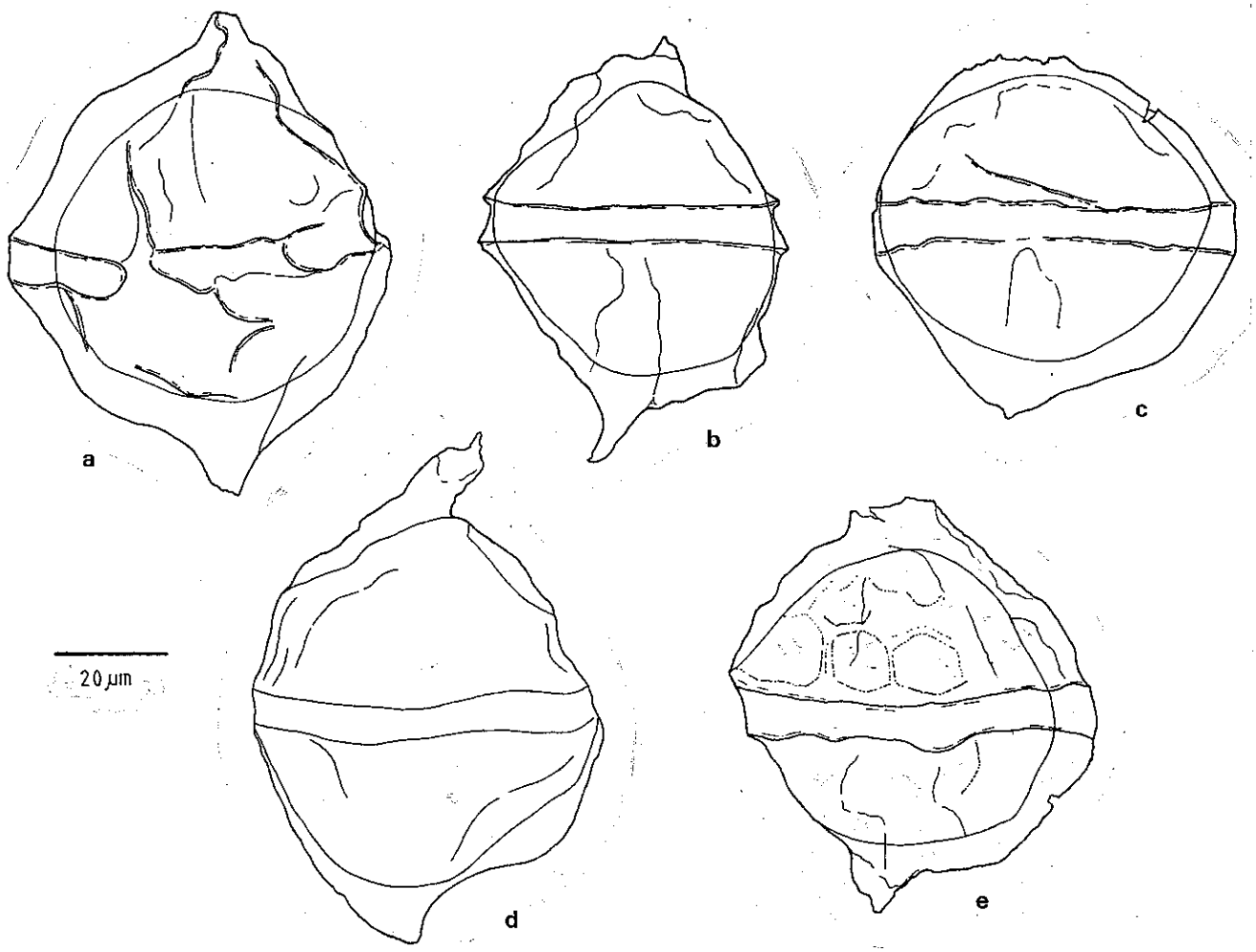


Fig. S.33 : *Subtilisphaera perlucida* - Morphologie du kyste de quelques exemplaires du Bassin vocontien en vues ventrale (**a**) ou dorsale (**b-e**). Le spécimen illustré en **e** montre une paratabulation dorsale partiellement exprimée.

Subtilisphaera foliacea (EISENACK & COOKSON, 1960) STOVER & EVITT, 1978 est également très proche de *S. perlucida*, mais semble s'en distinguer par sa forme plus aplatie et un endokyste légèrement granulaire.

Morphologiquement très proches, *Subtilisphaera scabrata* JAIN & MILLEPIED, 1973 et *Subtilisphaera pirnaensis* (ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973 possèdent un périphragme microgranulaire à granulaire. Selon LENTIN & WILLIAMS (1976, p. 118), *S. pirnaensis* a de plus un archéopyle intercalaire, contrairement à *S. perlucida* chez qui il est combiné.

Subtilisphaera terrula (DAVEY, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1976 *emend.* HARDING, 1986a montre une paratabulation nette avec un paracingulum bien délimité par des rides granuleuses ou épineuses. De plus, des granules et parfois des épines intratabulaires peuvent être présentes.

Subtilisphaera pontis-mariae (DEFLANDRE, 1936b) LENTIN & WILLIAMS, 1976 possède un

périkyste nettement fusiforme avec des cornes apicale et antapicale sensiblement dans l'axe de symétrie du kyste.

Subtilisphaera rotundata (EISENACK & COOKSON, 1960) JAIN & MILLEPIED, 1973 montre deux projections antapicales nettes et pas de corne apicale.

Subtilisphaera scabrata

JAIN & MILLEPIED, 1973

fig. S.34 ; pl. X, fig. 13-15 ; pl. XI, fig. 7

1973 *Subtilisphaera scabrata* comb. nov. JAIN & MILLEPIED: p. 28, pl. 3, fig. 36-39.

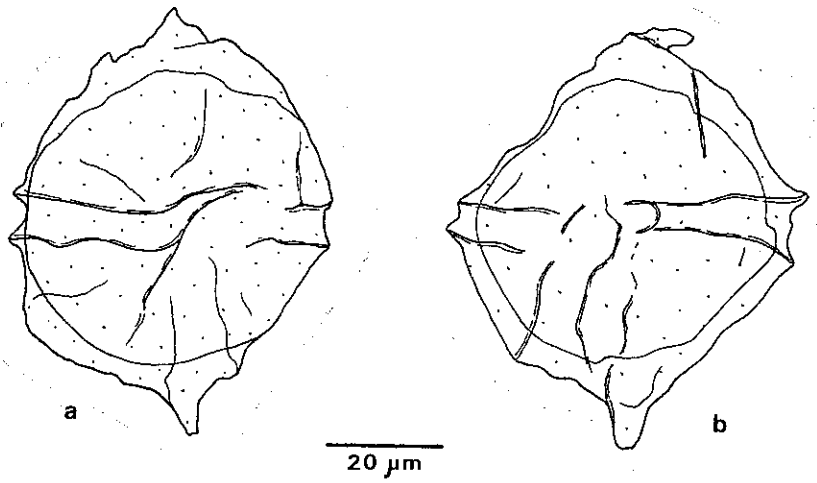


Fig. S.34 : *Subtilisphaera scabrata* - Morphologie du kyste en vues ventrales.

Description : Kyste proximate, bicavate à cavate, comprimé dorso-ventralement, dont le corps central a un ambitus subcirculaire. L'endophragme a un aspect de surface "vérolé" et le périphragme est microgranulaire à granulaire, lui-aussi d'aspect plus ou moins "vérolé". Ces deux membranes sont séparées par un péricœle de taille variable, toujours bien développé dans les régions polaires et latérale gauche, mais souvent réduit voire absent sur la partie droite de l'épikyste. Le périphragme développe des cornes pointues très souvent abîmées ou émoussées : une apicale centrée et une antapicale décalée vers la gauche du kyste.

Le paracingulum est marqué par une dépression équatoriale bordée d'une basse ride continue s'interrompant sur la face ventrale au niveau du parasulcus, lui-même représenté par un sillon longitudinal plus ou moins prononcé. Le type d'archéopyle est incertain et n'a pas pu être déterminé ici, l' endo- et le périopercule restant attachés. Aucune autre trace de paratabulation n'est visible.

Remarque : Il n'est pas rare d'observer des individus présentant un apex d'aspect déchiqueté, avec ou sans corne apicale.

Dimensions: Longueur totale du kyste = 53(64)75 µm ; longueur de l'endokyste = 36(46)54 µm ; largeur totale du kyste = 50(54)58 µm ; largeur de l'endokyste = 42(50)54 µm ; longueur de la

corne apicale = 1(4)6 µm ; longueur de la corne antapicale = 5(7)9 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Remarque stratigraphique : Uniquement connue d'après son matériel-type, la répartition stratigraphique de cette espèce était jusqu'alors réduite à l'Albien. Dans le Bassin vocontien, *S. scabrata* est présente depuis le Valanginien terminal (zone à *Callidiscus*) aux Buissières et l'Hauterivien basal (zone à *Radiatus*) à Vergons.

Comparaisons : L'ornementation scabre, "vérolée" de cette espèce la distingue de *Subtilisphaera perlucida*.

Possédant les mêmes caractères morphologiques et ornementaux que *S. scabrata*, *Subtilisphaera pirnaensis* (ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973 s'en distingue par des dimensions plus grandes : longueur totale = 80-106 µm, largeur totale = 58-64 µm pour le matériel-type de *S. pirnaensis* et longueur totale = 50-70 µm, largeur totale = 40-55 µm pour le matériel-type de *S. scabrata*.

Subtilisphaera terrula

(DAVEY, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1976 emend. HARDING, 1986c

fig. S.35 ; pl. X, fig. 12

1974 *Deflandrea terrula* sp. nov. DAVEY: p. 65, pl. 8, fig. 4-5.
1976 *Subtilisphaera ? terrula* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 119.
1986a *Subtilisphaera terrula* emend. HARDING: pp. 101-102, 104.

Description : Kyste proximate, cavate, comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est composée d'un endophragme lisse et d'un périphragme "lisse" portant quelques granules irrégulièrement espacés. La distribution de ces granules est essentiellement intratabulaire. L'endokyste, qui a un contour subcirculaire, est en contact avec le périkyste uniquement au niveau des aires dorsale et ventrale. Le périphragme développe une corne apicale triangulaire à base large et 2 cornes antapicales ; la corne antapicale gauche est toujours nettement mieux développée que celle de droite, qui est très réduite ou absente.

Une paratabulation de type péridinioïde est présente, marquée par des épaississements du périphragme, sous la forme de basses rides parasuturales. Sa formule n'a pas pu être décryptée ici en détail, mais ce qui en est observable est compatible avec la formule qu'en donne HARDING (1986a, p. 102 ; 1988, fig. 7, 22) : 4', 3a, 7", 6-7c, 5"', 2"', as, rs, ls, ps. Le paracingulum est marqué par une nette dépression équatoriale. Ni le parasulcus ni l'archéopyle n'ont été observés ici.

Dimensions: Longueur totale du kyste : 97 µm ; largeur totale du kyste = 58 µm ; longueur de l'endokyste = 48 µm ; largeur de l'endokyste = 49 µm ; longueur de la corne apicale = 20 µm ; longueur de la corne antapicale = 10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 1.

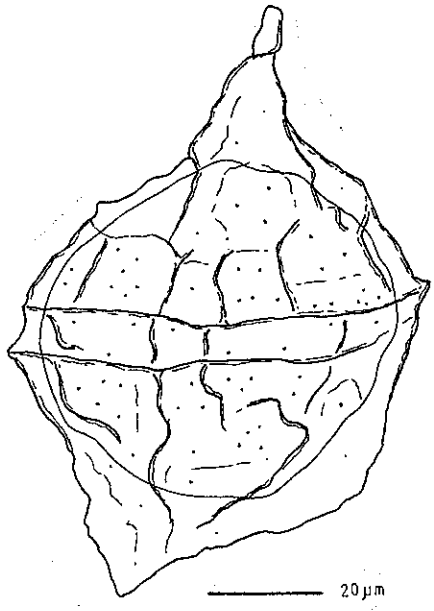


Fig. S.35 : *Subtilisphaera terrula* - Morphologie du kyste en vue dorsale.

Remarque : Un seul spécimen appartenant à *S. terrula* a été rencontré au cours de cette étude : Barrémien de Vergons, zone à *Hugii* (niveau H56).

Comparaisons : *S. terrula* se caractérise par sa paratabulation apparente, ses granules intratabulaires, un paracingulum continu et l'absence d'"épaulement" apical.

Certains exemplaires de *Subtilisphaera zawia* BELOW, 1981a présentent des rides pandasuturales et des granules irrégulièrement répartis. La forme nettement pentagonale de *S. zawia* et ses cornes fines et pointues permettent de faire la distinction avec *S. terrula.*

Subtilisphaera cheit BELOW, 1981a a une ornementation épineuse, filiforme, caractéristique et ne présente pas de trace de paratabulation autre que le paracingulum.

Lorsque la paratabulation est visible chez *Subtilisphaera perlucida*, celle-ci apparaît plutôt sur l'endokyste que sur le périkyste.

Chez *Subtilisphaera pirnaensis* et *Subtilisphaera scabrata*, la paratabulation n'est pas exprimée.

Subtilisphaera ventriosa

(ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973

1959b *Deflandrea ventriosa* sp. nov. ALBERTI: p. 101, pl. 9, fig. 14-15.
1973 *Subtilisphaera ventriosa* comb. nov. JAIN & MILLEPIED: p. 27.
[1988b *Cepadinium ventriosum* comb. nov. LISTER & BATTEN: pp. 43-44].

Remarque taxonomique : Le kyste de *Cepadinium variabilis* DUXBURY, 1983 développe 4 membranes, ce qui n'est pas la cas chez *S. ventriosa.* La mise en synonymie de ces 2 taxons proposée par LISTER & BATTEN (1988b, p. 43) est ici réfutée, et par conséquence, *C. variabilis* reste l'espèce-type du genre *Cepadinium* DUXBURY, 1983.

Subtilisphaera cf. **ventriosa**
(ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973
fig. S.36 ; pl. X, fig. 9

Description : Kyste proximate, bicavate (cornucavate), dont le corps central est ellipsoïdal. L'endophragme, lisse, et le périphragme, recouvert de petits et nombreux granules régulièrement espacés, sont étroitement accolés excepté au niveau des cornes que seul développe le périphragme. Ces cornes se répartissent ainsi : 1 apicale, centrée, droite, courte et triangulaire ; 1 seule antapicale, de taille et forme à peu près similaires à la corne précédente, mais oblique et décalée par rapport à l'axe de symétrie du kyste. L'épi- et l'hypokyste sont de taille et forme sensiblement identiques.

De très basses rides ou bandes pandasuturales plus claires sur l'endokyste permettent de reconnaître une paratabulation de type péridinioïde, sans pour autant permettre d'en préciser la formule. Le paracingulum est équatorial, bien marqué et presque pas décalé en face ventrale. Ni le parasulcus ni l'archéopyle n'ont pu être observés.

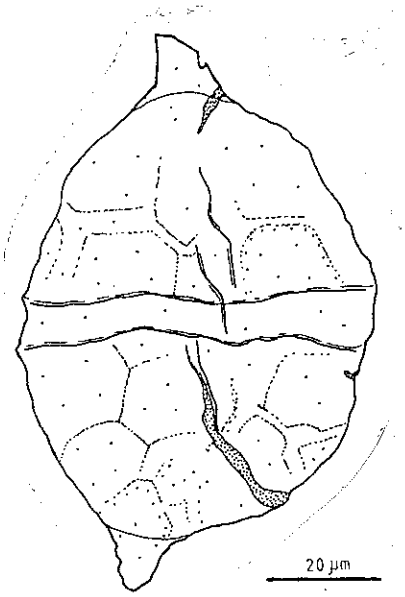


Fig. S.36 : *Subtilisphaera* cf. *ventriosa* - Morphologie du kyste en vue dorsale.

Dimensions: Longueur totale du kyste : 79 µm ; largeur totale du kyste = 48 µm ; longueur de l'endokyste = 63 µm ; largeur de l'endokyste = 47 µm ; longueur de la corne apicale = 8 µm ; longueur de la corne antapicale = 8 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 1.

Remarque : Un seul spécimen appartenant à *S.* cf. *ventriosa* a été rencontré, dans l'Hauterivien terminal de la coupe des Buissières, zone à *Angulicostata* (niveau Bu46).

Comparaisons : *S.* cf. *ventriosa* se démarque de *S. ventriosa* par l'absence de striation sur le périphragme ; un corps central ellipsoïdal et non sphérique ; un périkyste ellipsoïdal et non pentagonal ; l'absence d'une seconde corne antapicale ; une taille plus grande (longueur du kyste = 50-55µm, largeur du kyste = 35-40µm, longueur du corps central = 30-35µm, largeur du corps

central =30-35µm pour le matériel-type de *S. ventriosa*).

Subtilisphaera cheit BELOW, 1981a est également très comparable à *S.* cf. *ventriosa*, mais s'en distingue par son ornementation constituée d'appendices filiformes.

Genre WALLODINIUM LOEBLICH & LOEBLICH, 1968

Espèce-type : *Wallodinium glaessneri* (COOKSON & EISENACK, 1960b) LOEBLICH & LOEBLICH, 1968.

Wallodinium cylindricum

(HABIB, 1970) DUXBURY, 1983

emend. FEIST-BURKHARDT & MONTEIL (à paraître)

pl. X, fig. 16

	1970	*Prismatocystis cylindrica* sp. nov. HABIB: p. 374, pl. 10, fig. 2.
?	1971	*Fromea* ? *elongata* sp. nov. BEJU: p. 289-290, pl. 3, fig. 7-10 ; texte-fig. 6A-E.
	1972	*Hexagonifera cylindrica* comb. nov. HABIB: p. 378.
?	1980	*Wallodinium elongatum* comb. nov. DUXBURY: p. 136, pl. 11, fig. 11.
?	1981	*Palaeostomocytis elongata* comb. nov. YUN: p. 73.
	1983	*Wallodinium cylindricum* comb. nov. DUXBURY: p. 68.
		Wallodinium cylindricum emend. FEIST-BURKHARDT & MONTEIL: (à paraître), pl. 1, fig. 1-2 ; pl. 2, fig. 1-6 ; texte-fig. 1.
?		*Andreedinium elongatum* comb. nov. et emend. FEIST-BURKHARDT & MONTEIL: (à paraître), pl. 1, fig. 3-4 ; pl. 3, fig. 1-6.

Remarque taxonomique : DUXBURY (1983, p. 68) considère *Wallodinium elongatum* comme un synonyme junior de *W. cylindricum* mais FEIST-BURKHARDT & MONTEIL (à paraître) distinguent ces deux taxons. Selon ces derniers, l'archéopyle de *W. cylindricum* est de type [tA] alors qu'il serait de type [3I]a pour l'espèce *elongatum* d'où son transfert dans le genre *Andreedinium* BELOW, 1987a.

Description : Kyste proximate, épicavate à circumcavate, comprimé dorso-ventralement avec une paroi composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses à scabres. L'endokyste, d'ambitus subcirculaire, est localisé dans la partie inférieure du périkyste. La partie inférieur du périkyste épouse le contour de l'endokyste puis forme une sorte de cheminée apicale arrondie à l'apex. Cette sorte de cheminée est nettement plus étroite que le diamètre du corps central.

Aucun type d'ornementation ni aucune trace de paratabulation ne sont visibles. L'archéopyle est apical, de type [tA]. La marge du périarchéopyle est droite à irrégulièrement indentée. Le périopercule est libre mais reste parfois attaché. L'endopercule reste toujours en place.

Dimensions : Longueur du kyste sans l'opercule = 42(44)50 µm ; longueur du corps central = 26(31)37 µm ; largeur du corps central = 28(31)36 µm ; largeur du prolongement apical = 25(29)37 µm.

Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : Cette espèce se distingue des autres espèces de *Wallodinium* par son corps central sphérique fortement décentré par rapport au périkyste.

Wallodinium krutzschii
(ALBERTI, 1961) HABIB, 1972
pl. X, fig. 19-20 ; pl. XI, fig. 11

1961 *Diplotesta krutzschi* sp. nov. ALBERTI: pp. 21-22, pl. 7, fig. 19-20, 21? ; pl. 12, fig. 6-7.
1972 *Wallodinium krutzschi* comb. nov. HABIB: pp. 370, 378, pl. 12, fig. 9? ; pl. 13, fig. 2.

Remarque taxonomique : BRIDEAUX (1977, p. 43) place *W. krutzschii* en synonymie avec *Wallodinium lunum* (COOKSON & EISENACK, 1960a) LENTIN & WILLIAMS, 1973. A l'instar de BELOW (1981a, pp. 121-122) et LENTIN & WILLIAMS (1989, p. 383) ce point de vue n'est pas partagé ici.

Description : Kyste proximate, bicavate à circumcavate, comprimé dorso-ventralement et d'ambitus elliptique allongé, à bords droits ou biconvexes. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses et fins, développant des péricœles polaires et parfois latéraux. L'endokyste, d'ambitus subcirculaire à elliptique, est nettement plus court que le périkyste. Ses extrémités apicale et antapicale sont toujours arrondies. Les extrémités polaires du périkyste sont larges et plus ou moins pointues à nettement arrondies, l'antapex étant généralement plus arrondi que l'apex.

Aucun type d'ornementation ni aucune trace de paratabulation ne sont visibles. L'archéopyle est apical, de type [tA]. La marge du périarchéopyle est droite à irrégulièrement indentée. Le périopercule est libre mais reste parfois attaché. L'endopercule reste toujours en place.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 82(94)111 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 64(79)92 µm ; longueur du corps central = 38(48)64 µm ; largeur du kyste = 31(38)52 µm ; largeur du corps central = 27(30)37 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 8.

Comparaisons : Seuls ont été appelés *Wallodinium krutzschii* les individus se rapprochant de l'holotype et du paratype de cette espèce (ALBERTI, 1961, p. 256; pl. 7, fig. 19-20).

Bien que non apparentes sur l'illustration de l'holotype de *Wallodinium glaessneri* (COOKSON & EISENACK, 1960b, pl. 39, fig. 4) LOEBLICH & LOEBLICH, 1968 les stries longitudinales sont bien présentes sur cet individu (E. MONTEIL, communication personnelle) et distinguent cette espèce de *W. krutzschii*.

Chez *Wallodinium* ? *luna* (COOKSON & EISENACK, 1960a) LENTIN & WILLIAMS, 1973, le périkyste et l'endokyste sont coudés et les pôles apical et antapical du périkyste présentent souvent un brusque étranglement.

Morphologiquement similaire à *W. krutzschii*, *Wallodinium inflatum* (HABIB, 1969) HABIB, 1970 s'en distingue par son endokyste proportionnellement plus grand. HABIB (1969, p. 100)

reconnaît cependant qu'il se peut que cette espèce soit la même que celle décrite par ALBERTI (1961, p. 21) soit *W. krutzschii*.

Wallodinium ? luna

(COOKSON & EISENACK, 1960a) LENTIN & WILLIAMS, 1973

pl. X, fig. 17-18

1960a *Diplotesta luna* sp. nov. COOKSON & EISENACK: pp. 10-11, pl. 3, fig. 21.
1973 *Wallodinium lunum* comb. nov. LENTIN & WILLIAMS: p. 140.

Remarque taxonomique : Le type d'archéopyle pour le genre *Wallodinium* est apical, de type [tA], or chez l'espèce *luna* il apparaît formé par la perte des paraplaques intercalaires antérieures (*cf.* pl. X, fig. 18 pour le présent matériel et les illustrations par COOKSON & EISENACK, 1962b, pl. 4, fig. 18 ; MANUM & COOKSON, 1964, pl. V, fig. 9 ; MORGAN, 1980, pl. 37, fig. 7-8). C'est la raison pour laquelle cette espèce est ici provisoirement acceptée dans le genre *Wallodinium*.

Description : Kyste proximate, bicavate à circumcavate, comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses et fins, développant des péricœles polaires et parfois latéraux. L'endokyste et surtout le périkyste sont coudés en forme de "L" ou de croissant de lune. Leurs extrémités polaires sont toujours plus ou moins arrondies ; l'apex du périkyste est toujours plus arrondi que l'antapex.

Aucun type d'ornementation ni aucune trace de paratabulation ne sont visibles. L'archéopyle apparaît intercalaire de type 2I ou 3I ; le périopercule est composé et libre, l'endopercule reste toujours en place. Avec le départ des pièces operculaires du périkyste, les paraplaques apicales restantes s'avachissent souvent, donnant l'impression d'être un opercule apical qui reste partiellement attaché. Chez les individus bien conservés où l'apex n'est pas déformé, on voit clairement la position intercalaire du périopercule.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 53(61)68 µm ; longueur du kyste sans l'opercule = 50(55)58 µm ; longueur du corps central = 43(45)49 µm ; largeur du kyste = 26(29)34 µm ; largeur du corps central = 20(23)26 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 5.

Comparaisons : *W. luna* se distingue de *Wallodinium anglicum* (COOKSON & HUGHES, 1964) LENTIN & WILLIAMS, 1973 en ayant un ambitus convexe en face ventrale et concave en face dorsale, alors que celui de *W. anglicum* est droit en face ventrale.

Wallodinium bidigitatum (MANUN & COOKSON, 1964) LENTIN & WILLIAMS, 1973 possède un périkyste similaire à celui de *W. luna*, mais son endokyste est digité à chaque pôle.

Ordre GYMNODINIALES LINDEMANN, 1928

Famille GYMNODINIACEAE SCHÜTT, 1896

Genre DINOGYMNIUM EVITT, CLARKE & VERDIER, 1967

Espèce-type : *Dinogymnium acuminatum* EVITT, CLARKE & VERDIER, 1967.

Remarques stratigraphiques : *Dinogymnium* est un genre abondamment représenté dans le Crétacé supérieur du monde entier (*cf.* fig. S.37), au point que sa première apparition est communément considérée comme marquant le début de cette période. Certains auteurs ont déterminé des *Dinogymnium* provenant du Crétacé inférieur, mais les citations d'occurrences antérieures au Cénomanien sont extrêmement rares :

Albien inf./Campanien inf.	U.S.A. (New-Jersey)	BENSON (1976, p. 181, pl. 1, fig. 1-3)
Berriasien sup./ Valanginien sup.	Golfe de Mexico	RILEY & FENTON (1984, p. 676, fig. 1, pl. 1, fig. 10-11)
Hauterivien inférieur	Suisse	POURTOY (1989, pp.82-83, pl. 9, fig. 14-16)

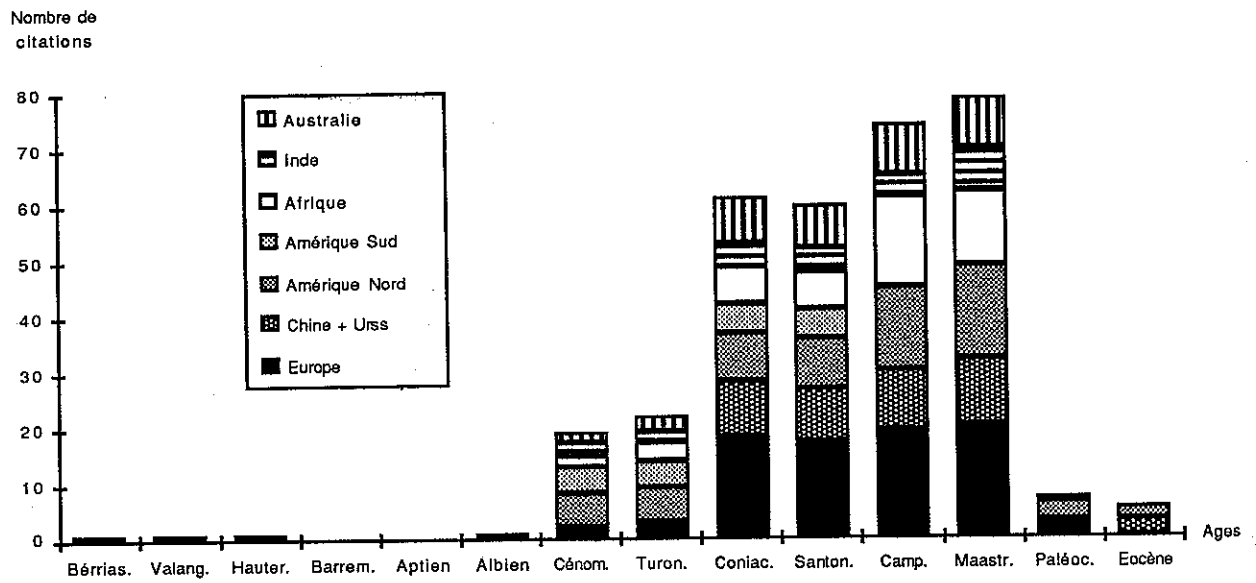


Fig. S.37 : Diagramme représentant le nombre des citations de toutes les espèces du genre *Dinogymnium* en fonction de leur attribution stratigraphique et de leur localisation géographique. Lorsque l'attribution stratigraphique d'une espèce est imprécise ou vague, sa citation est rapportée à tous les étages compris dans la période mentionnée (*ex.*, une citation du Sénonien est comptabilisée comme une citation pour chacun des étages Coniacien, Santonien, Campanien et Maastrichtien).

Dinogymnium sp. A

fig. S.38A ; pl. XXVII, fig. 1

Description : Kyste proximate, acavate, en forme de navette biconique dont la paroi est constituée d'un autophragme épais et lisse. Les deux pôles sont arrondis et un paracingulum relativement étroit (2 µm) et bien déprimé divise le kyste en deux parties distinctes : l'épikyste est nettement plus long

que l'hypokyste et porte sur sa moitié apicale quelques fines côtes convergeant vers l'apex ; l'apex n'est cependant pas côtelé. L'hypokyste est dénué d'ornementation et distalement moins arrondi que l'épikyste. Le kyste est plus large en zone précingulaire que postcingulaire. L'archéopyle est apical.

Dimensions : Longueur du kyste = 54 µm ; longueur de l'épikyste = 33 µm ; longueur de l'hypokyste = 20 µm ; largeur du kyste = 26 µm ; hauteur du paracingulum = 2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 1.

Comparaisons : Parmi les espèces possédant un épikyste faiblement côtelé et un hypokyste non côtelé, *Dinogymnium evittii* BOLTENHAGEN, 1977 est la plus proche de *Dinogymnium* sp. A, mais s'en démarque par un ambitus différent : chez *D. evittii* l'épikyste est conique et l'hypokyste subhémisphérique, alors que le kyste de *Dinogymnium* sp. A est biconique.

L'épikyste et l'hypokyste de *Dinogymnium euclaense* COOKSON & EISENACK, 1970a sont tous les deux subhémisphériques et de plus la paroi de cette espèce est finement pustuleuse.

De morphologie plus proche, *Dinogymnium assamicum* JAIN *et al.*, 1975 et *D. deflandrei* BOLTENHAGEN, 1977 se distinguent de *Dinogymnium* sp. A par leur paroi à surface granulaire.

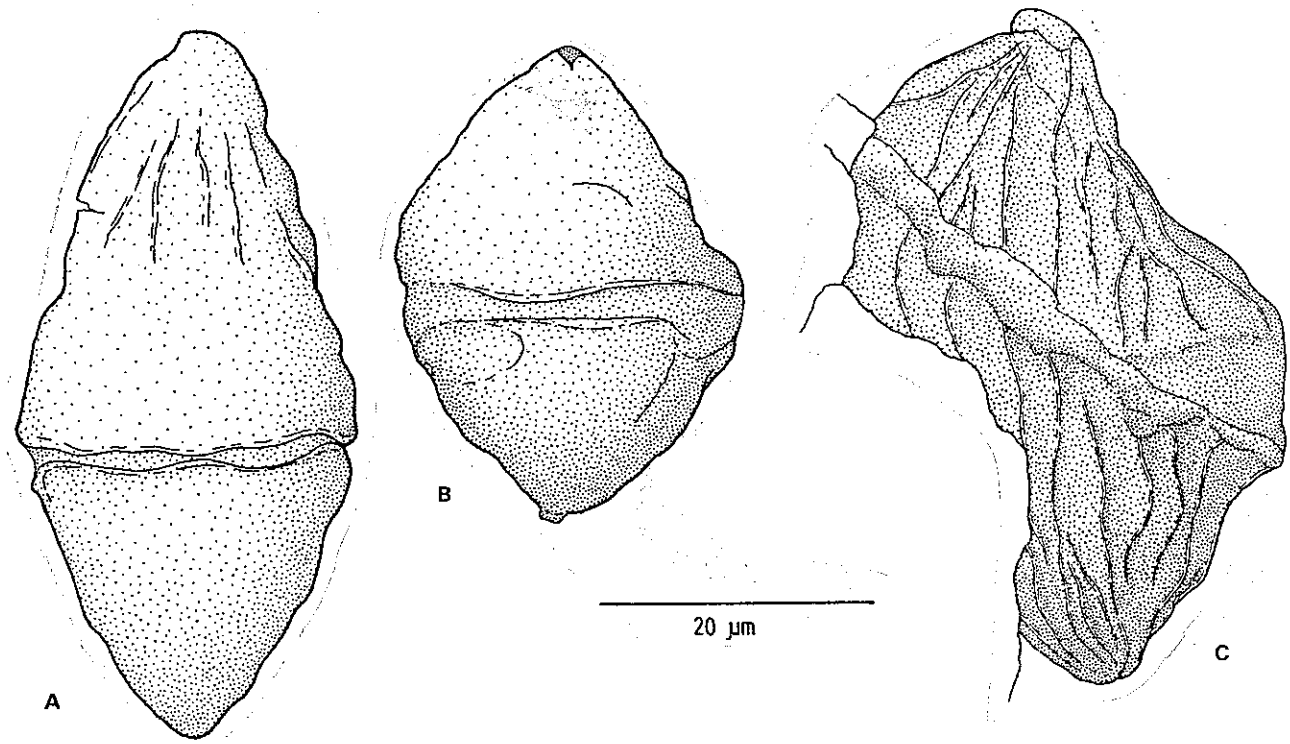


Fig. S.38 : Illustration des différentes formes de *Dinogymnium* rencontrées au cours de ce travail - **A)** *D.* sp. A ; **B)** *D.* sp. B ; **C)** *D.* sp. C.

Dinogymnium sp. **B**

fig. S.38B ; pl. XXVII, fig. 2

Description : Kyste proximate, acavate, ovoïde, dont la paroi est constituée d'un autophragme moyennement épais et lisse. Un paracingulum peu déprimé, plutôt étroit (2 µm), divise le kyste en

deux : l'hypokyste est fortement arrondi (proche d'une demi-sphère) et porte une très petite protrusion antapicale (environ 1 µm de haut pour 1,5 µm de large) ; l'épikyste est à peine plus long et lui aussi arrondi. Aucune côte ou ride n'est présente sur le kyste. L'archéopyle est apical, visible sous la forme d'une incision triangulaire à l'apex.

Dimensions : Longueur du kyste = 37 µm ; longueur de l'épikyste = 19 µm ; longueur de l'hypokyste = 15 µm ; largeur du kyste = 27 µm ; hauteur du paracingulum = 2 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 1.

Comparaisons : L'absence totale de côte sur le kyste de cette espèce la distingue de la grande majorité des autres représentants du genre *Dinogymnium*.

D. cooksoniae BOLTENHAGEN, 1977 et surtout *D. downiei* BOLTENHAGEN, 1977, en sont les formes les plus proches, mais s'en démarquent par une paroi ponctuée, microgranulée ou légèrement microperforée.

Dinogymnium sp. C

fig. S.38C ; pl. XXVII, fig. 3

Description : Kyste proximate, acavate, en forme de navette biconique, dont la paroi est constituée d'un autophragme seul, mince, lisse à scabre. Le kyste est divisé en un épikyste et un hypokyste de taille similaire, nettement séparés par le paracingulum. Celui-ci est relativement large, non ridé et très peu déprimé. L'épikyste et l'hypokyste portent de nombreuses côtes convergeant vers chaque pôle. L'apex et l'antapex apparaissent côtelés. Le pôle apical est plus arrondi que l'antapical. L'archéopyle est apical, visible sous la forme d'une incision triangulaire à l'apex. L'opercule n'est pas côtelé.

Dimensions : Longueur du kyste = 50(56)62 µm ; longueur de l'épikyste = 27(30)32 µm ; longueur de l'hypokyste = 28 µm ; largeur du kyste = 34(36)37 µm ; hauteur du paracingulum = 2(5)8 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Remarque : Deux spécimens rapportés à cette espèce ont été rencontrés, tous les deux dans la zone à *Loryi* de la coupe de Vergons (niveaux H12 et H13). Ces spécimens sont très déformés (*cf.* fig. S.38C) mais ont gardé les caractères permettant de reconnaître leur appartenance au genre *Dinogymnium*.

Comparaisons : La présence de côtes sur l'épi- et l'hypokyste de *Dinogymnium* sp. C ainsi que l'absence de pore ou de pustule démarquent cette forme d'un grand nombre d'autres espèces du genre.

Dinogymnium heterocostatum (DEFLANDRE, 1935) EVITT *et al.*, 1967 est l'espèce la plus proche de *D.* sp. C, mais cette dernière s'en distingue en ayant un paracingulum beaucoup plus

large.

D. westralium (COOKSON & EISENACK, 1958) EVITT *et al.*, 1967 et *D. microgranulosum* CLARKE & VERDIER, 1967 se démarquent de *D.* sp. C en ayant des côtes ornées de petites pustules. L'épikyste de *D. microgranulosum* est de plus microgranulaire.

Chez *D. biconicum* JAIN & MILLEPIED, 1975, les pôles sont nettement pointus.

GENRES À AFFINITÉ INCERTAINE

Genre COMETODINIUM DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939

Espèce-type : *Cometodinium obscurum* DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939.

Cometodinium comatum
SRIVASTAVA, 1984
pl. XXVII, fig. 13

1984 *Cometodinium comatum* sp. nov. SRIVASTAVA: p. 29, pl. 7, fig. 4-8.

Remarques taxonomiques : La taille des spécimens rencontrés au cours de ce travail se trouve comprise entre celles des populations-types de *Cometodinium* ? *whitei* (DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939) STOVER & EVITT, 1978 et de *C. comatum*. La distinction entre ces taxons étant essentiellement basée sur un critère de taille, le présent matériel est rapporté à *C. comatum* car c'est à cette espèce que ses dimensions et surtout la longueur de ses processus se rapprochent le plus.

Le spécimen décrit et illustré sous *Hystrichosphaeridium whitei* par VALENSI (1955b, p. 593, pl. 5, fig. 11) est similaire au matériel décrit ci-dessous.

Description : Kyste proximochorate, acavate, dont le corps central est subsphérique avec une paroi mince, microgranulaire, densément couverte de très nombreux processus. Ces derniers sont simples et fins, filamenteux, sinueux, à extrémité acuminée et recourbée, prenant l'aspect d'une chevelure. Tous les processus apparaissent indépendant les uns des autres et aucune suture ni trace de toute autre ornementation n'est visible.

Le parasulcus et le paracingulum ne sont pas développés. La paratabulation est inconnue de même que le type d'archéopyle qui n'apparaît jamais ; l'opercule reste attaché.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 41(46)50 µm ; longueur du corps central = 31(32)24 µm ; largeur totale du kyste = 38(44)49 µm ; largeur du corps central = 27(30)34 µm ; longueur des processus = 5(7)10 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 6.

Comparaisons : *C.* ? *whitei* diffère de *C. comatum* par une taille plus grande et des processus moins fins et plus longs bien que de morphologie identique (diamètre du corps central = 56-60 µm ; longueur des processus = maximum 28µm).

Possédant une "chevelure" comparable, *Cometodinium obscurum* se distingue par la présence de "nervures" équatoriales et plus ou moins méridiennes.

L'aspect général de *Cleistosphaeridium multispinosum* (CH. SINGH, 1964) BRIDEAUX, 1971 est proche de celui de *C. comatum*, mais chez *C. multispinosum* les processus sont encore plus

nombreux et triangulaires à base étroite plutôt que filiformes.

Genre **NUMMUS** MORGAN, 1975
emend. BACKHOUSE, 1988

Espèce-type : *Nummus monoculatus* MORGAN, 1975.

Nummus monoculatus
MORGAN, 1975
fig. S.39 ; pl. XXVII, fig. 7

1975 *Nummus monoculatus* sp. nov. MORGAN: p. 163, pl. 3, fig. 1a-d, 4a-c.

Remarques taxonomiques : Pour MORGAN (*ibid.*), l'ouverture de ce kyste peut être considérée comme un pylome, et il classe *N. monoculatus* parmi les Acritarches, mais la présence d'une structure cingulaire et le mode de déhiscence suggéré implique une affinité possible avec les Dinoflagellés. L'ouverture dorsale n'a pas l'apparence typique d'un archéopyle mais peut n'avoir eu aucune fonction pour la germination du kyste. STOVER & EVITT (1978, p. 295) considèrent cette forme comme un Acritarche. LENTIN & WILLIAMS (1985, 1989) la tolèrent parmi les Dinoflagellés. BACKHOUSE (1988, pp. 112-113) classe lui-aussi ce genre parmi les Acritarches.

Description : Kyste d'ambitus subcirculaire, comprimé dorso-ventralement, dont la paroi est constituée d'un autophragme lisse et relativement épais (environ 1 µm).

Une ouverture de forme polyédrique allongée avec une marge épaissie est toujours présente près de la bordure du kyste.

Remarques : Contrairement à MORGAN (1975, p. 163) et BURGER (1980a, p. 87), il n'a pas été vu de dépression bordée de légers épaississements de la paroi formant une ceinture équatoriale assimilable à un paracingulum.

Dimensions : Longueur du kyste = 58(66)76 µm ; largeur du kyste = 49(60)68 µm ; longueur du pylome = 11(17)22 µm ; largeur du pylome = 8(10)12 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 3.

Comparaisons : *Nummus similis* (COOKSON & EISENACK, 1960b) BURGER, 1980b a une taille plus grande [diamètre = 70-100 µm pour le matériel-type] que *N. monoculatus*, une paroi microgranulaire et une ouverture circulaire.

A l'inverse, *Nummus parvus* BACKHOUSE, 1988 se démarque de *N. monoculatus* par une taille bien plus petite [longueur = 26(34)45 µm ; largeur = 22(27)36 µm].

L'absence de pylome chez *Nummus pentagonus* BACKHOUSE, 1988 distingue cette espèce de *N. monoculatus*.

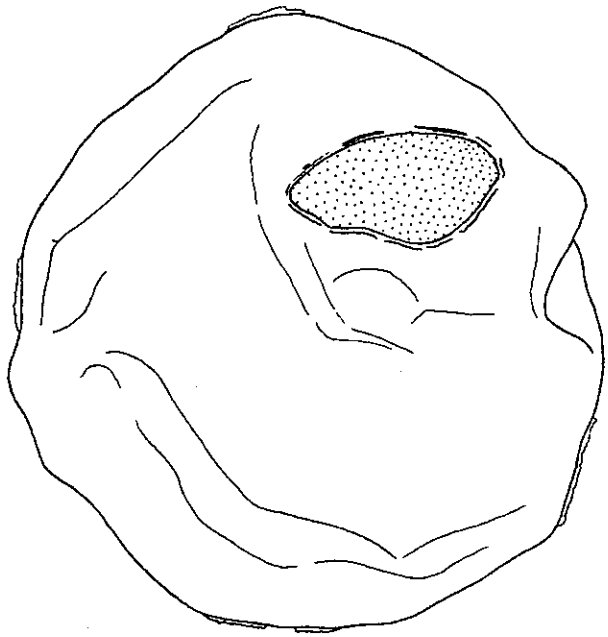


Fig. S.39 : *Nummus monoculatus.*

Genre **RHOMBODELLA** COOKSON & EISENACK, 1962b
emend. JIABO, 1978

Espèce-type : *Rhombodella paucispina* (ALBERTI, 1961) DUXBURY, 1980.

Remarque taxonomique : DUXBURY (1980, pp. 134-135) considère *Rhombodella paucispina* comme appartenant au groupe des Acritarches car cette forme ne présente aucun des caractères importants des kystes de Dinoflagellés (par exemple un paracingulum et/ou un parasulcus, une paratabulation, un archéopyle avec une marge en zigzag). LENTIN & WILLIAMS (1989, pp. 316-317) intègrent le genre *Rhombodella* avec les kystes de Dinoflagellés. Dans la limite de nos connaissances actuelles sur ce genre, *Rhombodella* est ici considéré comme provisoirement toléré au sein du groupe des Dinoflagellés.

Rhombodella paucispina
(ALBERTI, 1961) DUXBURY, 1980
pl. XXVII, fig. 5-6

1961 *Palaeohystrichophora paucispina* sp. nov. ALBERTI: pp. 19-20, pl. 3, fig. 25.
1962b *Rhombodella natans* sp. nov. COOKSON & EISENACK: p. 496, pl. 7, fig. 12-13.
1978 *Paleotetradinium paucispinum* comb. nov. STOVER & EVITT: p. 71.
1980 *Rhombodella paucispina* comb. nov. DUXBURY: p. 136.

Description : Kyste proximochorate, skolochorate, acavate, d'ambitus nettement rhomboïdal aux angles arrondis. La paroi est constituée d'un autophragme lisse à scabre entre les processus qu'il développe. Ceux-ci sont lisses et ont une hampe cylindrique ou tronconique. Ils sont pleins et distalement tronqués, ou portent 2 à 3 épines très fines. Les processus sont concentrés aux angles

du kyste et à l'équateur. Quelques autres sont disséminés sur le reste du kyste de façon très lâche.

Aucune trace de paratabulation n'est visible. Une ouverture polaire est visible : triangulaire, à bordure froissée ou échancrée, laissant présumer d'un archéopyle apical sans que son type puisse être précisé.

Dimensions : Longueur totale du kyste = 43(47)54 µm ; longueur du corps central = 33(38)43 µm ; largeur totale du kyste = 32(37)42 µm ; largeur du corps central = 25(28)31 µm ; longueur des processus = 2(6)9 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 7.

Comparaisons : *Rhombodella vesca* DUXBURY, 1980 possède des processus creux, plus larges et distalement tous verticillés.

Rhombodella vesca
DUXBURY, 1980
pl. XXVII, fig. 4

1980 *Rhombodella vesca* sp. nov. DUXBURY: pp. 135-136, pl. 5, fig. 7 ; texte-fig. 16.

Description : Kyste proximochorate, skolochorate, acavate, d'ambitus nettement rhomboïdal aux angles arrondis. La paroi est constituée d'un autophragme psilate développant des processus à hampe cylindrique ou tronconique. Les processus sont creux, relativement larges (environ 1 µm) et distalement verticillés épineux. Les processus sont concentrés aux angles du kyste et à l'équateur. Quelques autres sont disséminés sur le reste du kyste de façon très disparate.

Aucune trace de paratabulation n'est visible. Une ouverture polaire est présente : triangulaire, à bordure froissée ou échancrée, laissant présumer d'un archéopyle apical sans que son type puisse être précisé.

Remarque : Un seul individu appartenant à cette espèce a été rencontré : coupe de Vergons, dans la zone à *Sayni* (niveau H32).

Dimensions : Longueur totale du kyste = 49 µm ; longueur du corps central = 39 µm ; largeur totale du kyste = 44 µm ; largeur du corps central = 31 µm ; longueur des processus = 6-7 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 1.

Comparaisons : Chez *Rhombodella paucispina* les processus sont pleins, moins larges et ne portent distalement que 2 à 3 épines au lieu d'être verticillés comme chez *R. vesca.*

Genre INDÉTERMINÉ

Gen. ind. sp. **A**

fig. S.40 ; pl. XXVII, fig. 9-10

? 1977 *Kalyptea* sp. - HARRIS: pl. 22, fig. 6-7.

Description : Kyste circumcavate, proximate, d'ambitus subcirculaire dont la paroi est double, composée d'un endophragme et d'un périphragme fins, lisses à scabres. L'endokyste est lenticulaire et séparé du périkyste par un large péricœle qui peut ou non entourer tout l'endokyste. De par sa forme lenticulaire, le périkyste se présente toujours sur une des faces les plus aplaties ; il développe un voile équatorial à bordure plus ou moins lisse, d'une hauteur très variable pour un même individu. Ce voile est fortement plissé mais les plis sont courbes et grossièrement parallèles à l'ambitus du périkyste. Il s'observe d'autant mieux que, contrairement à l'endophragme et au reste du périphragme, il n'est pas coloré par la fuchsine.

Aucune trace de paratabulation n'est visible. Le type de l'archéopyle n'a pas pu être déterminé car recouvert par les plis de la paroi externe du kyste. L'opercule semble rester en place. L'archéopyle est visible en bordure du kyste, sa forme semble vaguement trapézoïdale.

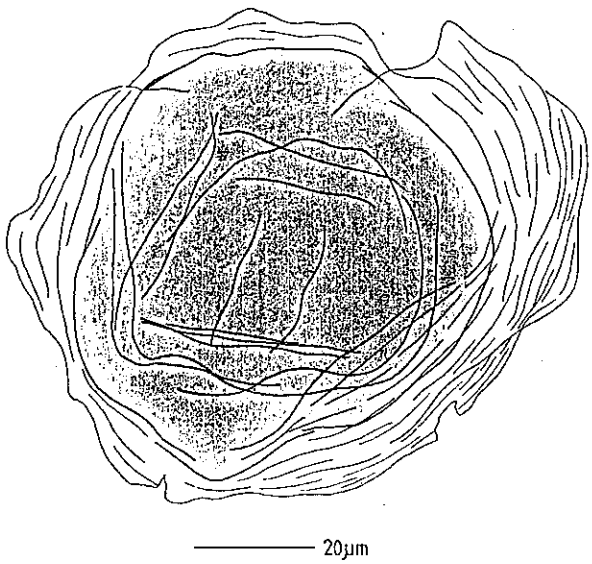


Fig. S.40 : Gen. ind. sp. A - Aspect général du kyste.

Dimensions : Diamètre maximal de l'endokyste = 54 µm ; diamètre minimal de l'endokyste = 50 µm ; diamètre maximal du périkyste = 58(63)69 µm ; diamètre minimal du périkyste = 58 (61) 64 µm ; largeur du voile équatorial = 1-13 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Remarque : Espèce très rare, rencontrée uniquement dans la coupe des Buissières (niveau Bu46 ; zone à *Angulicostata*).

Comparaisons : Cette forme peut être rapprochée du genre *Disphaeria* du fait de sa morphologie similaire aux représentants de ce genre, mais seulement hypothétiquement puisque son type d'archéopyle n'a pas pu être reconnu.

Chez *Disphaeria tesselata* SRIVASTAVA, 1984, le périphragme est finement rugulé à réticulé, ce qui n'est pas le cas chez Gen. ind. sp. A.

Le large trou dorsal présent chez *Disphaeria macropyla* n'apparaît pas chez la présente forme.

Gen. ind. sp. **B**

fig. S.41 ; pl. XXVII, fig. 8

Description : Kyste cavate, proximate, d'ambitus subcirculaire, dont la paroi est composée d'un endophragme fin et lisse et d'un périphragme plus épais, orné d'une membrane (ectophragme ?) très découpée, présentant des lambeaux stauromates. L'endokyste et le périkyste sont lenticulaires, séparés l'un de l'autre sur le pourtour équatorial, mais pas sur les faces aplaties.

Aucune trace de paratabulation n'est visible ; ni paracingulum, ni parasulcus. L'endokyste étant souvent plissé et le périkyste étant recouvert d'une ornementation dense, l'archéopyle n'a pas pu être observé. Il est probable que l'opercule reste en place.

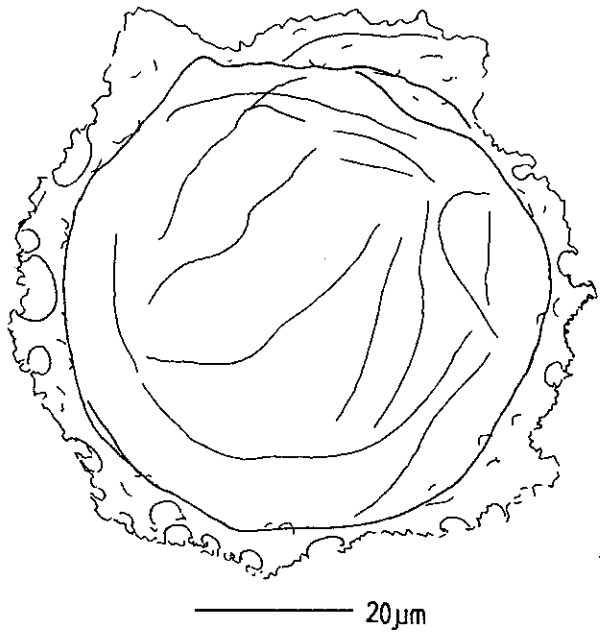


Fig. S.41 : Gen. ind. sp. B - Aspect général du kyste.

Dimensions : Diamètre maximal de l'endokyste = 43(45)48 µm ; diamètre minimal de l'endokyste = 38(39)41 µm ; diamètre maximal du périkyste = 54(55)57 µm ; diamètre minimal du périkyste = 49(51)53 µm ; largeur du voile équatorial = 2-7 µm.
Nombre de spécimens mesurés = 2.

Comparaisons : L'ornementation stauromate du périkyste distingue cette forme du Gen. ind. sp. A et de tous les représentants du genre *Disphaeria*.

III - INVENTAIRES DES ACRITARCHES ET DES INCERTAE SEDIS

Je ne reviendrai pas sur la distinction que j'adopte pour séparer les Acritarches des Incertae sedis, ce point ayant été soulevé au début de cette partie "Systématique".

1 - ACRITARCHES

Le présent travail portant essentiellement sur les kystes de Dinoflagellés, je n'ai volontairement pas cherché à pousser les déterminations des Acritarches au delà du niveau générique. Ce paragraphe n'étant rien de plus qu'un inventaire, aucune description n'accompagne les références des taxons recensés.

Genre **CITHARIPLANA** SRIVASTAVA, 1984
pl. XXVII, fig. 15-16

Genre **MICRHYSTRIDIUM** DEFLANDRE, 1937b *emend.* SARJEANT, 1967a
pl. XXVII, fig. 11-12 ; pl. XXX, fig. 1-2

Genre **PTEROSPERMELLA** EISENACK, 1972[1]
pl. XXX, fig. 3

Genre **TASMANITES** NEWTON, 1875 *emend.* EISENACK, 1958a[2]
pl. XXVII, fig. 14

Genre **VERYHACHIUM** DEUNFF, 1954
pl. XXVII, fig. 17

2 - INCERTAE SEDIS

Ces formes ne reposent sur aucune systématique, aussi leur dénomination a été créée de façon tout à fait arbitraire.

Type 01
pl. XXVII, fig. 19-20

Type 02
pl. XXVII, fig. 21

Type 03
pl. XXVII, fig. 18

Synonymie : Algue *Incertae sedis* FAUCONNIER, 1982, pl. IV, fig. 10
Algue *Incertae sedis* FAUCONNIER, 1989, pl. IV, fig. 10

---

1) Le genre *Pterospermella* ne fait actuellement plus partie des Acritarches, car est maintenant classés parmi les Algues chlorophytes (famille des Pterospermellaceae). Cette information m'étant parvenue lors de la phase d'impression du présent mémoire, les individus de *Pterospermella* recensés au cours de ce travail ont donc été laissés parmi les Acritarches : leur faible nombre n'influe cependant pas sur les conclusions concernant ce groupe.

2) Le genre *Tasmanites* ne fait actuellement plus partie des Acritarches, car est maintenant classés parmi les Algues chlorophytes (famille des Tasmanaceae). Cette information m'étant parvenue lors de la phase d'impression du présent mémoire, les individus de *Tasmanites* recensés au cours de ce travail ont donc été laissés parmi les Acritarches : leur faible nombre n'influe cependant pas sur les conclusions concernant ce groupe.

IV - INVENTAIRE DES MICROFORAMINIFÈRES

Les tests chitineux de Foraminifères ont été recensés et nommés selon une terminologie personnelle, crée à titre expérimental pour les besoins de cette étude. Les dénominations adoptées ne doivent pas être assimilées à une classification biologique mais à une typologie, basée uniquement sur des critères morphologiques. Chaque nom correspond à un type d'enroulement des loges et, sous un même nom, des espèces distinctes peuvent avoir été regroupées. Sans être en mesure de le préciser, il est toutefois possible que le plus bas niveau hiérarchique de cette typologie corresponde au niveau spécifique.

Plusieurs types d'enroulement ont été reconnus et servent de base à un premier fractionnement.

1 - FORMES UNISÉRIÉES

Type Un 01
fig. S.43 ; pl. XXIX, fig. 3

Type Un 02
fig.S.42A ; pl. XXIX, fig. 2

Type Un 03
fig. S.42B, S.44 ; pl. XXIX, fig. 1

Type Un 04
pl. XXIX, fig. 4

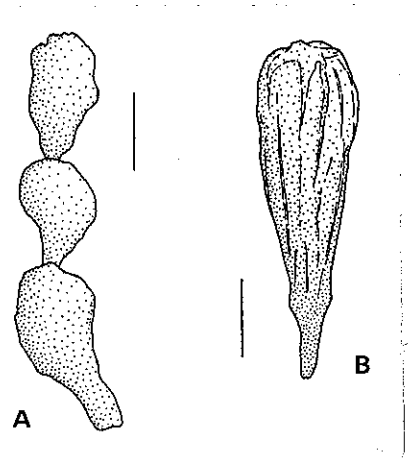


Fig. S.42 : **A**) Microforaminifère Type Un 02. - **B**) Microforaminifère Type Un 03 : loge isolée. [le trait représente 20 µm].

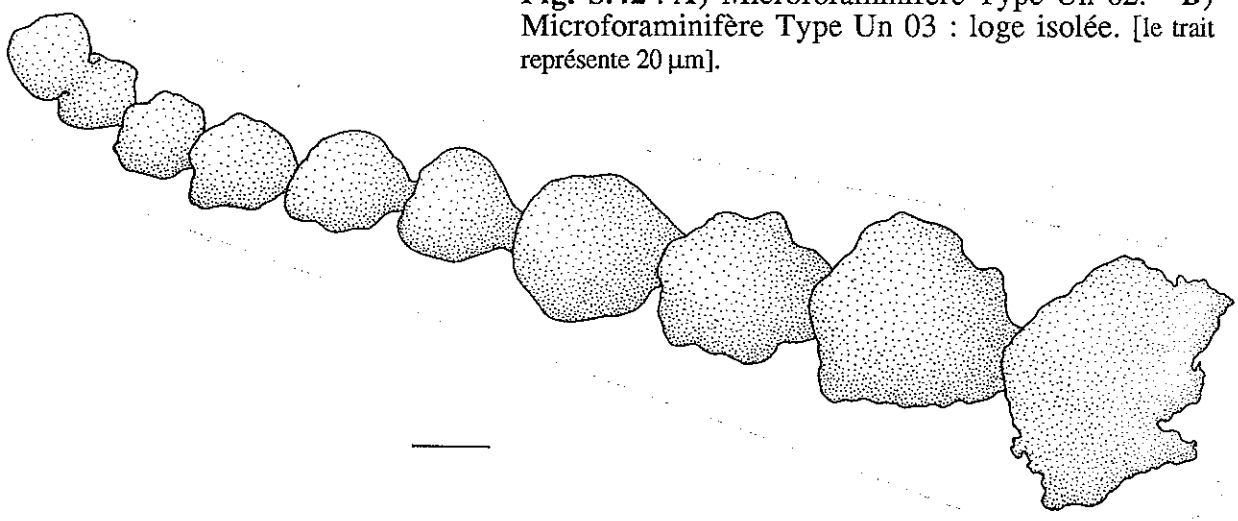


Fig. S.43 : Microforaminifère Type Un 01. [le trait représente 20 µm].

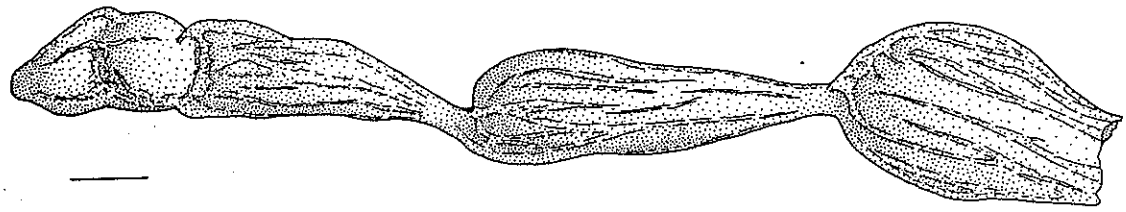


Fig. S.44 : Microforaminifère Type Un 03. [le trait représente 20 µm].

2 - FORMES BISÉRIÉES

Type Bi 01
fig. S.45A ; pl. XXIX, fig. 10 ; pl. XXX, fig. 6

Type Bi 02
fig. S.45B ; pl. XXIX, fig. 11

Type Bi 03
fig. S.45C ; pl. XXIX, fig. 8

Type Bi 04
fig. S.45D ; pl. XXIX, fig. 13

Type Bi 05
pl. XXVIII, fig. 2

Type Bi 06
pl. XXIX, fig. 5

Type Bi 08
pl. XXIX, fig. 9

Type Bi 09
pl. XXVIII, fig. 1

Type Bi 10
pl. XXIX, fig. 12

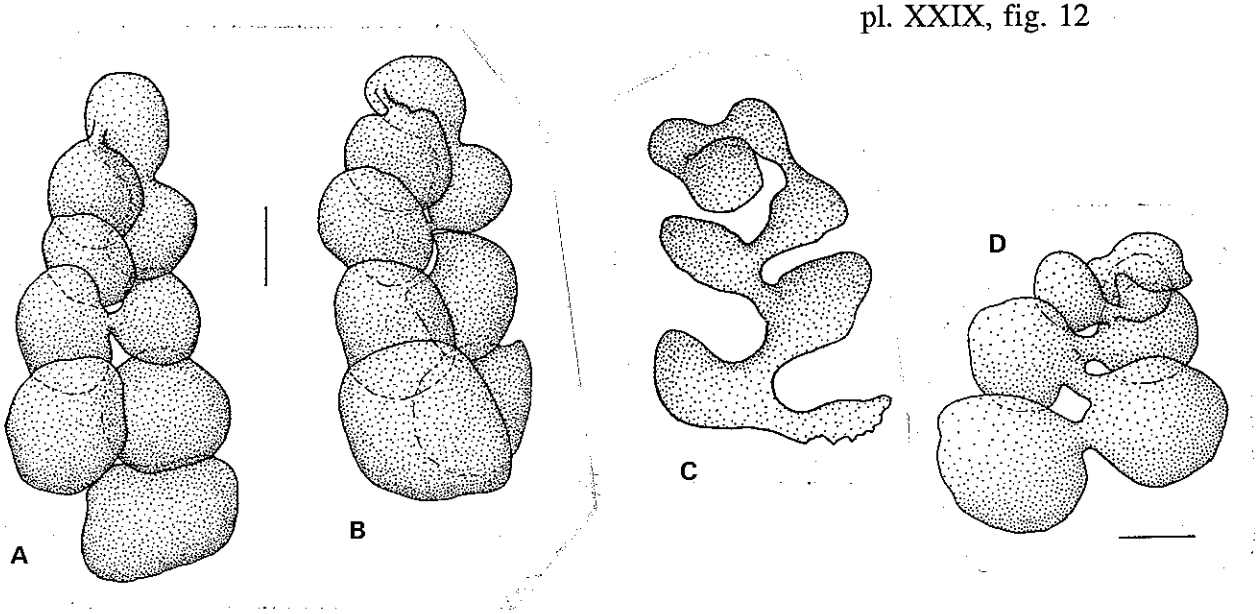


Fig. S.45 : A) Microforaminifère Type Bi 01. - B) Microforaminifère Type Bi 02. - C) Microforaminifère Type Bi 03. - D) Microforaminifère Type Bi 04. [le trait représente 20 µm].

3 - FORMES PLANISPIRALÉES

3.1 - FORMES PLANISPIRALÉES ÉVOLUTES

Type PE 01
fig. S.46A ; pl. XXVIII, fig. 6 ; pl. XXX, fig. 4

Synonymie : Microforaminifer lining CHEN, 1978, fig. 58, n° 475.

Type PE 02

fig. S.46B ; pl. XXVIII, fig. 4

Type PE 03

fig. S.46C ; pl. XXVIII, fig. 3

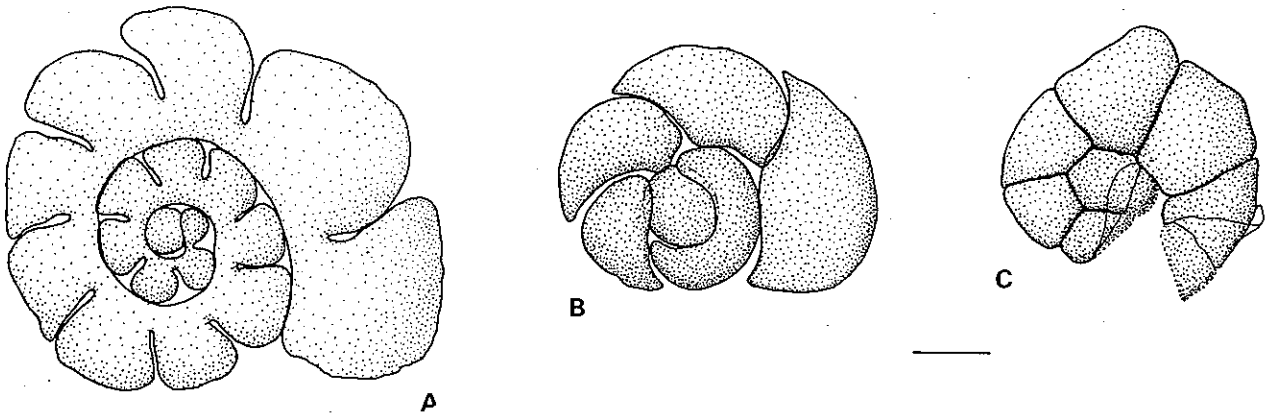


Fig. 46 : A) Microforaminifère Type PE 01. - B) Microforaminifère Type PE 02. - C) Microforaminifère Type PE 03. [le trait représente 20 µm].

3.2 - FORMES PLANISPIRALÉES ÉVOLUTES LACHES

Type PEl 01

fig. S.47 ; pl. XXVIII, fig. 7 ;
pl. XXX, fig. 7.

Synonymie : Membrane basale chitinoïde de Foraminifère trochoïde FOUCHER, 1975, pl. 6, fig. 3.
Microforaminifer lining CHEN, 1978, fig. 58, n° 480.

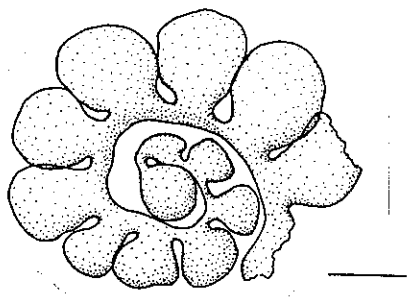


Fig. S.47 : Microforaminifère Type PEl 01. [le trait représente 20 µm].

3.3 - FORMES PLANISPIRALÉES INVOLUTES

Type PI 01

fig. S.48 ; pl. XXVIII, fig. 5

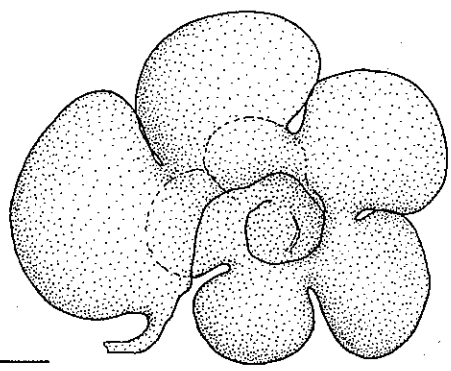


Fig. S.48 : Microforaminifère Type PI 01. [le trait représente 20 µm].

4 - FORMES TROCHOSPIRALÉES

Type Tr 01

fig. S.49A ; pl. XXVIII, fig. 9

Synonymie : Microforaminifer lining CHEN, 1978, fig. 58, n° 476.

Microforaminifer lining CHEN, 1978, fig. 58, n° 478.

Foraminiferal coiled chitinous lining SRIVASTAVA, 1984, pl. 39, fig. 11-12.

Type Tr 02

pl. XXVIII, fig. 8 ; pl. XXX, fig. 5

Synonymie : Membrane basale chitinoïde de Foraminifère trochoïde FOUCHER & TAUGOURDEAU, 1975, pl. 6, fig. 2.

Type Tr 03

fig. S.49B; pl. XXVIII, fig. 10

Type Tr 06

pl. XXVIII, fig. 11

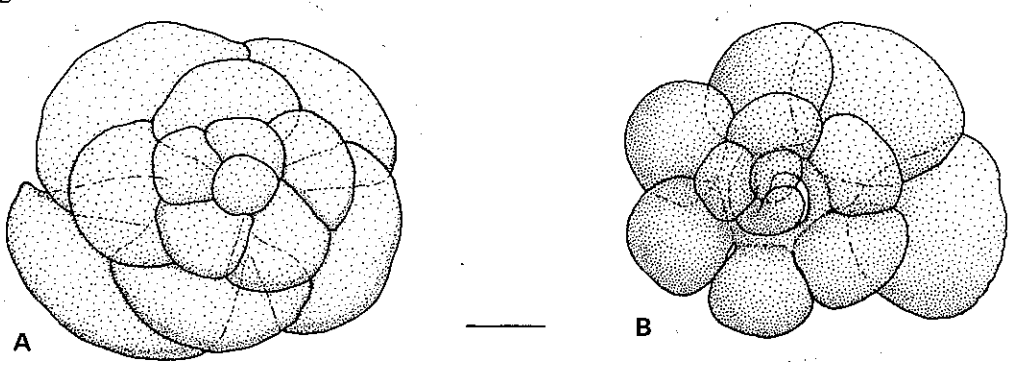


Fig. S.49 : **A**) Microforaminifère Type Tr 01. - **B**) Microforaminifère Type Tr 03. [le trait représente 20 µm].

5 - FORMES STREPTOSPIRALÉES

Type St 01

fig. S.50 ; pl. XXVIII, fig. 12

Type St 02

pl. XXVIII, fig. 14

Type St 03

pl. XXVIII, fig. 13

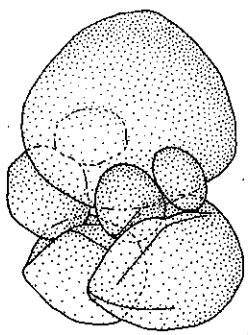


Fig. S.50 : Microforaminifère Type St 01. [le trait représente 20 µm].

ANNEXE II

TABLEAUX

DE COMPTAGES

Taxons Bu	08	09	10	11	12	12'	13	14	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'	31''	32	33	35	36	37
Achomosphaera cf. neptunii	0,1	0,1	0,4	0,1	0,4			0,1	0,1	0,1			0,4	0,1	0,3	0,3		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,3	0,3		0,3
Achomosph. ramulifera ramosasimilis			0,1											0,2						0,1			0,2				
Adnatosphaeridium caulleryi		0,1	0,8	0,1	0,4		0,4	0,4	0,4	0,1	0,4	0,4	0,6	1,5	2,0				0,1	0,4					2,7	0,1	0,4
Aprobolocysta eilema																											
Aprobolocysta neistosa																											
Aprobolocysta trycheria																						0,3					
Aptea securigera	0,2	0,1?		0,1	0,4		0,4		0,1													0,1?		0,1?	0,3		0,3
Apteodinium spp.	0,1											1,5															
Avellodinium lepidum			0,1	0,1	0,1	0,1		0,1			0,1	1,5	0,2	0,6	0,2		0,2	0,3		0,3				0,4			0,3
Avellodinium cf. lepidum		0,1	0,1	0,1						0,1				0,1				0,1		0,1							
Batiacasphaera macrogranulata						0,1										2,5											0,1
Batiacasphaera sp. A	5,0	0,8		5,0	1,5			2,0	0,1	0,4			0,1	0,8	0,1		6,0			0,1	0,1	0,8		3,0		0,5	6,0
Batiacasphaera sp. H														0,1	0,1			0,4		0,1	0,1						
Batiacasphaera sp. P																	0,1										
Batioladinium ? exiguum	0,2		0,4									0,1						0,1		0,3		0,1					0,1
Batioladinium jaegeri																				0,1		0,1					
Batioladinium longicornutum																				0,1			0,3				
Batioladinium ? pelliferum				0,1	0,1					0,1						0,1	0,1				0,1		0,1				
Batioladinium varigranosum																		0,1						0,1			
Bourkidinium granulatum																							0,1		0,1		
Bourkidinium cf. psilatum A									0,1																		
Bourkidinium cf. psilatum B													0,1				0,1			0,1							0,1
Callaiosphaeridium asymmetricum					0,1					0,1			0,1		0,1	0,1	0,3			0,3					0,1		
Callaiosphaeridium trycherium									0,1?				0,1	0,3	0,2	0,1	0,1			0,1					0,1		
Callaiosphaeridium sp. A																											0,2
Canningia colliveri		0,4							1,3																		
Canningia sp. E			0,1				0,1	0,1			0,1		0,1		0,1	1,5			0,5			0,1			0,4		
Cassiculosphaeridia magna	0,4		0,1				0,1		0,4	0,1	0,4	1,5	0,5	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	1,1	0,4		0,4	0,1				0,1
Cassiculosphaeridia pygmaea		0,4			0,8						0,1	0,1	0,1	0,1			0,1	0,1				0,1					0,5
Cassiculosphaeridia reticulata			0,1		0,4										0,1								0,1				
Cauca parva	0,2			0,1								0,1		0,1				0,1									
Cleistosphaeridium ? aciculare			0,1	0,1												0,1		0,1			0,1		0,2				
Cleistosphaeridium multispinosum					0,1			0,1				0,1												0,1	0,1		
Cleistosphaeridium polytrichum				0,1					0,1																0,1		
Cleistosphaeridium sp. A																		0,1									
Coronifera albertii																											
Coronifera oceanica																											
Cribroperidinium cf. aparsium	0,2		0,4	0,1				0,1							0,1		0,1		0,2		0,1						
Cribroperidinium confossum													0,1		0,1					0,1							
Cribroperidinium edwardsii			0,5		0,1										0,8			0,1		3,5	2,5	0,1		0,1			

Tab. A.01 : Coupe des Buissières ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons Bu	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
Achomosphaera cf. neptunii			0,1		0,1	0,3		0,4							
Achomosph. ramulifera ramosasimilis															
Adnatosphaeridium caulleryi	0,3	0,3	1,6	0,4	0,3				0,4		0,1				
Aprobolocysta eilema				0,3	0,3										
Aprobolocysta neistosa			0,1		0,1										
Aprobolocysta trycheria				0,1	0,1									0,1	
Aptea securigera		0,1?													
Apteodinium spp.															
Avellodinium lepidum	0,3	0,1		0,4	0,4	0,1		0,1		0,7	0,4				
Avellodinium cf. lepidum	0,1			0,1						0,1	0,1				
Batiacasphaera macrogranulata		0,1								0,1	0,1		0,1		
Batiacasphaera sp. A			0,1		1,1			1,6		0,5	0,1	0,4			
Batiacasphaera sp. H		0,1							0,1						
Batiacasphaera sp. P						0,4					0,1				
Batioladinium ? exiguum									0,1						
Batioladinium jaegeri															
Batioladinium longicornutum					0,1										
Batioladinium ? pelliferum															
Batioladinium varigranosum															
Bourkidinium granulatum															
Bourkidinium cf. psilatum A	0,1														
Bourkidinium cf. psilatum B			0,1						0,1						
Callaiosphaeridium asymmetricum	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1				0,4	0,1	0,4			0,3	
Callaiosphaeridium trycherium	0,1	0,1			0,1	0,1			0,1	0,1	0,1			0,1	
Callaiosphaeridium sp. A			0,1			0,1									
Canningia colliveri															
Canningia sp. E		1,2									0,4				
Cassiculosphaeridia magna	2,0	0,1		0,8	0,1			0,7			0,1				
Cassiculosphaeridia pygmaea	0,1			0,8	0,5									0,1	
Cassiculosphaeridia reticulata			0,1	0,1	0,2				0,1	0,1				0,1	
Cauca parva	0,2														
Cleistosphaeridium ? aciculare	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					0,1	0,5	0,9		0,3	
Cleistosphaeridium multispinosum			0,3		0,1					0,1	0,4				
Cleistosphaeridium polytrichum															
Cleistosphaeridium sp. A											0,1				
Coronifera albertii				0,3	0,1						0,4	0,1?	0,1		
Coronifera oceanica												0,4	0,5	0,1	
Cribroperidinium cf. aparsium														0,1	
Cribroperidinium confossum					0,1										
Cribroperidinium edwardsii		0,1													

Tab. A.01 : (Suite),

Taxons Bu	08	09	10	11	12	12'	13	14	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'	31''	32	33	35	36	37
Cribroperidinium orthoceras	0,3	0,4	0,4	3,0	3,5		0,1	0,4	1,0	1,0	0,3	0,8		0,4	3,5	0,4	0,5	0,5	0,1	6,0	4,0		0,4	0,8	0,5		0,5
Cribroperidinium palla																	0,1	0,1									
Cribroperidinium sepimentum				0,1		0,2				0,1			0,1?		0,3	0,1?				0,1	0,2				0,3		0,1?
Cribroperidinium ? sp. B																											
Cribroperidinium sp. C					0,1								0,8	2,5					0,2		0,1	0,1	0,3	0,2			0,4
Ctenidodinium elegantulum																			0,1								0,1
Cyclonephelium brevispinatum	2,0	6,0	0,1	0,1	0,4							0,4	0,1	5,0	0,1	3,5	26,0	2,0	3,0			0,1	0,6	0,1	0,4		8,0
Cyclonephelium densebarbatum			0,1				0,1	0,1			0,1			0,8	0,4	0,5	0,8		0,1	0,3		0,1	0,1	1,5			
Cyclonephelium distinctum distinctum			0,1?																								
Cyclonephelium hirtellum				0,1							0,1						2,5	0,1							2,8		0,1
Cyclonephelium hystrix	0,2?	3,0	3,0		1,0		7,0	6,0	2,5	2,7	6,0	4,0	9,0	1,5	8,0	1,5	0,4	5,0	5,0	13,5	0,8	0,2	7,0	0,4		6,5	0,1
Cyclonephelium paucimarginatum										1,0																0,3	
Cyclonephelium paucispinum					0,5																						
Cyclonephelium vannophorum										0,1									0,3	0,1					0,1	0,1	
Cymososphaeridium validum	0,5	4,0	8,0	0,4	2,5	1,5	0,8	4,0	1,0	1,1	3,0	3,0	5,0	2,5	4,0	1,5	0,8	2,0	2,5	2,5	7,0	7,0	0,6	0,8	6,5	0,4	1,0
Dapsilidinium multispinosum		0,1	0,1						0,1	0,1		0,4	0,1	0,1				0,3		0,1			0,1		0,1		
Dapsilidinium warrenii		0,1		0,1	0,1									0,1				0,1						0,1			0,1
Dingodinium cervic. albertii	0,1?	0,1	0,1	0,1																1,5	0,1		0,8	0,9	2,3		0,3
Dingodinium cerviculum europaeum																								0,1			0,1
Discorsia nanna			0,8	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1											0,1			0,1				
Dissiliodinium globulum		0,4	6,0	6,0	1,5	3,5	3,0	3,0					0,5	5,0	0,3	1,8	10,0	3,0	2,5	0,3	0,1	3,0	3,0	0,1	0,2		
Druggidium deflandrei																											
Endoscrinium campanula campanula																							0,1				
Exochosphaeridium muelleri			0,1		0,4	0,1						0,1?			0,2		0,3										
Exochosphaeridium phragmites	0,3	0,1	0,5		0,1		0,1?	0,3						0,1		0,1		0,3		3,5	0,3	0,1	0,7	0,4	0,4	0,1	0,1
Exochosphaeridium ? sp. A																											
Florentinia laciniata laciniata																											
Gardodinium albertii	0,2	0,1	0,5	0,1	0,1		0,4		0,1		0,1				0,1	0,1				0,1					0,1		
Gardodinium ordinale	0,2														0,1			0,1		0,1							
Gen. ind. sp. A																											
Gen. ind. sp. B																											
Gonyaulacysta cretacea																											
Gonyaulacysta diutina				0,1																							
Gonyaulacysta fastigiata				0,1	0,1																						
Gonyaulacysta helicoidea													0,1			0,1											
Gonyaulacysta perforobtusa															0,1												
Heslertonia heslertonensis			0,1?		0,1?																		0,1				0,1
Hystrichodinium furcatum																											
Hystrichodinium pulchrum		0,1	0,4	0,1	0,1	0,8	0,3	0,8		0,3	0,1		0,4	0,8	0,1		0,4	0,3		0,1	0,1	0,1	1,0	0,3			0,1
Hystrichodinium voigtii			0,4					0,1			0,1			0,1						0,3			0,1				0,1

Tab. A.01 (Suite) : Coupe des Buissières ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons	Bu	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
Cribroperidinium orthoceras					0,1	0,1	0,1		0,1	1,1	0,3				0,6	0,1
Cribroperidinium palla										0,1						
Cribroperidinium sepimentum		1,5	0,3	0,7		0,1				0,4					0,1	
Cribroperidinium ? sp. B				0,3								0,1				
Cribroperidinium sp. C			0,1	0,1	0,2		0,6		0,8	0,6		0,2	0,1	0,1		
Ctenidodinium elegantulum					0,1	0,1					0,3	0,7	0,6	0,8	0,5	
Cyclonephelium brevispinatum		4,0	0,1	5,0	0,1	0,1			1,3		0,1	2,6	0,4	0,1	7,5	
Cyclonephelium densebarbatum		2,5			0,3	0,3			0,7							
Cyclonephelium distinctum distinctum																
Cyclonephelium hirtellum			0,1		0,3	0,1	0,5			0,5	0,1				0,1	
Cyclonephelium hystrix		1,0	0,1	0,3		0,1				6,5		0,5	7,8			
Cyclonephelium paucimarginatum																
Cyclonephelium paucispinum																
Cyclonephelium vannophorum			1,0		6,0				0,1		0,1					
Cymososphaeridium validum			0,3	0,1		0,1	0,4		0,1		0,8			0,1		
Dapsilidinium multispinosum			0,1		0,1				0,1		0,7	0,5				
Dapsilidinium warrenii											0,1	2,7		0,3		
Dingodinium cervic. albertii		0,8	0,3	0,7	0,2	0,9	1,5		0,9	0,7	0,9	4,5	0,7	2,4	0,6	
Dingodinium cerviculum europaeum				0,1										0,9		
Discorsia nanna									0,1				0,1			
Dissiliodinium globulum		7,5	0,1	0,1	3,5	1,2	0,4		1,2	0,4	2,7	2,7	0,1			
Druggidium deflandrei										0,1			0,1			
Endoscrinium campanula campanula							0,1			0,3				0,3		
Exochosphaeridium muelleri					0,1	0,1	0,1					0,1	0,3			
Exochosphaeridium phragmites		0,1	0,1	0,3		0,4			0,1			0,1	0,4	0,3		
Exochosphaeridium ? sp. A													0,1			
Florentinia laciniata laciniata		0,1										0,3		0,4		
Gardodinium albertii																
Gardodinium ordinale																
Gen. ind. sp. A															0,4	
Gen. ind. sp. B															0,3	
Gonyaulacysta cretacea										0,1	0,1	0,1	0,1		0,3	
Gonyaulacysta diutina						0,3				0,1		0,1				
Gonyaulacysta fastigiata												0,1				
Gonyaulacysta helicoidea						0,1				0,3			0,3			
Gonyaulacysta perforobtusa																
Heslertonia heslertonensis					0,1							0,1				
Hystrichodinium furcatum														0,1		
Hystrichodinium pulchrum		0,1	0,3		1,2	0,1	0,6					0,3	0,1	0,3	0,1	
Hystrichodinium voigtii		0,1		0,1	0,3	0,4						0,3				

Tab. A.01 : (Suite),

Taxons	Bu	08	09	10	11	12	12'	13	14	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'	31''	32	33	35	36	37
Hystrichosphaeridium duplum duplum					0,1																			0,5				
Hystrichostrogylon membraniphorum																								0,1				
Hystrichostrogylon stolidotum																												
Kiokansium polypes polypes	0,5	0,4	0,4	0,1	0,8	0,6	0,3	0,3			0,5	0,1			0,1		0,1			1,5		0,1	10,0	5,0	0,1	3,7	5,5
Kleithriasphaeridium corrugatum											0,1				0,1					0,7							0,3
Kleithriasphaeridium eoinodes	0,2		0,1	0,1	0,1	0,1?		0,4	0,1			0,1	0,4		0,1		0,1	0,1	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	0,9	0,1	2,0
Meiourogonyaulax bulloidea				0,1	0,1										0,1			0,3	0,1	0,5					0,1		
Meiourogonyaulax pertusa pertusa		0,1	0,1?								0,1?		0,1?		0,1?		0,1			0,1		0,1			0,3	0,1	
Mendicodinium reticulatum					0,1			0,3				0,1?		0,3	0,1	0,1			0,1	0,2	0,3			0,3				
Microdinium opacum																										0,1		
Muderongia crucis																												
Muderongia extens. extensiva	0,1				0,2								0,1?					0,1						1,3	0,8	2,6	0,2	0,2
Muderongia extensiva A																								0,1		0,1		
Muderongia extensiva bicornuta																												
Muderongia imparilis																					0,1?							
Muderongia pariata												0,1	0,4	0,4	2,5	0,4			0,3				1,5					
Muderongia simplex simplex										0,1?			0,1			0,1				0,1	0,1							
Muderongia cf. simplex	0,1															0,3	0,1			0,1	0,1							
Muderongia staurota															0,1						0,1			0,1	1,3	0,9		
Muderongia cf. staurota																												
Muderongia tomaszowensis		0,1	0,3		0,2	0,1	0,1	0,3	0,1		0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2		0,3	0,1			
Muderongia tomaszowensis A							0,1			0,1		0,1								0,1								
Muderongia sp. A								0,4																				
Muderongia sp. C																									0,1			
Nelchinopsis kostromiensis															0,1				0,1		0,1							
Nummus monoculatus																												
Occisucysta duxburyi																0,2								0,1				
Occisucysta tentoria								0,1		0,1?	0,1			0,1	0,2						0,1				0,1			
Oligosphaeridium ? asterigerum					0,1											0,1		0,1				0,1						
Oligosphaeridium cf. intermedium																												
Oligosphaeridium complex	0,2?	0,1	0,2?	0,1?	0,1	0,1	0,3	0,8	0,1	0,1	0,3		0,7	0,3	0,3	1,6	0,3		0,4	0,6	0,3	0,1	0,4	1,2	0,3	0,8	7,6
Oligosphaeridium dividuum	2,0	0,8	0,4	2,0	0,1	0,1	0,4		3,0	3,6	0,4		0,1		0,1		0,1		0,1					0,1	1,5		
Oligosphaeridium poculum		0,1												0,1													
Oligosphaeridium porosum	0,1		0,1											0,1	0,1	0,1		0,1	0,1			0,1					0,1
Ovoidinium diversum																				0,1							
Ovoidinium sp. A																	0,1	1,8	0,1			0,1				0,1	
Pareodinia ceratophora ceratophora																								0,1				
Pervosph. pseudhystrichodinium	0,2?	0,1	0,4	1,5	1,5	0,2	0,5	0,1?		0,1?		1,0			0,1				0,1			0,1					
Phoberocysta neocomica convexa																												
Phoberocysta neoc. cruciformis	0,5	0,4	1,5	0,4	0,5	0,2	0,5	0,7	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	1,1	0,3	0,1	0,3	1,2	1,2	1,6	3,0	3,0	0,6	0,3	0,8	0,2	0,7

Tab. A.01 (Suite) : Coupe des Buissières ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons	Bu	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
Hystrichosphaeridium duplum duplum				0,3												
Hystrichostrogylon membraniphorum						0,1?										
Hystrichostrogylon stolidotum												0,3				
Kiokansium polypes polypes		2,7	0,8	4,5	1,0	1,3	12,0		3,5	0,4	1,6	0,1		3,8	0,1	0,1
Kleithriasphaeridium corrugatum		0,1			0,1	0,1				0,1				0,1	0,1	
Kleithriasphaeridium eoinodes		2,5	1,2	0,6	0,4	0,4				0,3	0,7	2,5	0,5	0,5	0,3	
Meiourogonyaulax bulloidea						0,1	0,1				0,2	0,1				
Meiourogonyaulax pertusa pertusa		0,1?		0,2	0,3				0,1							
Mendicodinium reticulatum																
Microdinium opacum										0,1			0,1			
Muderongia crucis															0,1	
Muderongia extens. extensiva											0,1?					
Muderongia extensiva A			0,1													
Muderongia extensiva bicornuta						0,1										
Muderongia imparilis				0,2												
Muderongia pariata					0,1	0,6						0,1	0,3			
Muderongia simplex simplex				0,2		0,1									0,1	
Muderongia cf. simplex														0,1		
Muderongia staurota						0,7	0,4		0,7	0,7	2,1	0,8	0,8	0,6	2,1	
Muderongia cf. staurota										0,1		0,2		0,2		
Muderongia tomaszowensis		0,1	0,3	0,4	0,2		0,1		0,8	0,2		0,3	0,2	0,5	0,6	
Muderongia tomaszowensis A													0,1	0,1		
Muderongia sp. A																
Muderongia sp. C						0,4										
Nelchinopsis kostromiensis																
Nummus monoculatus															0,4	
Occisucysta duxburyi				0,1						0,1	0,1	0,2				
Occisucysta tentoria											0,1	0,1		0,1		
Oligosphaeridium ? asterigerum		0,8	0,3		0,3	1,2	1,3		0,7	0,1	0,1	0,4	1,8	5,8		
Oligosphaeridium cf. intermedium		0,1									0,1					
Oligosphaeridium complex		1,2	1,3	0,4	1,1	3,2	5,4		5,8	0,4	8,3	6,5	2,2	0,5	3,2	
Oligosphaeridium dividuum												0,1				
Oligosphaeridium poculum				0,1		0,1						0,1				
Oligosphaeridium porosum											0,1					
Ovoidinium diversum												0,3			0,5	
Ovoidinium sp. A												0,1			0,1	
Pareodinia ceratophora ceratophora				0,2		0,1										
Pervosph. pseudhystrichodinium									0,1?			0,1				
Phoberocysta neocomica convexa					0,1							0,2	0,1		0,3	
Phoberocysta neoc. cruciformis		1,5	0,1	0,3	0,3	0,1	0,3		0,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,6	0,1	

Tab. A.01 : (Suite),

Taxons	Bu	08	09	10	11	12	12'	13	14	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'	31''	32	33	35	36	37
Phoberocysta "australis"																												
Phoberocysta "extensiva extensiva"										0,2	0,1		0,1			0,1			0,3	0,3	1,5	1,0	1,5					
Phoberocysta "extensiva bicornuta"																								0,1				
Phoberocysta "staurota"																0,1				0,1	0,1							
Phoberocysta "cf. staurota"													0,1		0,1													
Phoberocysta "simplex"										0,1	0,1																	
Phoberocysta "cf. simplex"													0,1			0,1												0,1
Phoberocysta "tomaszowensis"			0,1																	0,1	0,1	0,1						
Pseudoceratium gochtii																												
Pseudoceratium pellif. pelliferum		0,5	0,8	0,1	0,4		0,1		0,1	1,0	0,8	0,4	4,0	4,0	0,4	0,5	0,3	0,5	0,1	1,5	0,8	0,8	0,3	0,3	0,1	0,4	0,3
Pterodinium cingulatum cingulatum																												
Pterodinium ? cf. cornutum														0,1														
Pterodinium sp. A																												
Rhombodella paucispina	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,1			0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1						0,1							
Rhynchodiniopsis aptiana	0,4		0,1	0,1					0,1	0,3			0,5	0,1	2,0	2,5	0,1	0,3		0,3		0,6	0,3	0,1			
Rhynchodiniopsis cf. fimbriata					0,1										0,1												0,1
Sentusidinium sp. A	0,1	0,1	0,4		0,5						0,1			0,1	0,7			1,0		0,1	0,1	0,1	0,2	0,8	0,1		0,2
Spiniferites cornutus laevimurus																0,1											
Spiniferites ? dentatus					0,1			0,1	0,1	0,1										0,1			0,1				
Spiniferites lenzii			0,4		0,1				0,1		0,2	0,1			0,1			0,1		0,8			0,1	0,2		0,1	
Spiniferites ? magnoserratus										0,1																	
Spiniferites multibrevis multibrevis			0,1																								
Spiniferites multibrevis seghiris				0,1	0,1						0,3	0,1	0,4	0,1	0,1		0,1			0,3		0,3	0,1		0,4		0,3
Spiniferites ramosus brevifurcatus			0,1		0,1			0,1					0,1										0,1				
Spiniferites ramosus ramosus			0,2				0,1?					0,1			0,2								0,1	0,1		0,3	0,1
Spiniferites ramosus reticulatus											0,1																
Subtilisphaera perlucida																											0,1
Subtilisphaera scabrata		0,1	0,1	0,1?														0,1									0,1
Systematophora cretacea			0,1																		0,1?						
Systematophora scoriacea	0,1	0,5	0,1?	0,1					0,4	0,1	0,1	0,1?	2,0	2,0	2,0		0,1	11,0	11,0	0,3	10,0	13,0	0,1				
Systematophora silyba			0,2		0,1		0,3?					0,1	0,4	0,1	0,1	0,1				0,3						0,2	0,2
Systematophora sp. A																											
Taleisphaera hydra																											
Tanyosphaeridium boletus			0,1	0,1														0,3	0,1								
Tanyosphaeridium magneticum			0,1	0,1	0,1	0,1					0,3	0,1	0,4	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3		0,1	0,1	0,2	0,3	0,3			
Tanyosphaeridium regulare	0,1		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,3			0,1	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,3	0,3		0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1
Tanyosphaeridium variecalamus			0,1		0,1									0,3					0,3				0,3				
Trichodinium spinosum															0,1												
Wallodinium krutzschii			0,4				0,1						0,1		0,1							0,1	0,1				0,1
Wallodinium ? luna																											0,1

Tab. A.01 : Coupe des Buissières ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons Bu	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
Phoberocysta "australis"									0,1						
Phoberocysta "extensiva extensiva"	1,0			0,1						0,1					
Phoberocysta "extensiva bicornuta"															
Phoberocysta "staurota"											0,1				
Phoberocysta "cf. staurota"					0,1										
Phoberocysta "simplex"															
Phoberocysta "cf. simplex"															
Phoberocysta "tomaszowensis"				0,1					0,1						
Pseudoceratium gochtii		0,1													
Pseudoceratium pellif. pelliferum	1,2	0,5	0,1	1,2	1,8	6,5			0,7	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pterodinium cingulatum cingulatum									0,1			0,1		0,1	
Pterodinium ? cf. cornutum	0,1								0,1		0,3	0,3		0,1	
Pterodinium sp. A									0,1						
Rhombodella paucispina		0,1									0,1				
Rhynchodiniopsis aptiana			0,1	0,1	0,1			0,3	0,9		7,6				
Rhynchodiniopsis cf. fimbriata									0,4	0,1	0,4				
Sentusidinium sp. A					0,1			0,1	0,1	0,2	1,7	0,5	0,1	0,1	
Spiniferites cornutus laevimurus												0,1			
Spiniferites ? dentatus					0,1					0,1					
Spiniferites lenzii	0,1		0,1	0,1	1,2	0,3			0,1		0,9		0,4		
Spiniferites ? magnoserratus			0,1							0,1		0,4		0,1	
Spiniferites multibrevis multibrevis	0,1		0,3							0,1	0,1				
Spiniferites multibrevis seghiris	0,1		0,3	0,3	0,1			0,1		0,5	0,4	0,6	0,1		
Spiniferites ramosus brevifurcatus													0,1		
Spiniferites ramosus ramosus					0,1	1,1		0,6		0,1	0,4	0,5	0,4	0,5	
Spiniferites ramosus reticulatus															
Subtilisphaera perlucida											0,5	0,1		2,8	
Subtilisphaera scabrata										0,2	0,3	0,3	0,1		
Systematophora cretacea						0,4		0,3	0,3	0,7				0,1	
Systematophora scoriacea		0,1?													
Systematophora silyba	0,8	4,5		0,4		0,1				0,5	8,6	2,7	4,7		0,1?
Systematophora sp. A										0,1					
Taleisphaera hydra									0,1					1,2	
Tanyosphaeridium boletus										0,1					
Tanyosphaeridium magneticum	0,1											0,1			
Tanyosphaeridium regulare	0,1	0,3	0,1		0,1	0,1				0,3	4,8	0,5	0,4	0,1	
Tanyosphaeridium variecalamus					0,1					0,1	0,1		0,5		
Trichodinium spinosum				0,1	0,1										
Wallodinium krutzschii									0,1		0,1	0,1	0,1	0,5	
Wallodinium ? luna											0,1			0,3	

Tab. A.01 : (Suite et fin).

Foraminifères / Bu	08	09	10	11	12	12'	13	14	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'	31''	32	33	35	36	37	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
Type Bi 03							2,9				8,9				6,7							5,7						13									6,4						
Type Bi 06			4,4			5	5,7			3,8							1,7																									
Type Bi 08																																										
Type Bi 09	40	40	56	65	36	50	34	25	36	46	27	6,7	8	6,2	33	24	14	38	69	16	27	11	27	40		40		27	18	20	45	53	100		80	16		100			100	100
Type PE 01			2,2										16		6,7							5,7														6,4						
Type PE 02																																				13						
Type PE 03		20			4	10	2,9	5	8,9			6,7	8	55			51		3,6		27	17	53					27	25	20	20					22						
Type PEl 01			2,2		12			10				13	8	3,1	6,7	8	5,1	22		16		17					13	12		2,5											
Type PI 01	40		11	15	24		5,7	15	27		8,9	20		9,2	20	16	1,7	9,6	3,6	24		17		40		40				20	10				16						
Type Tr 01								5																																		
Type Tr 02		20	4,4		4	10	26	20	8,9	30	36	20	32	3,1	6,7	32	6,8	6,4	3,6	16	27							25	20	2,5	13										
Type Tr 03																						5,7																				
Type Tr 07						5	2,9					6,7		3,1																												
Type Un 01												6,7	8					3,2														13									
Type Un 03																				8																					
Type Un 04																																										

Tab. A.02 : Coupe des Buissières ; fréquences relatives (en pourcentages) des types de Microforaminifères.

Acritarches / Bu	08	09	10	11	12	12'	13	14	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'	31''	32	33	35	36	37	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
Micrhystridium	3	2	2	2	2	2	2	3	1	2	3		1	4	3		1	3		4	1	3	2	5	2		2	4	4	1	4	6	3			4	4	5	2	1	4	
Citharipiana			2																																							

Tab. A.03 : Coupe des Buissières ; nombres d'Acritarches comptabilisés le long de la série.

Incertae sedis / Bu	08	09	10	11	12	12'	13	14	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'	31''	32	33	35	36	37	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
Type 02	1	1	3	1	5	5	5	3				3	3	2	7	1	1					1		1				1		1	1				1				2		2
Type 01			2					1	1	1		1	1	1	3			1	1	2			1	2	1		1		1	1			1			1		1	1	1	1		1	2
Type 03								1		1	2		1			1	1	1		4			2	1	1	1	1					1			1			1	1	2			

Tab. A.04 : Coupe des Buissières ; nombres d'Incertae sedis comptabilisés le long de la série.

Palynomorphes / Bu	8	9	10	11	12	12'	13	14	16	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'	31''	32	33	34	35	36	37	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
SPORES-POLLENS	3	5	6	5	6	5	7	8	12	6	5	11	8	10	5	4	3	5	10	2	3	4	3	4	1	11	9	5	3	2	5	6	7	6	4	-	1	8	1	2	3	2	2	28
DISACCATES	0	1	3	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	-	1	0	1	2	3	0	0	43
FORAMINIFERES	5	7	17	17	8	17	14	14	12	9	4	10	12	10	9	5	2	6	12	3	9	7	10	2	1	2	0	10	0	11	4	12	16	1	1	-	0	6	0	0	1	0	1	1
INCERTAE SEDIS	4	3	6	12	12	12	10	9	6	4	10	15	6	15	5	3	5	8	6	2	2	8	2	5	6	9	6	3	3	3	6	4	7	4	0	-	1	3	5	8	10	9	13	27
DINOFLAGELLES	85	84	67	64	73	64	68	67	68	80	79	62	74	64	80	87	90	80	70	92	84	80	85	87	92	77	83	82	93	83	84	76	68	86	92	-	97	82	93	88	83	89	84	1
ACRITARCHES	3	0	1	1	0	1	1	1	2	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	3	-	0	1	0	0	0	0	0	0

Tab. A.05 : Coupe des Buissières ; nombres de représentants des grandes familles de palynomorphes (les comptages ont été effectués sur 100 individus).

Taxons	H 01	H 02	H 03	H 04	H 05	H 06	H 08	H 09	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14'	H 15
Achomosphaera cf. neptunii	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0
Achomosphaera ramulifera ramosasimilis					0,1 ± 0,0	0,7 ± 0,0								
Adnatosphaeridium caulleryi			0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,2 ± 0,0					0,1 ± 0,1		
Aprobolocysta eilema														
Aprobolocysta neistosa									0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	
Aprobolocysta trycheria	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,1			0,1 ± 0,1		0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,1	1,8 ± 0,6
Aptea securigera						0,8 ± 0,5								
Apteodinium granulatum												0,1 ± 0,0		
Atopodinium haromense														
Avellodinium lepidum	0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0			
Avellodinium cf. lepidum														3,5 ± 2,7
Batiacasphaera macrogranulata							0,4 ± 0,2							
Batiacasphaera sp. A	14,5 ± 8,3	13,2 ± 8,5					6,9 ± 2,8	3,6 ± 2,7						
Batiacasphaera sp. H				0,2 ± 0,1						2,0 ± 1,0	1,1 ± 0,9		8,2 ± 6,8	3,5 ± 2,7
Batiacasphaera sp. P														
Batioladinium ? exiguum	0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,1						0,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Batioladinium ? gochtii	0,1 ± 0,0				0,1 ± 0,0						0,1 ± 0,1			
Batioladinium jaegeri														
Batioladinium longicornutum														
Batioladinium ? pelliferum	0,2 ± 0,0				0,1 ± 0,0						0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0
Batioladinium varigranosum	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0				0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0		0,1 ± 0,0			0,7 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Bourkidinium granulatum							0,2 ± 0,0	1,4 ± 0,0			0,5 ± 0,0			
Bourkidinium cf. psilatum A	0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0							0,2 ± 0,0
Bourkidinium cf. psilatum B		0,6 ± 0,0		1,2 ± 0,0		0,1 ± 0,0					0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0	
Callaiosphaeridium asymmetricum		0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1				0,2 ± 0,1		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1
Callaiosphaeridium trycherium														
Callaiosphaeridium sp. A														
Canningia colliveri					17,7 ± 9,6	0,3 ± 0,2	0,7 ± 0,3							
Canningia sp. E							13,1 ± 4,9							
Cassiculosphaeridia magna	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	2,1 ± 0,0	0,7 ± 0,0	1,8 ± 0,0	0,3 ± 0,0	2,1 ± 0,0	0,6 ± 0,0	2,4 ± 0,0	2,2 ± 0,0	3,0 ± 0,1	1,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	1,1 ± 0,0
Cassiculosphaeridia pygmaea		0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,0						0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	
Cassiculosphaeridia reticulata		0,1 ± 0,0									0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	
Cauca parva							0,3 ± 0,1	1,4 ± 0,3						
Chlamydophorella nyei														
Chytroeisphaeridia cerastes														
Chytroeisphaeridia scabrata				0,1 ± 0,0									0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Chytroeisphaeridia sp. A											0,1 ± 0,0			
Cleistosphaerid. ? aciculare	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,0	0,8 ± 0,3	0,3 ± 0,1	1,2 ± 0,3	0,2 ± 0,1	0,8 ± 0,2	1,0 ± 0,5	0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Cleistosphaeridium chems														
Cleistosph.. multispinosum	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		1,1 ± 0,5	0,1 ± 0,0	0,8 ± 0,3		0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,3	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Cleistosphaeridium polytrichum				0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1		0,2 ± 0,1		0,2 ± 0,1		0,2 ± 0,1	
Cleistosphaeridium sp. A								2,3 ± 0,6						0,3 ± 0,1
Cometodinium comatum									0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0
Coronifera albertii														
Coronifera oceanica														
Cribroperidin. cf. aparsium	0,4 ± 0,3	0,3 ± 0,2	5,3 ± 1,7	6,0 ± 1,7		0,8 ± 0,4	3,5 ± 2,3		2,2 ± 1,0	6,8 ± 1,4	3,5 ± 0,0	3,5 ± 1,4	0,3 ± 0,1	1,3 ± 0,5
Cribroperidinium confossum			0,2 ± 0,1							0,5 ± 0,3				
Cribroperidinium edwardsii	0,7 ± 0,6	0,3 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1			0,3 ± 0,1	3,4 ± 0,7	0,1 ± 0,0	0,9 ± 0,3	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,1
Cribroperidinium orthoceras		0,3 ± 0,2	1,5 ± 0,5	0,2 ± 0,0	0,7 ± 0,0		4,2 ± 2,8	1,4 ± 0,8	0,3 ± 0,1	0,7 ± 0,1				

Tab. A.06 : Coupe de Vergons ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons	H 17	H 17'	H 18	H 19	H 20	H 21	H 21'	H 23	H 25	H 28	H 32	H 33	H 35	H 38
Achomosphaera cf. neptunii	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Achomosphaera ramulifera ramosasimilis														
Adnatosphaeridium caulleryi	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	2,5 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,0			0,3 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	
Aprobolocysta eilema												0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Aprobolocysta neistosa	0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,0			0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1		0,1 ± 0,0
Aprobolocysta trycheria		0,1 ± 0,0						0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	
Aptea securigera	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0	2,6 ± 0,8		1,7 ± 0,4	0,7 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,3 ± 0,1	2,2 ± 1,0	0,6 ± 0,1	2,0 ± 0,4	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,1	
Apteodinium granulatum								0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0					
Atopodinium haromense														
Avellodinium lepidum	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Avellodinium cf. lepidum				0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Batiacasphaera macrogranulata														
Batiacasphaera sp. A	4,3 ± 2,7			1,9 ± 1,1		3,4 ± 2,3	4,5 ± 3,4					2,2 ± 0,9		
Batiacasphaera sp. H	3,0 ± 1,9	5,3 ± 4,3		1,1 ± 0,7	3,9 ± 2,9	1,7 ± 1,1	5,8 ± 4,4	0,5 ± 0,4	8,9 ± 6,4	8,8 ± 4,2	5,6 ± 3,2		2,2 ± 2,1	4,2 ± 2,6
Batiacasphaera sp. P														
Batioladinium ? exiguum	0,1 ± 0,0			0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,0 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,0	
Batioladinium ? gochtii														
Batioladinium jaegeri														
Batioladinium longicornutum	0,0 ± 0,0			0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0					
Batioladinium ? pelliferum	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,3 ± 0,0		0,1 ± 0,0		0,7 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0		
Batioladinium varigranosum				0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0			
Bourkidinium granulatum	1,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0												
Bourkidinium cf. psilatum A						0,3 ± 0,0		0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Bourkidinium cf. psilatum B	0,3 ± 0,0			0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,7 ± 0,0		0,2 ± 0,0	
Callaiosphaeridium asymmetricum	0,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Callaiosphaeridium trycherium	0,3 ± 0,0	0,1 ± 1,0		0,2 ± 0,0			0,0 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Callaiosphaeridium sp. A					0,3 ± 0,0		0,4 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0			0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Canningia colliveri				0,4 ± 0,2										
Canningia sp. E			0,6 ± 0,4				1,9 ± 1,5		2,8 ± 2,0	9,6 ± 4,5	1,4 ± 1,0		15,0 ± 8,3	0,3 ± 0,2
Cassiculosphaeridia magna		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0			0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,0	2,5 ± 0,2	0,1 ± 0,0		2,1 ± 0,0
Cassiculosphaeridia pygmaea	0,2 ± 0,0	0,5 ± 0,0			0,3 ± 0,0		0,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0			2,7 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0	
Cassiculosphaeridia reticulata	0,1 ± 0,1			1,7 ± 0,0			0,7 ± 0,1			0,5 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0	1,1 ± 0,0
Cauca parva				0,1 ± 0,1				0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	
Chlamydophorella nyei												0,1 ± 0,0		
Chytroeisphaeridia cerastes													0,1 ± 0,0	
Chytroeisphaeridia scabrata			0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0			0,3 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		1,7 ± 0,0	
Chytroeisphaeridia sp. A							0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,0				
Cleistosphaerid. ? aciculare	1,7 ± 0,5	1,0 ± 0,5	0,5 ± 0,5	0,2 ± 0,1	0,7 ± 0,2		0,8 ± 0,3	0,3 ± 0,2	2,2 ± 1,0	4,1 ± 0,7	1,3 ± 0,2	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,5 ± 0,3
Cleistosphaeridium chems	0,1 ± 0,1												0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1
Cleistosph.. multispinosum	0,8 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,6 ± 0,4	0,2 ± 0,1		0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,0		0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,0			0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1
Cleistosphaeridium polytrichum	1,1 ± 0,3	0,7 ± 0,3	0,6 ± 0,4			0,4 ± 0,1					0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,1		
Cleistosphaeridium sp. A	0,1 ± 0,0	2,0 ± 0,9	0,6 ± 0,4			0,4 ± 0,1					0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,1
Cometodinium comatum											0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		
Coronifera albertii												0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,0
Coronifera oceanica												0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0
Cribroperidin. cf. aparsium	0,9 ± 0,3	1,1 ± 0,4		1,6 ± 0,3	1,1 ± 0,2		2,0 ± 1,1	0,4 ± 0,3	0,6 ± 0,4	0,9 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	
Cribroperidinium confossum														
Cribroperidinium edwardsii	0,5 ± 0,1	0,2 ± 0,1		0,2 ± 0,0	0,7 ± 0,1				0,6 ± 0,4			2,4 ± 1,1		0,1 ± 0,0
Cribroperidinium orthoceras			0,9 ± 0,7		0,9 ± 0,2			0,4 ± 0,3		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0

Tab. A.06 : (Suite),

Taxons	H 39	H 40	H 42	H 43	H 44	H 45	H 48	H 51	H 52	H 53	H 55	H 56	H 58
Achomosphaera cf. neptunii	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,0					0,2 ± 0,0			0,3 ± 0,0
Achomosphaera ramulifera ramosasimilis													
Adnatosphaeridium caulleryi		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1			0,1 ± 0,1			0,2 ± 0,0				
Aprobolocysta eilema	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0										
Aprobolocysta neistosa	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0				0,2 ± 0,0				
Aprobolocysta trycheria		0,1 ± 0,0					0,1 ± 0,1						
Aptea securigera							0,5 ± 0,4						
Apteodinium granulatum													
Atopodinium haromense				0,1 ± 0,1									
Avellodinium lepidum		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,1	0,6 ± 0,0			0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,2		0,3 ± 0,0
Avellodinium cf. lepidum	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1			0,2 ± 0,0		0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	
Batiacasphaera macrogranulata	18,5 ± 6,6		11,2 ± 6,3		2,5 ± 1,3	0,5 ± 0,5	7,5 ± 4,5	P	3,3 ± 2,1	8,0 ± 5,2	7,7 ± 5,4	0,6 ± 0,4	0,5 ± 0,2
Batiacasphaera sp. A				16,4 ± 4,5	2,8 ± 1,8			P					
Batiacasphaera sp. H	0,4 ± 0,2	3,8 ± 2,2	2,0 ± 1,1			2,5 ± 1,3	2,1 ± 1,3						
Batiacasphaera sp. P							0,3 ± 0,2		1,1 ± 0,7	0,7 ± 0,4		0,6 ± 0,4	
Batioladinium ? exiguum			0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0					0,2 ± 0,0			
Batioladinium ? gochtii													
Batioladinium jaegeri		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1						0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0			
Batioladinium longicornutum					0,2 ± 0,0				0,2 ± 0,0		0,4 ± 0,0		
Batioladinium ? pelliferum													0,3 ± 0,0
Batioladinium varigranosum		0,1 ± 0,0											
Bourkidinium granulatum													
Bourkidinium cf. psilatum A		0,1 ± 0,0											
Bourkidinium cf. psilatum B	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0						
Callaiosphaeridium asymmetricum		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,1		0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,2		
Callaiosphaeridium trycherium	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,8 ± 0,0		0,2 ± 0,0				0,2 ± 0,0				
Callaiosphaeridium sp. A	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0											
Canningia colliveri													
Canningia sp. E	0,4 ± 0,1	13,0 ± 7,0	3,1 ± 1,7	5,1 ± 2,4	4,6 ± 2,2	5,7 ± 2,8	1,9 ± 1,0	P	4,3 ± 2,5	0,7 ± 0,4		1,9 ± 1,3	3,8 ± 1,4
Cassiculosphaeridia magna	1,1 ± 0,0	1,6 ± 0,0	0,2 ± 0,0		1,5 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,9 ± 0,0		1,2 ± 0,0		4,6 ± 0,0	1,8 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Cassiculosphaeridia pygmaea	2,6 ± 0,3	0,1 ± 0,0	1,8 ± 0,0	0,3 ± 0,0					0,1 ± 0,1	0,5 ± 0,0			1,2 ± 0,0
Cassiculosphaeridia reticulata		0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0							0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Cauca parva			0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1									
Chlamydophorella nyei													
Chytroeisphaeridia cerastes			0,2 ± 0,0			0,1 ± 0,0							
Chytroeisphaeridia scabrata	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0			0,1 ± 0,0							
Chytroeisphaeridia sp. A								P					
Cleistosphaerid. ? aciculare	2,4 ± 0,7	2,0 ± 0,8	0,2 ± 0,0		0,9 ± 0,4	0,5 ± 0,2	0,1 ± 0,1	P	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1			0,5 ± 0,2
Cleistosphaeridium chems	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,0								0,2 ± 0,2
Cleistosph.. multispinosum	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	1,4 ± 0,1	P	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Cleistosphaeridium polytrichum	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0					0,1 ± 0,0						
Cleistosphaeridium sp. A						0,2 ± 0,2							
Cometodinium comatum					0,2 ± 0,0		1,7 ± 0,0	P	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0			
Coronifera albertii						0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0						
Coronifera oceanica						0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	P		3,3 ± 0,5	0,5 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,6 ± 0,3
Cribroperidin. cf. aparsium	1,0 ± 0;0								0,2 ± 0,0		0,8 ± 0,4	0,3 ± 0,1	
Cribroperidinium confossum				0,4 ± 0,4		0,3 ± 0,0							
Cribroperidinium edwardsii						0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,1			0,1 ± 0,1	0,8 ± 0,4		0,4 ± 0,1
Cribroperidinium orthoceras	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,4			0,4 ± 0,0				0,2 ± 0,0			0,2 ± 0,2	

Tab. A.06 (Suite) : Coupe de Vergons ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons	H 01	H 02	H 03	H 04	H 05	H 06	H 08	H 09	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14'	H 15
Cribroperidinium palla	0,4 ± 0,3	0,5 ± 0,3	3,0 ± 0,9	2,5 ± 0,7	0,7 ± 0,0					1,0 ± 0,2	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1	1,3 ± 0,6	0,3 ± 0,1
Cribroperidinium sepimentum														
Cribroperidinium sp. C				1,0 ± 0,3						0,2 ± 0,2				
Ctenidodinium elegantulum					0,1 ± 0,0					0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	
Cyclonephel. brevispinatum	0,1 ± 0,0					0,2 ± 0,1			0,3 ± 0,2	3,6 ± 1,4	4,0 ± 0,9	7,8 ± 1,2	6,1 ± 2,2	1,8 ± 0,6
Cyclonephelium densebarbatum		0,1 ± 0,0								0,4 ± 0,2				
Cyclonephelium distinctum distinctum														0,3 ± 0,1
Cyclonephelium hirtellum			0,2 ± 0,0			0,2 ± 0,1				0,4 ± 0,2				
Cyclonephelium hystrix	6,6 ± 1,0	32,9 ± 6,6			0,5 ± 0,1		7,5 ± 1,4	1,3 ± 0,4	0,9 ± 0,6	0,9 ± 0,4		0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	
Cyclonephelium paucimarginatum		0,6 ± 0,1	2,8 ± 0,7	0,2 ± 0,0	4,4 ± 1,1	2,3 ± 1,0		0,3 ± 0,3	0,3 ± 0,2		0,1 ± 0,0			
Cyclonephel. vannophorum	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0			0,4 ± 0,1				0,4 ± 0,2	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,2
Cymososphaeridium validum	3,7 ± 0,0	1,7 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,0	1,6 ± 0,0	1,5 ± 0,0	1,9 ± 0,0
Dapsilidinium ? deflandrei														
Dapsilidinium multispinosum	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,7 ± 0,2		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,3
Dapsilidinium warrenii	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1	1,4 ± 0,3	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Dingodinium cerviculum albertii			0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0				0,3 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,1	1,6 ± 0,1	0,9 ± 0,1
Dingodinium cerviculum europaeum												0,8 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Dinogymnium sp. A											0,0 ± 0,0			
Dinogymnium sp. B											0,0 ± 0,0			
Dinogymnium sp. C											0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0		
Discorsia nanna		0,1 ± 0,0						0,3 ± 0,0					0,1 ± 0,0	
Dissiliodinium globulum	3,7 ± 0,0	3,7 ± 0,0	21,2 ± 0,0	23,1 ± 0,0	19,9 ± 0,0	18,8 ± 0,0	5,5 ± 0,0	### ± 0,3	33,1 ± 0,0	6,7 ± 0,3	0,9 ± 0,0	2,7 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,8 ± 0,0
Druggidium deflandrei														
Endoscrinium campanula campanula			0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0						0,1 ± 0,0			
Exochosphaeridium muelleri	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1				0,9 ± 0,1	0,3 ± 0,0		0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,2
Exochosphaerid. phragmites	0,1 ± 0,0					0,2 ± 0,0								
Exochosphaeridium ? sp. A														
Florentinia laciniata laciniata														
Gardodinium albertii	7,4 ± 1,1	3,4 ± 0,7	2,0 ± 0,7	6,6 ± 1,5	3,2 ± 1,0	3,9 ± 1,6	0,3 ± 0,0	2,3 ± 0,4	6,6 ± 3,0	5,2 ± 2,2	3,6 ± 1,1	4,7 ± 0,8	4,9 ± 1,8	1,2 ± 0,4
Gardodinium ordinale	0,1 ± 0,0						0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1		0,3 ± 0,3	0,3 ± 0,1			0,3 ± 0,1
Gonyaulacysta cretacea				0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0				0,3 ± 0,0			0,2 ± 0,2	
Gonyaulacysta diutina			0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0								
Gonyaulacysta fastigiata		0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,0						0,2 ± 0,0			
Gonyaulacysta helicoidea				0,1 ± 0,0										
Gonyaulacysta perforobtusa					0,1 ± 0,0			0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0			
Hapsocysta peridictya												0,1 ± 0,0		
Heslertonia heslertonensis										0,3 ± 0,0				
Heslertonia pellucida														
Hystrichodinium furcatum														
Hystrichodinium pulchrum	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1		0,1 ± 0,1		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Hystrichodinium voigtii	0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0				0,2 ± 0,1		0,1 ± 0,0			
Hystrichosphaeridium duplum duplum			0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,1		0,1 ± 0,0			
Hystrichostrogylon coninckii													0,1 ± 0,0	
Hystrichostrogylon membraniphorum														
Hystrichostrogylon stolidotum			0,2 ± 0,0					0,7 ± 0,2				0,6 ± 0,1	1,1 ± 0,4	1,9 ± 0,8
Kiokansium polypes polypes			0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0								0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Kleithriasphaeridium corrugatum				0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0		0,1 ± 0,1			0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,0	1,1 ± 0,0
Kleithriasphaerid. eoinodes	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0										
Kleithriasphaeridium fasciatum														

Tab. A.06 : (Suite),

Taxons	H 17	H 17'	H 18	H 19	H 20	H 21	H 21'	H 23	H 25	H 28	H 32	H 33	H 35	H 38
Cribroperidinium palla				0,2 ± 0,0		1,3 ± 1,3					0,8 ± 0,4		0,1 ± 0,1	
Cribroperidinium sepimentum				0,2 ± 0,0					0,3 ± 0,2					
Cribroperidinium sp. C							0,2 ± 0,2	1,6 ± 1,6		0,1 ± 0,1	0,5 ± 0,1			0,1 ± 0,0
Ctenidodinium elegantulum											0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Cyclonephel. brevispinatum	1,3 ± 0,3	1,0 ± 0,3	0,3 ± 0,1	2,4 ± 0,7	6,0 ± 1,2	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,3	2,5 ± 0,6	2,0 ± 0,7	4,5 ± 0,8	0,8 ± 0,1	5,2 ± 0,6	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1
Cyclonephelium densebarbatum	1,7 ± 0,4	0,6 ± 0,1		0,1 ± 0,1			0,6 ± 0,1	1,0 ± 0,2		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		
Cyclonephelium distinctum distinctum													1,2 ± 0,2	
Cyclonephelium hirtellum	0,1 ± 0,0					1,0 ± 0,2	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1	1,5 ± 0,5	2,2 ± 0,3	0,1 ± 0,1	
Cyclonephelium hystrix	0,1 ± 0,0	0,8 ± 0,1							0,2 ± 0,0			0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,0	
Cyclonephelium paucimarginatum														
Cyclonephel. vannophorum	0,6 ± 0,2	0,1 ± 0,0				2,1 ± 0,3	0,2 ± 0,0	1,5 ± 0,3	0,2 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,1 ± 0,0			0,4 ± 0,1
Cymososphaeridium validum	1,2 ± 0,0	3,1 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,7 ± 0,0	1,5 ± 0,0	1,2 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Dapsilidinium ? deflandrei														
Dapsilidinium multispinosum	0,2 ± 0,0	0,7 ± 0,1		0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,3	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,1		0,4 ± 0,2	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1
Dapsilidinium warrenii	0,6 ± 0,1	1,1 ± 0,2		0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0
Dingodinium cerviculum albertii	1,4 ± 0,4	2,7 ± 0,1	3,6 ± 0,1	13,3 ± 1,1	9,5 ± 0,6	6,6 ± 1,3	15,3 ± 1,1	14,6 ± 0,0	6,3 ± 0,1	5,7 ± 0,3	9,2 ± 0,2	8,6 ± 0,1	9,6 ± 0,2	7,0 ± 0,1
Dingodinium cerviculum europaeum	3,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,9 ± 0,0	1,5 ± 0,0	1,4 ± 0,0	2,4 ± 0,0	1,2 ± 0,1	2,4 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	2,0 ± 0,3	1,3 ± 0,0	2,2 ± 0,0	
Dinogymnium sp. A														
Dinogymnium sp. B														
Dinogymnium sp. C												0,1 ± 0,0		
Discorsia nanna		0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,0									
Dissiliodinium globulum	4,0 ± 0,2	0,7 ± 0,1	2,6 ± 0,0	0,8 ± 0,0	1,8 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,3 ± 0,0	5,3 ± 0,0	5,8 ± 0,7	9,9 ± 0,8	20,9 ± 0,0	3,6 ± 0,8	20,4 ± 0,0
Druggidium deflandrei											0,1 ± 0,1			
Endoscrinium campanula campanula		0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1		0,2 ± 0,0				0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Exochosphaeridium muelleri	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	1,7 ± 1,1		0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,5	1,0 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,1
Exochosphaerid. phragmites			0,6 ± 0,4				0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1
Exochosphaeridium ? sp. A														
Florentinia laciniata laciniata													0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1
Gardodinium albertii	5,2 ± 1,2	4,8 ± 0,7	1,3 ± 0,4	3,1 ± 0,5	1,3 ± 0,3	0,3 ± 0,0	0,9 ± 0,2	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	5,0 ± 1,2	0,3 ± 0,0	3,7 ± 0,8	0,2 ± 0,1
Gardodinium ordinale	0,3 ± 0,1													
Gonyaulacysta cretacea						0,3 ± 0,0		0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0		0,1 ± 0,0
Gonyaulacysta diutina				0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	
Gonyaulacysta fastigiata										0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,1		
Gonyaulacysta helicoidea		0,1 ± 0,1		0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,2		0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Gonyaulacysta perforobtusa						0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0							
Hapsocysta peridictya		0,7 ± 0,0												0,1 ± 0,0
Heslertonia heslertonensis														
Heslertonia pellucida				0,2 ± 0,0										
Hystrichodinium furcatum									0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,4 ± 0,1	
Hystrichodinium pulchrum	0,6 ± 0,1	0,1 ± 0,0	1,7 ± 1,1		0,2 ± 0,0			0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1
Hystrichodinium voigtii											0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1
Hystrichosphaeridium duplum duplum		0,1 ± 0,1		0,2 ± 0,0				0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0
Hystrichostrogylon coninckii			0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0					0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,1
Hystrichostrogylon membraniphorum			0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0										
Hystrichostrogylon stolidotum														
Kiokansium polypes polypes	5,9 ± 0,9	3,9 ± 0,5	1,1 ± 0,7	1,5 ± 0,3	2,1 ± 0,5	2,3 ± 0,6	1,6 ± 0,4	1,6 ± 0,4	2,5 ± 0,4	2,8 ± 0,2	0,7 ± 0,1	1,6 ± 0,3	3,3 ± 0,5	2,6 ± 0,4
Kleithriasphaeridium corrugatum					0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		
Kleithriasphaerid. eoinodes		0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,0		0,6 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Kleithriasphaeridium fasciatum										0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0		

Tab. A.06 (Suite) : Coupe de Vergons ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons	H 39	H 40	H 42	H 43	H 44	H 45	H 48	H 51	H 52	H 53	H 55	H 56	H 58
Cribroperidinium palla		0,3 ± 0,2				0,1 ± 0,1			0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1
Cribroperidinium sepimentum			0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,4									
Cribroperidinium sp. C			0,2 ± 0,1		1,2 ± 0,4				0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,1	
Ctenidodinium elegantulum	0,1 ± 0,0	2,0 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0	1,7 ± 0,0	1,3 ± 0,0	P	1,2 ± 0,0	1,9 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,9 ± 0,0
Cyclonephel. brevispinatum	0,2 ± 0,1	4,4 ± 1,6	10,2 ± 2,5		2,5 ± 0,6	0,7 ± 0,1	0,2 ± 0,1		0,6 ± 0,4		1,7 ± 0,6	0,3 ± 0,1	
Cyclonephelium densebarbatum							1,4 ± 0,5						
Cyclonephelium distinctum distinctum		0,4 ± 0,1											
Cyclonephelium hirtellum		0,1 ± 0,0				0,2 ± 0,2			0,5 ± 0,5				
Cyclonephelium hystrix	1,8 ± 0,6	0,1 ± 0,0		0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,1								13,9 ± 2,4
Cyclonephelium paucimarginatum													
Cyclonephel. vannophorum	0,4 ± 0,2												
Cymososphaeridium validum	0,6 ± 0,2	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1		0,2 ± 0,0	1,7 ± 0,0	0,1 ± 0,1		0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,2		0,3 ± 0,0
Dapsilidinium ? deflandrei			0,1 ± 0,0										
Dapsilidinium multispinosum	0,2 ± 0,0	1,6 ± 0,3	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,1		0,3 ± 0,0
Dapsilidinium warrenii		0,2 ± 0,0	0,5 ± 0,2		0,3 ± 0,0		1,4 ± 0,1		0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,1		0,3 ± 0,0
Dingodinium cerviculum albertii	12,6 ± 0,1	7,3 ± 0,1	7,4 ± 0,2	6,6 ± 0,6	11,2 ± 1,5	6,0 ± 0,9	9,5 ± 1,3	P	7,9 ± 0,1	1,0 ± 0,1	3,4 ± 0,0	7,2 ± 0,2	12,5 ± 0,3
Dingodinium cerviculum europaeum													1,2 ± 0,0
Dinogymnium sp. A													
Dinogymnium sp. B													
Dinogymnium sp. C													
Discorsia nanna		0,1 ± 0,0								0,2 ± 0,0			
Dissiliodinium globulum	3,1 ± 0,3	2,8 ± 0,4	1,8 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	3,4 ± 0,6	0,9 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,2 ± 0,0	
Druggidium deflandrei	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0							0,2 ± 0,0	
Endoscrinium campanula campanula	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0			
Exochosphaeridium muelleri	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	1,0 ± 0,3		0,1 ± 0,0	P				0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Exochosphaerid. phragmites		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1		1,5 ± 0,2		0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,0		0,2 ± 0,0	1,0 ± 0,1
Exochosphaeridium ? sp. A											0,3 ± 0,3		0,3 ± 0,0
Florentinia laciniata laciniata	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,8 ± 0,2			0,1 ± 0,0						
Gardodinium albertii	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,0	4,1 ± 0,5	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,2				0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1
Gardodinium ordinale												2,7 ± 0,4	1,6 ± 0,4
Gonyaulacysta cretacea		0,6 ± 0,0	0,2 ± 0,0				0,1 ± 0,0		0,5 ± 0,3	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,3	0,2 ± 0,2
Gonyaulacysta diutina	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0		P					
Gonyaulacysta fastigiata													
Gonyaulacysta helicoidea	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,5 ± 0,3	0,2 ± 0,0			
Gonyaulacysta perforobtusa													
Hapsocysta peridictya													
Heslertonia heslertonensis			0,2 ± 0,0				0,1 ± 0,0		1,8 ± 0,0	0,2 ± 0,0			
Heslertonia pellucida		0,1 ± 0,1											
Hystrichodinium furcatum									0,3 ± 0,1			0,1 ± 0,1	
Hystrichodinium pulchrum		0,2 ± 0,0	1,0 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,2		0,1 ± 0,0			0,3 ± 0,0	3,1 ± 2,0	0,1 ± 0,1	
Hystrichodinium voigtii	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,1		0,3 ± 0,1				
Hystrichosphaeridium duplum duplum	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0		0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0		0,5 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Hystrichostrogylon coninckii			0,1 ± 0,1				1,3 ± 0,0			0,2 ± 0,0			0,3 ± 0,0
Hystrichostrogylon membraniphorum	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0											
Hystrichostrogylon stolidotum							0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Kiokansium polypes polypes	2,0 ± 0,3	3,1 ± 0,3	2,0 ± 0,1	4,8 ± 1,2	0,3 ± 0,0	0,7 ± 0,1	0,9 ± 0,1		8,4 ± 1,3	2,2 ± 0,3	1,0 ± 0,3	0,5 ± 0,1	1,3 ± 0,1
Kleithriasphaeridium corrugatum		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,0			
Kleithriasphaerid. eoinodes	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,9 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0		0,3 ± 0,0
Kleithriasphaeridium fasciatum							0,1 ± 0,0						

Tab. A.06 : (Suite).

Taxons	H 01	H 02	H 03	H 04	H 05	H 06	H 08	H 09	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14'	H 15
Meiourogonyaulax bulloidea	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0		0,5 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,8 ± 0,0
Meiourogonyaulax pertusa pertusa			0,1 ± 0,1											
Mendicodinium reticulatum	4,2 ± 2,3	0,9 ± 0,6	9,4 ± 6,9	9,0 ± 4,7	10,4 ± 5,6	23,2 ± 13,8			0,3 ± 0,3	0,5 ± 0,2	16,3 ± 13,2	3,6 ± 1,7	7,9 ± 6,5	0,9 ± 0,7
Microdinium opacum					0,1 ± 0,0					0,3 ± 0,0				
Muderongia australis						0,0 ± 0,0								
Muderongia crucis						0,0 ± 0,0		0,3 ± 0,1						
Muderongia extens. extensiva	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	
Muderongia extensiva A					0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0					0,0 ± 0,0			
Muderongia extensiva bicornuta						0,0 ± 0,0								
Muderongia imparilis														
Muderongia pariata						0,0 ± 0,0								
Muderongia simplex simplex				0,2 ± 0,1						0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	
Muderongia cf. simplex						0,1 ± 0,0		0,3 ± 0,1		0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0			
Muderongia staurota										0,3 ± 0,0	0,0 ± 0,0			0,2 ± 0,0
Muderongia cf. staurota														
Muderongia tomaszowensis	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,2 ± 0,0
Muderongia tomaszowensis A														
Muderongia sp. A						0,0 ± 0,0								
Muderongia sp. C														
Nelchinopsis kostromiensis				0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0				0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,0		0,7 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Numus monoculatus														
Occisucysta duxburyi				0,1 ± 0,1										0,2 ± 0,0
Occisucysta tentoria						0,1 ± 0,0								
Odontochitina operculata														
Oligosphaeridium ? asterigerum			1,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0					0,1 ± 0,0			
Oligosphaeridium cf. intermedium														
Oligosphaeridium complex	0,8 ± 0,2	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,0	2,2 ± 0,8	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,2
Oligosphaeridium dividuum	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,1	0,8 ± 0,3		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0						0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,3
Oligosphaeridium poculum		0,1 ± 0,0												
Oligosphaeridium porosum	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0								0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	
Pareodinia cerat. ceratophora	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0				0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,0	
Pervosphaeridium pseudhystrichodinium		0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,2	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1					0,1 ± 0,1			
Phoberocysta neocomica convexa		0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0		0,1 ± 0,0							
Phoberocysta neo. cruciformis	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Phoberocysta tabulata														
Phoberocysta "australis"														
Phoberocysta "crucis"														
Phoberocysta "extensiva bicornuta"														
Phoberocysta "extensiva extensiva"			0,1 ± 0,0			0,0 ± 0,0			0,0 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		
Phoberocysta "pariata"														
Phoberocysta "staurota"														
Phoberocysta "cf. staurota"														
Phoberocysta "simplex"														
Phoberocysta "cf. simplex"					0,0 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0		
Phoberocysta "tomaszowensis"	0,1 ± 0,0													
Phoberocysta "sp. A"														
Pseudoceratium gochtii														
Pseudoceratium p. pelliferum	0,1 ± 0,0	3,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	1,9 ± 0,0	0,9 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,4 ± 0,0	1,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,5 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,6 ± 0,0	3,0 ± 0,0	0,4 ± 0,0
Pseudoceratium pelliferum solocispinum														

Tab. A.06 (Suite) : Coupe de Vergons ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons	H 17	H 17'	H 18	H 19	H 20	H 21	H 21'	H 23	H 25	H 28	H 32	H 33	H 35	H 38
Meiourogonyaulax bulloidea	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,2	0,4 ± 0,1		0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,0	1,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Meiourogonyaulax pertusa pertusa											0,9 ± 0,0			
Mendicodinium reticulatum	9,1 ± 5,6	4,0 ± 3,2						0,4 ± 0,3	0,9 ± 0,7		0,3 ± 0,1			0,3 ± 0,3
Microdinium opacum	0,1 ± 0,0												0,2 ± 0,0	
Muderongia australis		0,0 ± 0,0									0,0 ± 0,0			
Muderongia crucis							0,1 ± 0,1		0,2 ± 0,1	0,5 ± 0,1				
Muderongia extens. extensiva		0,6 ± 0,2	2,1 ± 0,5	0,5 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,0		0,4 ± 0,2	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	
Muderongia extensiva A									0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	
Muderongia extensiva bicornuta	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0					0,1 ± 0,0							
Muderongia imparilis									0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0			
Muderongia pariata													0,1 ± 0,1	
Muderongia simplex simplex														
Muderongia cf. simplex	0,2 ± 0,1	0,6 ± 0,2		0,1 ± 0,0				0,2 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	
Muderongia staurota	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,3	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,5 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,3
Muderongia cf. staurota		0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1					0,2 ± 0,1	0,0 ± 0,0					
Muderongia tomaszowensis	0,5 ± 0,3		0,2 ± 0,2	0,5 ± 0,1				0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,7 ± 0,2	0,2 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,2 ± 0,0	
Muderongia tomaszowensis A									0,0 ± 0,0		0,1 ± 0,0			
Muderongia sp. A					0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,5 ± 0,2		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,1		
Muderongia sp. C														
Nelchinopsis kostromiensis	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0												
Numus monoculatus														
Occisucysta duxburyi			0,2 ± 0,0						0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Occisucysta tentoria			0,2 ± 0,0							0,1 ± 0,0				0,1 ± 0,0
Odontochitina operculata														
Oligosphaeridium ? asterigerum	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1						1,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Oligosphaeridium cf. intermedium									0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	1,8 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Oligosphaeridium complex	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,5 ± 0,1	1,6 ± 0,4	0,4 ± 0,0	1,3 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,5 ± 0,2	1,1 ± 0,0	1,9 ± 0,0
Oligosphaeridium dividuum	0,1 ± 0,1		0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,1				0,1 ± 0,1			0,2 ± 0,0	
Oligosphaeridium poculum		0,2 ± 0,0										0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,0
Oligosphaeridium porosum		0,2 ± 0,0					0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,1		0,1 ± 0,0			
Pareodinia cerat. ceratophora		0,1 ± 0,0		0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Pervosphaeridium pseudhystrichodinium													0,2 ± 0,0	
Phoberocysta neocomica convexa				0,1 ± 0,0									0,1 ± 0,0	
Phoberocysta neo. cruciformis	0,0 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,4	0,5 ± 0,3	0,3 ± 0,0	2,1 ± 0,3	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Phoberocysta tabulata														
Phoberocysta "australis"					0,0 ± 0,0									
Phoberocysta "crucis"										0,0 ± 0,0				
Phoberocysta "extensiva bicornuta"												0,1 ± 0,0		
Phoberocysta "extensiva extensiva"														
Phoberocysta "pariata"														
Phoberocysta "staurota"													0,1 ± 0,0	
Phoberocysta "cf. staurota"									0,1 ± 0,0					
Phoberocysta "simplex"										0,0 ± 0,0				
Phoberocysta "cf. simplex"				0,1 ± 0,0					0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,0		
Phoberocysta "tomaszowensis"					0,1 ± 0,0					0,1 ± 0,0				
Phoberocysta "sp. A"							0,1 ± 0,0			0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0			
Pseudoceratium gochtii													0,2 ± 0,0	
Pseudoceratium p. pelliferum	0,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	4,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0	2,9 ± 0,0	1,2 ± 0,0	1,5 ± 0,0	3,9 ± 0,0	2,8 ± 0,0	0,5 ± 0,0
Pseudoceratium pelliferum solocispinum									0,1 ± 0,0					

Tab. A.06 : (Suite),

Taxons	H 39	H 40	H 42	H 43	H 44	H 45	H 48	H 51	H 52	H 53	H 55	H 56	H 58
Meiourogonyaulax bulloidea	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0		2,4 ± 0,5	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,4 ± 0,0	
Meiourogonyaulax pertusa pertusa													
Mendicodinium reticulatum			0,3 ± 0,2		0,3 ± 0,3								
Microdinium opacum		0,1 ± 0,1											
Muderongia australis	0,1 ± 0,0												
Muderongia crucis			0,2 ± 0,0										
Muderongia extens. extensiva													
Muderongia extensiva A					0,3 ± 0,1								
Muderongia extensiva bicornuta													
Muderongia imparilis													
Muderongia pariata			0,1 ± 0,0			0,3 ± 0,3						0,3 ± 0,1	0,6 ± 0,0
Muderongia simplex simplex	0,2 ± 0,0						0,0 ± 0,0			0,1 ± 0,0			
Muderongia cf. simplex	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0					0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0			
Muderongia staurota	0,4 ± 0,1	1,4 ± 0,9	3,8 ± 0,1	0,6 ± 0,0	3,6 ± 0,9	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,0		0,6 ± 0,1	2,0 ± 1,1	0,2 ± 0,2	1,2 ± 0,4	1,8 ± 0,0
Muderongia cf. staurota	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,2	0,2 ± 0,0		1,3 ± 0,3								
Muderongia tomaszowensis	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	1,5 ± 0,0		0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,3		0,3 ± 0,1	
Muderongia tomaszowensis A													
Muderongia sp. A													
Muderongia sp. C										0,1 ± 0,0			
Nelchinopsis kostromiensis													
Numus monoculatus										0,1 ± 0,0			
Occisucysta duxburyi	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0				0,1 ± 0,0						
Occisucysta tentoria			0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0				0,2 ± 0,0			0,1 ± 0,1	
Odontochitina operculata												0,2 ± 0,0	
Oligosphaeridium ? asterigerum	2,5 ± 0,2	1,6 ± 0,0	1,0 ± 0,1		1,1 ± 0,2	1,8 ± 0,1	0,1 ± 0,0	P	4,2 ± 0,0	7,1 ± 0,6	3,4 ± 0,0	3,8 ± 0,3	5,3 ± 1,0
Oligosphaeridium cf. intermedium	0,3 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,2 ± 0,0		1,1 ± 0,2		0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0			6,7 ± 0,8	0,4 ± 0,1
Oligosphaeridium complex	0,1 ± 0,1	0,9 ± 0,0		8,7 ± 1,6	0,2 ± 0,2	3,0 ± 0,2	3,0 ± 0,0	P	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1
Oligosphaeridium dividuum		0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	1,1 ± 0,2		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0			2,6 ± 0,7		0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,2
Oligosphaeridium poculum			0,2 ± 0,0				0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0				
Oligosphaeridium porosum	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0				0,2 ± 0,0			0,2 ± 0,0				
Pareodinia cerat. ceratophora	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,0						
Pervosphaeridium pseudhystrichodinium			0,2 ± 0,0										
Phoberocysta neocomica convexa	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1		0,3 ± 0,0			0,0 ± 0,0		0,6 ± 0,2	0,5 ± 0,3		0,2 ± 0,0	
Phoberocysta neo. cruciformis	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	1,2 ± 0,2	0,9 ± 0,0	0,7 ± 0,0	1,0 ± 0,7	0,1 ± 0,0	P	1,9 ± 0,7	1,1 ± 0,6		0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Phoberocysta tabulata			0,1 ± 0,0										
Phoberocysta "australis"													
Phoberocysta "crucis"													
Phoberocysta "extensiva bicornuta"													
Phoberocysta "extensiva extensiva"					1,0 ± 0,0								
Phoberocysta "pariata"											0,3 ± 0,0		
Phoberocysta "staurota"			0,1 ± 0,0				0,0 ± 0,0						
Phoberocysta "cf. staurota"													
Phoberocysta "simplex"			0,1 ± 0,1				0,0 ± 0,0						
Phoberocysta "cf. simplex"		0,1 ± 0,0					0,0 ± 0,0						
Phoberocysta "tomaszowensis"							0,0 ± 0,0					0,0 ± 0,0	
Phoberocysta "sp. A"													
Pseudoceratium gochtii													
Pseudoceratium p. pelliferum	2,3 ± 0,0	5,0 ± 0,0	3,2 ± 0,0	0,9 ± 0,0	3,9 ± 0,0	0,3 ± 0,0	1,8 ± 0,0		0,2 ± 0,0			0,2 ± 0,0	1,2 ± 0,0
Pseudoceratium pelliferum solocispinum		0,1 ± 0,0	1,8 ± 0,0										0,3 ± 0,0

Tab. A.06 (Suite) : Coupe de Vergons ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons	H 01	H 02	H 03	H 04	H 05	H 06	H 08	H 09	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14'	H 15
Pterodinium cingulatum cingulatum										0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0			
Pterodinium ? cf. cornutum					0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1				0,1 ± 0,1	0,7 ± 0,0			0,2 ± 0,0
Pterodinium sp. A														
Rhombodella paucispina							0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0				0,1 ± 0,0		0,4 ± 0,0
Rhombodella vesca														
Rhynchodiniopsis aptiana	0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,3 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,1	
Rhynchodiniopsis cf. fimbriata				0,1 ± 0,0										
Sentusidinium sp. A	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,9 ± 0,3			0,1 ± 0,1	5,4 ± 2,2	1,4 ± 0,5		2,2 ± 1,0	2,9 ± 1,2
Spiniferites cornutus laevimurus						0,0 ± 0,0								
Spiniferites ? dentatus	0,4 ± 0,3		0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,1				0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,1	
Spiniferites lenzii								0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,1				0,2 ± 0,1	1,3 ± 0,5
Spiniferites ? magnoserratus														
Spiniferites multibrevis chebca													0,2 ± 0,1	0,6 ± 0,2
Spiniferites multibrevis multibrevis		0,2 ± 0,0					0,2 ± 0,0				0,1 ± 0,0			0,3 ± 0,1
Spiniferites multibrevis seghiris		0,8 ± 0,1	0,7 ± 0,2	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1		0,7 ± 0,2	0,6 ± 0,3	0,5 ± 0,0	1,2 ± 0,3	0,2 ± 0,1	0,7 ± 0,2	1,9 ± 0,7
Spiniferites ra. brevifurcatus	0,2 ± 0,1									0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,1
Spiniferites ramosus ramosus						0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,1				0,2 ± 0,1	
Spiniferites ramosus reticulatus														
Subtilisphaera perlucida														
Subtilisphaera scabrata					0,1 ± 0,0			0,3 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0
Subtilisphaera terrula														
Systematophora cretacea														
Systematophora scoriacea	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,2 ± 0,2		0,9 ± 0,2		0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,0	8,2 ± 1,6	5,9 ± 0,7	2,8 ± 0,7	1,9 ± 0,8
Systematophora silyba	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1			0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0			0,2 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,4 ± 0,1		0,4 ± 0,1	1,9 ± 0,8
Systematophora sp. A														
Taleisphaera hydra														
Tanyosphaeridium boletus	0,2 ± 0,1				0,1 ± 0,0			3,4 ± 0,3			0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,1	
Tanyosphaerid. magneticum	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,6 ± 0,1	0,1 ± 0,1		0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,0		0,4 ± 0,2
Tanyosphaeridium regulare	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0		0,3 ± 0,0	
Tanyosphaeridium variecalamus		0,1 ± 0,0									0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	
Trichodinium spinosum														
Wallodinium cylindricum													0,1 ± 0,0	
Wallodinium krutzschii	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0				0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Wallodinium ? luna														

Tab. A.06 : (Suite),

Taxons	H 17	H 17'	H 18	H 19	H 20	H 21	H 21'	H 23	H 25	H 28	H 32	H 33	H 35	H 38
Pterodinium cingulatum cingulatum							0,1 ± 0,0							0,1 ± 0,0
Pterodinium ? cf. cornutum	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0				0,3 ± 0,0						0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Pterodinium sp. A							0,1 ± 0,0			0,1 ± 0,1				
Rhombodella paucispina			0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0			0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Rhombodella vesca											0,1 ± 0,0			
Rhynchodiniopsis aptiana	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1		0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	1,2 ± 0,1		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Rhynchodiniopsis cf. fimbriata			0,1 ± 0,1					0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0				0,1 ± 0,1
Sentusidinium sp. A	6,7 ± 1,5	17,9 ± 3,9	10,4 ± 5,1	7,3 ± 1,4	11,2 ± 2,3	10,5 ± 2,0	6,5 ± 1,4	4,1 ± 1,3	4,7 ± 1,4	5,8 ± 1,4	4,6 ± 1,2	4,5 ± 0,5	2,3 ± 0,5	0,1 ± 0,1
Spiniferites cornutus laevimurus				0,2 ± 0,0			0,1 ± 0,0				0,1 ± 0,1			
Spiniferites ? dentatus							1,2 ± 0,5							
Spiniferites lenzii	0,7 ± 0,4	0,4 ± 0,1	0,9 ± 0,5	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,8 ± 0,2	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	1,0 ± 0,3	0,8 ± 0,3			0,2 ± 0,0
Spiniferites ? magnoserratus	0,1 ± 0,1		0,5 ± 0,2					0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1				0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Spiniferites multibrevis chebca		0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,3											
Spiniferites multibrevis multibrevis		1,1 ± 0,4	0,5 ± 0,2	3,1 ± 1,1	0,4 ± 0,1	1,2 ± 0,3	0,3 ± 0,1	0,7 ± 0,0			2,0 ± 0,6		0,1 ± 0,1	
Spiniferites multibrevis seghiris	0,7 ± 0,4	2,9 ± 1,0	3,7 ± 1,9		1,8 ± 0,6	4,0 ± 1,0	2,2 ± 0,4	2,0 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,9 ± 0,4	0,5 ± 0,2		0,4 ± 0,0	1,3 ± 0,2
Spiniferites ra. brevifurcatus	1,1 ± 0,6	0,2 ± 0,1			0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	1,6 ± 0,3	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	1,0 ± 0,3			0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Spiniferites ramosus ramosus		0,2 ± 0,1		0,2 ± 0,0			0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,3		0,8 ± 0,4	0,9 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Spiniferites ramosus reticulatus	0,1 ± 0,1			0,1 ± 0,1										
Subtilisphaera perlucida														0,1 ± 0,0
Subtilisphaera scabrata			0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,7 ± 0,0			0,9 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Subtilisphaera terrula														
Systematophora cretacea					0,2 ± 0,0		0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,1				0,1 ± 0,1	0,6 ± 0,1
Systematophora scoriacea	0,1 ± 0,0					0,2 ± 0,2		0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0					
Systematophora silyba			0,6 ± 0,4	2,1 ± 0,4	1,6 ± 0,3	0,4 ± 0,1	1,6 ± 0,4	0,9 ± 0,4	4,1 ± 0,9	1,1 ± 0,2	1,5 ± 0,5	1,6 ± 0,3		1,9 ± 0,3
Systematophora sp. A														0,2 ± 0,0
Taleisphaera hydra														
Tanyosphaeridium boletus	0,1 ± 0,0										0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0
Tanyosphaerid. magneticum	1,0 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,1	1,0 ± 0,0		
Tanyosphaeridium regulare	0,8 ± 0,0	0,1 ± 0,1		0,4 ± 0,0	0,6 ± 0,0	1,0 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,5 ± 0,0	1,2 ± 0,2	0,1 ± 0,0	1,1 ± 0,5	0,1 ± 0,0
Tanyosphaeridium variecalamus	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0		0,3 ± 0,0		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1			0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0
Trichodinium spinosum														
Wallodinium cylindricum						0,3 ± 0,0		0,1 ± 0,0						0,0 ± 0,0
Wallodinium krutzschii	0,5 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,7 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Wallodinium ? luna									0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0

Tab. A.06 (Suite) : Coupe de Vergons ; fréquences relatives (en pourcentages) des kystes de Dinoflagellés,

Taxons	H 39	H 40	H 42	H 43	H 44	H 45	H 48	H 51	H 52	H 53	H 55	H 56	H 58
Pterodinium cingulatum cingulatum	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0											0,3 ± 0,0
Pterodinium ? cf. cornutum	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,4 ± 0,1	1,4 ± 0,3	0,3 ± 0,1		0,4 ± 0,2	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,0 ± 0,1
Pterodinium sp. A					0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,1		0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1		0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,2
Rhombodella paucispina		0,1 ± 0,0				0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0			0,2 ± 0,0			
Rhombodella vesca													
Rhynchodiniopsis aptiana	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	1,7 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,6 ± 0,4	0,3 ± 0,0
Rhynchodiniopsis cf. fimbriata	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0			0,7 ± 0,1	0,2 ± 0,0		0,9 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,6 ± 0,4	
Sentusidinium sp. A		0,7 ± 0,6	0,4 ± 0,1	4,1 ± 0,5	1,8 ± 0,9	4,1 ± 0,7	1,4 ± 0,5		0,4 ± 0,2	0,9 ± 0,5	1,3 ± 0,2	0,1 ± 0,1	
Spiniferites cornutus laevimurus					0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,3							
Spiniferites ? dentatus			0,2 ± 0,1				0,2 ± 0,1			1,1 ± 0,9			0,3 ± 0,0
Spiniferites lenzii	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,2				0,2 ± 0,1		0,2 ± 0,2	1,1 ± 0,9		0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,0
Spiniferites ? magnoserratus	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,1	1,0 ± 0,0		0,2 ± 0,1			1,1 ± 0,9			
Spiniferites multibrevis chebca													
Spiniferites multibrevis multibrevis			0,2 ± 0,1	1,3 ± 0,4	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,1	P	0,3 ± 0,1			0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,0
Spiniferites multibrevis seghiris	1,8 ± 0,7	2,6 ± 0,6	1,1 ± 0,4	0,4 ± 0,1	2,0 ± 0,0	1,6 ± 0,4	1,7 ± 0,8		0,3 ± 0,1				0,7 ± 0,1
Spiniferites ra. brevifurcatus						0,4 ± 0,1	1,7 ± 0,8		1,7 ± 0,5	1,1 ± 0,9	0,7 ± 0,3	0,4 ± 0,2	
Spiniferites ramosus ramosus		2,1 ± 0,5	1,4 ± 0,5	0,4 ± 0,1		0,4 ± 0,1	1,7 ± 0,8		0,3 ± 0,1	1,1 ± 0,9	0,7 ± 0,3	0,4 ± 0,2	
Spiniferites ramosus reticulatus			0,2 ± 0,1				0,4 ± 0,2				0,7 ± 0,3		0,3 ± 0,0
Subtilisphaera perlucida	0,1 ± 0,1		0,1 ± 0,1						0,1 ± 0,1		0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,0	
Subtilisphaera scabrata	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,9 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Subtilisphaera terrula												0,2 ± 0,0	
Systematophora cretacea	0,1 ± 0,1		0,2 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,2 ± 0,2	0,4 ± 0,1							
Systematophora scoriacea				0,5 ± 0,2									
Systematophora silyba		0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1			0,8 ± 0,3	11,5 ± 0,8	P	13,3 ± 2,0	8,7 ± 1,2	0,5 ± 0,1		
Systematophora sp. A	1,4 ± 0,2	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1		0,6 ± 0,1		0,1 ± 0,0					0,1 ± 0,1	
Taleisphaera hydra			0,2 ± 0,0										
Tanyosphaeridium boletus				0,4 ± 0,1		0,6 ± 0,0	1,0 ± 0,2		0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,2		
Tanyosphaerid. magneticum	0,1 ± 0,0		0,9 ± 0,0	0,4 ± 0,1		0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0				
Tanyosphaeridium regulare		1,1 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,0	3,9 ± 0,1	3,6 ± 0,6		5,0 ± 0,8	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,9 ± 0,0
Tanyosphaeridium variecalamus	0,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0		1,7 ± 0,0	0,1 ± 0,0						0,3 ± 0,0
Trichodinium spinosum			0,2 ± 0,0			0,3 ± 0,0							
Wallodinium cylindricum	0,1 ± 0,0		0,1 ± 0,0				0,1 ± 0,0						
Wallodinium krutzschii	0,9 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0		0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Wallodinium ? luna	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0			0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0						

Tab. A.06 : (Suite et fin).

Foraminifères	H 01	H 02	H 03	H 04	H 05	H 06	H 08	H 09	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14'	H 15	H 17	H 17'	H 18	H 19	H 20	H 21	H 21'	H 23	H 25	H 28	H 32	H 33	H 35	H 38	H 39	H 40	H 42	H 43	H 44	H 45	H 48	H 51	H 52	H 53	H 55	H 56	H 58
Type Bi 01				5,1	5,8			2,2			11,3	12,4	5,7			4							11,3	6,3																2,9
Type Bi 02					5,8							1,5	2,8											6,3																5,7
Type Bi 03																								6,3	2,5		28,6		11,5	7											
Type Bi 04							8,3	22,1	3,9	52,6	11,3	21,7		3,8	3	5,1					100	15,8															6,3				
Type Bi 05																4											2,9			10,6										
Type Bi 06				5,1		13,3					3,8	15,5						5,2	4,1					3,1			5,7			3,5				2	2,9		10,4	16,7	3,6		
Type Bi 08					5,8			18,4	7,7						1,5		2,8	2,6						3,1	5						1,4									
Type Bi 09															0,7												2,9													
Type Bi 10																																							7,6	
Type PEt 01	48,2		11,7	5,1	5,8	40,0	25,0	22,1	34,8	15,8	22,6		22,7	3,8		12,0	2,8	1,3				15,8	11,3	25,1	20,0	54,0	8,6	33,4	2,9	14,1	10,2	38,9	62,5	27,1	45,8		20,8	18,1	17,9	22,9	5,7
Type PEt 01		18,3	11,7		5,8			3,7	3,9				5,7	3,8		4,0	2,8	10,4	16,5				11,3	6,3			5,7		11,5	10,6	20,4	22,2					10,4				
Type PI 01	9,6	18,3	8,3		5,8				7,7									4,7					11,3	1,8	2,5			6,7	11,5											
Type St 01		18,3	11,7	5,1	5,8	13,3	25,0				11,3	3,1	22,7	3,8	38,8	20,0	22,4	20,7	33,0			15,8		12,5	15,1	27,0	25,7	6,7	22,9	3,5	20,4	27,8		27,1	11,5				53,6		11,4
Type St 02																																									2,9
Type St 03																																									1,0
Type Tr 01			11,7	5,1	5,8	6,7		3,7		15,8	1,9	1,0						1,3		11,3		7,9	11,3	3,1	1,3		2,9	6,7		3,5	10,2	2,8		2,0	5,7		10,4			6,3	2,9
Type Tr 03	9,6	18,3	11,7	61,4	29,2	6,7	16,7	7,4	3,9	15,8	22,6	18,6	5,7	36,8	26,9	32,0	44,9	34,5	37,1	67,9			11,3	6,3				26,7		10,6				2,7	2,9		12,5	18,1	3,6	22,9	9,7
Type Un 01					5,8			3,7	3,9						3,0							7,9			2,5	2,7						2,8		1,4							
Type Un 02							8,3									4,0								3,1	2,5				2,9	3,5										
Type Un 03		18,3			5,8						1,9			22,9		1,1	2,8	2,6					11,3		2,5		2,9		2,9	3,5		2,8		1,4						
Type Un 04																								3,1	1,3					3,5										
indéterminés	65	16,7	60	26,1	25	40	33,3	30,3	68,5	0	27	48,4	69,7	47,4	52,2	24,1	42,9	31,6	18,5	41,7	0	73,3	41,7	24,3	43,6	32,6	28,6	40	22,5	52,3	77,8	0	75	64,3	62,5	-	33,3	91,7	33,3	77,8	56,9

Tab. A.07 : Coupe de Vergons ; fréquences relatives (en pourcentages) des types de Microforaminifères.

Acritarches	H01	H02	H03	H04	H05	H06	H08	H09	H10	H11	H12	H13	H14'	H15	H17	H17'	H18	H19	H20	H21	H21'	H23	H25	H28	H32	H33	H35	H38	H39	H40	H42	H43	H44	H45	H48	H51	H52	H53	H55	H56	H58
Micrhystridium	2	12	1	1	1	2		15	14		3	3	2			1	1	1	2	12	4	1	1	1	1	1	6	2		1	15	4	1	6	8		2	3	1	1	
Veryhachium																																		1							
Tasmanites																															2				1		1	1			
Citharipiana				1																								1	1	1		1									

Tab. A.08 : Coupe de Vergons ; nombres d'Acritarches comptabilisés le long de la série.

Incertae sedis	H01	H02	H03	H04	H05	H06	H08	H09	H10	H11	H12	H13	H14'	H15	H17	H17'	H18	H19	H20	H21	H21'	H23	H25	H28	H32	H33	H35	H38	H39	H40	H42	H43	H44	H45	H48	H51	H52	H53	H55	H56	H58
Type 01	10	4		6		1	2	6	41		2	5	10	8	15	25	30	6	6	6	27	6	4		1		3		6		13	12		5	13		7	10			
Type 03																																									
Type 02																		3																							
Type 04																											1														
indéterminés	80	12	2	3	10	8	0	7	85	15	9	22	24	9	28	15	24	6	6	16	47	1	30	18	18	2	16	1	12	42	34	16	21	19	28	-	30	40	0	54	17

Tab. A.09 : Coupe de Vergons ; nombres d'Incertae sedis comptabilisés le long de la série.

Taxons	H 01	H 02	H 03	H 04	H 05	H 06	H 07	H 08	H 09	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 14'	H 15	H 16	H 17	H 17'	H 18	H 19	H 20	H 21	H 21'	H 22	H 23	H 24	H 25	H 26	H 27	H 28
SPORES/POLLENS	10	3	4	6	2	3	4	4	10	11	8	6	5	4	10	10	6	12	11	14	12	14	16	10	3	11	7	7	7	7	6
DISSACATES	1	1	0	1	1	0	0	0	0	2	1	1	1	1	3	1	0	1	2	4	2	3	5	3	1	3	3	1	1	2	3
FORAMINIFERES	2	0	2	2	1	2	3	3	7	3	0	6	10	6	8	6	2	6	5	7	11	3	2	0	6	2	3	1	5	5	4
INCERTAE SEDIS	9	2	1	2	1	2	4	1	6	14	7	1	4	15	7	6	6	6	7	14	4	3	9	9	1	2	9	8	3	2	4
DINOFLAGELLES	78	92	93	88	95	92	89	92	74	69	83	85	80	74	71	77	86	75	75	61	71	76	66	77	89	82	78	82	84	84	84
ACRITARCHES	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

Taxons	H 29	H 30	H 31	H 32	H 33	H 34	H 35	H 36	H 37	H 38	H 39	H 40	H 41	H 42	H 43	H 44	H 45	H 46	H 47	H 48	H 49	H 50	H 51	H 52	H 53	H 54	H 55	H 56	H 57	H 58
SPORES/POLLENS	7	7	7	6	7	13	16	11	9	5	16	6	12	5	16	11	9	15	12	9	9	5	15	10	35	8	22	17	10	10
DISSACATES	0	1	0	4	2	1	6	1	0	1	6	1	0	1	2	6	1	0	1	1	2	0	3	1	3	2	2	3	3	3
FORAMINIFERES	3	4	2	5	5	5	5	5	3	2	4	4	7	3	4	1	3	4	6	5	0	2	1	2	15	3	6	4	16	12
INCERTAE SEDIS	6	2	1	4	1	5	5	6	6	0	4	7	4	12	12	8	11	7	4	9	6	4	14	12	45	8	0	13	1	7
DINOFLAGELLES	83	84	90	81	85	76	67	76	79	91	70	82	77	77	67	73	75	74	77	76	83	88	66	75	0	79	69	63	70	68
ACRITARCHES	1	2	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0

Tab. A.10 : Coupe de Vergons ; nombres de représentants des grandes familles de palynomorphes (les comptages ont été effectués sur 100 individus).

Bu	08	09	10	11	12	12'	13	14	16	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'
MUDERONGIA	**33%**	**25%**	**06%**	**00%**	**31%**	**33%**	**25%**	**21%**	**13%**	**13%**	**14%**	**17%**	**42%**	**44%**	**59%**	**66%**	**75%**	**22%**	**19%**	**14%**	**11%**	**18%**
crucis																						
extensiva bicornuta					1								1					P				
extensiva extensiva	1																					
extensiva A																						
imparilis																					P?	
pariata												1	3	3	13	8			3			
simplex simplex											1		1			1				P	P	
cf. simplex	1															4	1			P	1	
staurota															1						P	
cf. staurota																						
tomaszowensis		1	1		2	1	1	2		2		1	2	1	2	3	1	1	1	1	1	2
tomaszowensis A							1	2			1		1								1	
sp. A																						
sp. C																						
spp.	1	1			1		1		1				3	4	7	7	4	1		2	1	1
Total Muderongia :	**3**	**2**	**1**	**0**	**4**	**1**	**3**	**4**	**1**	**2**	**2**	**2**	**11**	**8**	**23**	**23**	**6**	**2**	**4**	**3**	**4**	**3**
PHOBEROCYSTA	**67%**	**75%**	**94%**	**100%**	**69%**	**67%**	**75%**	**79%**	**88%**	**87%**	**86%**	**83%**	**58%**	**56%**	**41%**	**34%**	**25%**	**78%**	**81%**	**86%**	**89%**	**82%**
neocomica cruciformis			3	1	1	1	3	5	1	2	2	2	5	5	1	3	1	2	P	4	3	6
neocomica circulata																						
neocomica convexa															1					1		
"australis"																						
"extensiva bicornuta"																						
"extensiva extensiva"					1					2	1		1			1			2	2	8	3
"simplex"											1											
"cf. simplex"													1			1						
"staurota"																2				1	1	
"cf. saturota"																						
"tomaszowensis"			1											P						1	2	1
spp.	6	6	11	9	7	1	6	10	6	9	8	8	8	5	14	5	1	5	15	10	18	4
Total Phoberocysta :	**6**	**6**	**15**	**10**	**9**	**2**	**9**	**15**	**7**	**13**	**12**	**10**	**15**	**10**	**16**	**12**	**2**	**7**	**17**	**19**	**32**	**14**

Bu	08	09	10	11	12	12'	13	14	16	16'	24	24'	25	25'	26	27	27'	28	29	30	31	31'
MUDER. stade -1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	14	8	0	0	3	0	0	0
MUDER. stade 0	3	2	1	0	4	1	3	4	1	2	2	1	8	5	10	15	4	2	1	3	4	3
PHOBERO. stade 1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0
PHOBERO. stade 2	0	0	2	0	2	0	0	1	1	3	3	3	0	0	1	2	0	0	3	5	3	2
PHOBERO. stade 3	6	6	13	10	7	2	9	13	6	9	6	7	13	10	15	8	2	7	14	14	28	12
PHOBERO. stade 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. A.11 : Coupe des Buissières ; nombres de *Muderongia* et de *Phoberocysta* comptabilisés le long de la série.

Bu	31''	32	33	34	35	36	37	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
MUDERONGIA	**24%**	**63%**	**74%**	**69%**	**76%**	**45%**	**12%**	**06%**	**82%**	**76%**	**50%**	**89%**	**63%**	**00%**	**86%**	**75%**	**61%**	**74%**	**63%**	**66%**	**72%**	-
crucis				2	1																1	
extensiva bicornuta		6					2					1										
extensiva extensiva			9	2	1	3																
extensiva A		2			P				1													
imparilis										2												
pariata	4										1	2						1	2			
simplex simplex										2		1									1	
cf. simplex																				1		
staurota		1	4	5	6							P	4		1	10	7	6	5	6	10	
cf. staurota																1		2		P		
tomaszowensis		4	1					1	4	3	1		1		5	2		4	2	2	4	
tomaszowensis A																			1	1		
sp. A																						
sp. C			1									1										
spp.	1	2	5	9	11	2	1	1	4	9	6	19			6	5	15	12	5	17	2	
Total Muderongia :	**5**	**15**	**20**	**18**	**19**	**5**	**3**	**2**	**9**	**16**	**8**	**24**	**5**	**0**	**12**	**18**	**22**	**25**	**15**	**27**	**18**	-
PHOBEROCYSTA	**76%**	**38%**	**26%**	**31%**	**24%**	**55%**	**88%**	**94%**	**18%**	**24%**	**50%**	**11%**	**38%**	**00%**	**14%**	**25%**	**39%**	**26%**	**38%**	**34%**	**28%**	-
neocomica cruciformis	4	2	2	2	3	1	7	7	1	1	2	1	2		1	2	3	2	2	1	2	
neocomica circulata										1												
neocomica convexa	1										1							2	1		5	
"australis"																1						
"extensiva bicornuta"			1																			
"extensiva extensiva"	2							4			1						P					
"simplex"																						
"cf. simplex"							1															
"staurota"																						
"cf. saturota"								1				1										
"tomaszowensis"											1					1						
spp.	9	7	4	6	3	5	14	18	1	3	3	1	1		1	2	11	5	6	13		
Total Phoberocysta :	**16**	**9**	**7**	**8**	**6**	**6**	**22**	**30**	**2**	**5**	**8**	**3**	**3**	**0**	**2**	**6**	**14**	**9**	**9**	**14**	**7**	-

Bu	31''	32	33	34	35	36	37	38	39	40	40'	41	42	42'	42''	42'''	43	44	45	45'	46	47
MUDER. stade -1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0		0	4	4	3	3	0	4	-
MUDER. stade 0	1	15	19	18	19	5	3	2	9	16	7	21	5		12	14	18	23	12	27	14	-
PHOBERO. stade 1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	1	0		0	1	0	0	0	1	0	-
PHOBERO. stade 2	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0		0	0	1	2	0	0	3	-
PHOBERO. stade 3	15	8	8	8	6	5	20	27	2	3	7	2	3		2	5	13	7	9	13	4	-
PHOBERO. stade 4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	-

Tab. A.11 : (suite et fin).

Niveaux :	H 01	H 02	H 03	H 04	H 05	H 06	H 07	H 08	H 09	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 14'	H 15	H 16	H 17	H 17'	H 18	H 19	H 20	H 21	H 21'	H 22
MUDERONGIA	**33%**	**46%**	**20%**	**80%**	**75%**	**64%**	**69%**	**55%**	**44%**	**44%**	**56%**	**53%**	**34%**	**57%**	**81%**	**90%**	**62%**	**87%**	**85%**	**92%**	**68%**	**55%**	**60%**	**63%**	**61%**
australis						1	1										1		1						
crucis						P ?						1					3					1		1	2
extensiva bicornuta						P												1	1					P	
extensiva extensiva	P	3	2		6	2	2	1	1	3	3	1	3	1	P		1		6	4	6	3	2		
extensiva A					1	P						1										1			
imparilis																									
pariata						P	3										1								
simplex simplex				P							P	4			1										
cf. simplex						2			1		P	2					4	2	4		3				1
staurota												1				1	2	2	5	5	3	5	2	5	1
cf. staurota																			2	2	1				
tomaszowensis	1	2		3	4	3	3	4	1	3	2	4	3		6	1	6	3		1	5				2
tomaszowensis A																									
sp. A						P																	1	2	7
sp. C																									
spp.		1		1	7	8	9	7	9	1	9	17	4	3	6	7	8	18	22	11	12	13	10	7	4
Total Muderongia :	**1**	**6**	**2**	**4**	**18**	**16**	**18**	**12**	**12**	**7**	**14**	**31**	**10**	**4**	**13**	**9**	**26**	**26**	**41**	**23**	**30**	**23**	**15**	**15**	**17**
PHOBEROCYSTA	**67%**	**54%**	**80%**	**20%**	**25%**	**36%**	**31%**	**45%**	**56%**	**56%**	**44%**	**47%**	**66%**	**43%**	**19%**	**10%**	**38%**	**13%**	**15%**	**8%**	**32%**	**45%**	**40%**	**38%**	**39%**
neocomica convexa		1	2		P ?			1													1				
neocomica cruciformis	1	1	3		3	3	2	1	1	3	2	4	4			1	5	2	3		3	10	5	3	3
tabulata																								1	
"australis"																						1			
"crucis"																									
"extensiva bicornuta"				P ?																					
"extensiva extensiva"			P			P				1		3	4												
"pariata"																									
"simplex simplex"																									
"cf. simplex"					1				1	2	1		1								1				1
"staurota"																									
"cf. staurota"																									
"tomaszowensis"	1												1					1				2			
"sp. A"																								P	2
spp.		5	3	1	2	6	6	8	13	3	8	21	9	3	3		11	1	4	2	9	6	5	5	5
Total Phoberocysta :	**2**	**7**	**8**	**1**	**6**	**9**	**8**	**10**	**15**	**9**	**11**	**28**	**19**	**3**	**3**	**1**	**16**	**4**	**7**	**2**	**14**	**19**	**10**	**9**	**11**

Niveaux :	H 01	H 02	H 03	H 04	H 05	H 06	H 07	H 08	H 09	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 14'	H 15	H 16	H 17	H 17'	H 18	H 19	H 20	H 21	H 21'	H 22
MUDER. stade -1	1	1	0	3	3	2	5	1	0	1	2	2	0	0	2	0	5	0	0	1	0	1	1	2	2
MUDER. stade 0	0	5	2	1	15	14	13	11	12	6	12	29	10	4	11	9	21	26	41	22	30	22	14	13	15
PHOBERO. stade 1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
PHOBERO. stade 2	1	1	0	0	1	1	2	6	1	0	0	3	4	1	0	0	2	1	0	0	2	0	2	1	0
PHOBERO. stade 3	1	5	6	0	4	7	5	4	12	8	11	22	12	2	3	1	12	1	6	2	10	14	8	8	7
PHOBERO. stade 4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Tab. A.12 : Coupe de Vergons ; nombres de *Muderongia* et de *Phoberocysta* comptabilisés le long de la série

Niveaux :	H 23	H 24	H 25	H 26	H 27	H 28	H 29	H 30	H 31	H 32	H 33	H 34	H 35	H 36	H 37	H 38	H 39	H 40	H 41	H 42	H 43	H 44	H 45	H 46	H 47
MUDERONGIA	**46%**	**48%**	**61%**	**65%**	**77%**	**72%**	**67%**	**94%**	**69%**	**40%**	**44%**	**58%**	**50%**	**79%**	**45%**	**42%**	**92%**	**80%**	**88%**	**76%**	**63%**	**73%**	**72%**	**0%**	**80%**
australis										P							P								
crucis		4	P	2		6	2	5	1											1				1	
extensiva bicornuta																									
extensiva extensiva	4	8	25	6	2	14	1	5		P			P												
extensiva A			P			5				1			1									1			
imparilis			15			1	1	1		P				1											
pariata														2					1	P			1		
simplex simplex													P ?				4								2
cf. simplex	P		P		1	P					2	1	P	2			2	1							
staurota	1		P			7	2	1		P	P		1	6	4	8	32	13	3	23	6	19	3	1	1
cf. staurota	1	1	P											1			3	P		P		2			
tomaszowensis			1		2	4			1	1	3	1	1	1			4	P				1	1		1
tomaszowensis A			P					1	2	P															
sp. A			P		2	1		1		P ?	1														
sp. C																									
spp.	6	1	32	9	10	20	10	20	5	4	6	9	15	17	6	16	52	29	11	8	11	30	8	6	4
Total Muderongia :	**12**	**14**	**73**	**17**	**17**	**58**	**16**	**34**	**9**	**6**	**12**	**11**	**18**	**30**	**10**	**24**	**97**	**43**	**15**	**32**	**17**	**53**	**13**	**8**	**8**
PHOBEROCYSTA	**54%**	**52%**	**39%**	**35%**	**23%**	**28%**	**33%**	**6%**	**31%**	**60%**	**56%**	**42%**	**50%**	**21%**	**55%**	**58%**	**8%**	**20%**	**12%**	**24%**	**37%**	**27%**	**28%**	**0%**	**20%**
neocomica convexa													P			1	P	2			1				
neocomica cruciformis	7	7	25	2	1	6	2	1	1	5	2	1	6	1	2	17	1	3		3	3	10	1		
tabulata																				P					
"australis"																									
"crucis"						1																			
"extensiva bicornuta"																									
"extensiva extensiva"			P								1							1							
"pariata"																									
"simplex simplex"																				1					
"cf. simplex"			P			2					3							P							
"staurota"													P	1					1	P					
"cf. staurota"			1			2																			
"tomaszowensis"	1					7							1				1								
"sp. A"					1	1			1	P															
spp.	6	8	20	7	3	4	6	1	2	4	9	7	11	6	10	15	6	5	1	6	6	10	4		2
Total Phoberocysta :	**14**	**15**	**46**	**9**	**5**	**23**	**8**	**2**	**4**	**9**	**15**	**8**	**18**	**8**	**12**	**33**	**8**	**11**	**2**	**10**	**10**	**20**	**5**	**0**	**2**

Niveaux :	H 23	H 24	H 25	H 26	H 27	H 28	H 29	H 30	H 31	H 32	H 33	H 34	H 35	H 36	H 37	H 38	H 39	H 40	H 41	H 42	H 43	H 44	H 45	H 46	H 47
MUDER. stade -1	0	4	1	2	0	7	2	5	1	0	0	0	1	3	1	6	4	1	1	10	2	0	3	1	0
MUDER. stade 0	12	10	72	15	17	51	14	29	8	6	12	11	17	27	9	18	93	42	14	22	15	53	10	7	8
PHOBERO. stade 1	1	0	0	0	1	10	1	0	1	0	2	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
PHOBERO. stade 2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
PHOBERO. stade 3	10	14	43	9	4	11	6	2	2	9	12	6	16	6	9	33	7	9	0	9	9	19	5	0	1
PHOBERO. stade 4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. A.12 : (suite),

Niveaux :	H 48	H 49	H 50	H 51	H 52	H 53	H 54	H 55	H 56	H 57	H 58
MUDERONGIA	**83%**	**84%**	**96%**	**67%**	**29%**	**66%**	**55%**	**83%**	**89%**	**62%**	**79%**
australis											
crucis		1									
extensiva bicornuta											
extensiva extensiva											
extensiva A											
imparilis											
pariata						1			1	2	2
simplex simplex	P					1					
cf. simplex	1	2			2	1					
staurota	11	6	6		5	10	6	2	2		7
cf. staurota											
tomaszowensis	2		1		3	1			2	1	
tomaszowensis A											
sp. A											
sp. C						1					
spp.	11	12	15	2	4	16	5	3	3	5	2
Total Muderongia :	**25**	**21**	**22**	**2**	**14**	**31**	**11**	**5**	**8**	**8**	**11**
PHOBEROCYSTA	**17%**	**16%**	**4%**	**33%**	**71%**	**34%**	**45%**	**17%**	**11%**	**38%**	**21%**
neocomica convexa	1				5	1			1		1
neocomica cruciformis	2			1	13	5	3			1	1
tabulata											
"australis"		1									
"crucis"											
"extensiva bicornuta"											
"extensiva extensiva"											
"pariata"								1			
"simplex simplex"	P										
"cf. simplex"	P ?	1			1						
"staurota"	1										
"cf. staurota"											
"tomaszowensis"	P		1		1				P	1	
"sp. A"											
spp.	1	2			14	10	6			3	1
Total Phoberocysta :	**5**	**4**	**1**	**1**	**34**	**16**	**9**	**1**	**1**	**5**	**3**

Niveaux :	H 48	H 49	H 50	H 51	H 52	H 53	H 54	H 55	H 56	H 57	H 58
MUDER. stade -1	2	1	1	0	1	5	0	2	2	2	6
MUDER. stade 0	23	20	21	2	13	26	11	3	6	6	5
PHOBERO. stade 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
PHOBERO. stade 2	1	1	0	0	3	2	1	1	1	2	0
PHOBERO. stade 3	3	3	0	1	30	14	8	0	0	2	2
PHOBERO. stade 4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Tab. A.12 : Coupe de Vergons ; nombres de *Muderongia* et de *Phoberocysta* comptabilisés le long de la série.

NIVEAUX	FACT. 01	FACT. 02	FACT. 03	FACT. 04	FACT. 05	FACT. 06	FACT. 07	FACT. 08	FACT. 09	FACT. 10
Bu47	0,097	0,801	0,011	-0,001	-0,095	0,058	0,389	0,067	0,016	-0,350
Bu46	-0,019	-0,002	0,015	-0,895	0,080	0,010	0,099	0,314	0,001	0,016
Bu45'	0,012	0,078	-0,009	0,034	-0,040	-0,006	0,760	0,095	-0,050	-0,428
Bu45	0,843	-0,136	0,000	-0,085	0,031	-0,005	0,397	0,157	0,148	-0,024
Bu44	0,073	-0,015	0,010	-0,220	-0,117	0,030	0,770	0,363	-0,011	0,144
Bu43	0,070	-0,047	0,036	-0,104	-0,210	-0,009	0,206	0,911	-0,087	-0,002
Bu42'''	0,946	0,005	0,007	-0,058	-0,033	-0,005	0,066	0,061	0,165	-0,057
Bu42''	0,038	-0,037	0,005	-0,250	-0,111	0,104	0,172	0,843	-0,007	-0,348
Bu42	0,065	0,408	-0,005	-0,049	-0,109	-0,132	0,095	0,544	-0,001	-0,662
Bu41	0,091	0,149	0,032	-0,096	-0,252	0,081	0,204	0,823	0,003	-0,163
Bu40'	0,052	0,154	0,063	-0,084	-0,840	-0,006	0,157	0,361	0,089	-0,075
Bu40	0,005	0,095	0,009	-0,691	-0,029	0,004	0,091	0,104	0,052	-0,611
Bu39	0,048	0,182	0,027	-0,027	-0,048	-0,013	0,881	0,136	-0,038	-0,056
Bu38	0,104	0,022	0,081	-0,448	-0,751	0,041	0,190	0,179	0,077	-0,198
Bu37	0,006	-0,031	0,028	-0,615	0,031	0,305	0,119	0,564	-0,041	-0,372
Bu36	0,845	-0,014	0,000	-0,046	-0,014	-0,019	0,059	0,130	0,121	-0,481
Bu35	0,149	-0,016	0,194	-0,059	-0,054	0,099	0,079	0,070	-0,765	-0,028
Bu33	0,106	0,103	0,026	-0,043	-0,057	0,352	0,111	0,406	-0,144	-0,769
Bu32	0,549	0,076	0,018	-0,079	-0,283	-0,035	0,067	0,140	0,066	-0,727
Bu31''	0,071	-0,017	0,944	-0,016	-0,160	0,037	0,014	0,034	-0,243	-0,018
Bu31'	0,167	0,179	0,871	0,003	0,009	0,072	-0,001	0,018	-0,357	-0,003
Bu31	0,891	0,163	0,087	-0,035	-0,022	0,067	0,043	0,019	-0,037	-0,106
Bu30	0,366	-0,084	0,876	-0,024	-0,107	0,003	0,039	-0,003	0,081	-0,024
Bu29	0,371	-0,046	0,881	-0,160	-0,152	0,010	0,028	-0,012	0,118	-0,020
Bu28	-0,037	-0,069	0,055	-0,913	-0,295	0,219	0,018	-0,031	0,045	-0,040
Bu27'	0,296	0,009	0,078	-0,681	-0,258	-0,008	0,140	0,214	-0,139	0,140
Bu27	0,854	0,088	0,294	-0,057	-0,020	0,070	0,031	-0,007	-0,153	0,016
Bu26	0,202	0,199	0,348	-0,574	-0,544	0,053	-0,001	0,088	-0,055	0,048
Bu25'	0,865	0,089	0,279	-0,083	-0,084	-0,087	0,021	0,054	-0,188	-0,002
Bu25	0,826	0,026	0,158	-0,133	-0,062	0,007	-0,001	-0,043	-0,361	-0,029
Bu24'	0,940	-0,019	0,115	-0,061	-0,032	-0,030	-0,011	0,008	-0,224	-0,085
Bu24	0,683	0,292	0,069	-0,030	0,023	0,421	-0,031	0,037	-0,136	0,115
Bu16'	0,684	0,191	0,132	-0,019	0,060	0,397	-0,009	0,004	-0,119	0,113
Bu14	0,790	-0,189	0,138	-0,071	-0,378	0,183	0,012	0,091	-0,269	-0,071
Bu13	0,899	-0,137	0,047	-0,054	-0,361	0,027	0,043	-0,001	0,106	-0,032
Bu12'	0,077	-0,065	0,135	-0,050	-0,918	0,057	0,011	0,096	-0,267	-0,060
Bu12	0,335	0,344	0,152	-0,096	-0,331	0,442	-0,003	0,071	-0,404	-0,106
Bu11	0,060	0,067	0,079	-0,036	-0,635	0,725	-0,013	0,127	-0,004	0,023
Bu10	0,418	-0,041	0,224	-0,072	-0,605	0,036	0,013	0,038	-0,569	0,009
Bu09	0,419	-0,002	0,186	-0,773	-0,042	0,128	-0,002	-0,062	-0,345	-0,085
Bu08	0,055	-0,077	0,052	-0,351	0,043	0,858	0,008	0,128	-0,063	-0,166
VARIANCE	23,963	3,375	9,179	11,008	9,878	5,349	6,172	8,845	4,818	7,207

Tab. A.13 : Coupe des Buissières ; poids statistique des facteurs résultants de l'analyse factorielle "simple".

TAXONS	FACT. 01	FACT. 02	FACT. 03	FACT. 04	FACT. 05	FACT. 06	FACT. 07	FACT. 08	FACT. 09	FACT. 10
Adnatosphaeridium caulleryi	-0,037	-0,048	0,027	0,052	0,018	0,040	-0,012	0,014	0,187	0,018
Aprobolocysta spp.	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,001	0,001	0,000	-0,001
Aptea securigera	0,003	0,000	-0,004	0,001	0,000	0,038	0,008	-0,005	-0,022	-0,005
Batiacasph. macrogranulata	0,008	0,016	-0,019	-0,068	-0,012	-0,036	0,017	0,019	-0,015	0,060
Batiacasphaera sp. A	-0,031	-0,212	0,015	-0,013	0,020	0,784	-0,017	0,129	0,023	-0,171
Batioladinium spp.	0,007	0,001	0,005	0,002	-0,003	0,022	-0,004	0,003	-0,006	-0,009
Bourkidinium spp.	0,004	0,003	-0,002	-0,004	0,001	0,001	-0,001	-0,001	-0,002	-0,004
Callaiosph. asymmetricum	0,010	0,025	-0,008	-0,014	-0,022	-0,008	0,011	0,015	0,012	0,022
Canningia colliveri	0,024	0,046	-0,004	-0,006	0,024	0,050	-0,006	0,003	-0,001	0,034
Canningia sp. E	0,003	0,003	-0,001	-0,036	0,002	-0,021	0,114	-0,012	-0,036	0,047
Cassiculosphaeridia magna	0,042	0,032	0,028	-0,051	-0,068	-0,013	-0,002	0,023	0,018	0,039
Cassiculosphaer. pygmaea	0,000	0,061	-0,006	-0,006	-0,044	0,005	-0,020	0,038	-0,008	0,022
Cleistosphaer. ? aciculare	0,010	-0,013	-0,001	-0,009	-0,003	-0,002	0,034	0,012	0,014	0,013
Cleistosph. multispinosum	0,000	-0,002	-0,003	-0,005	0,002	0,000	0,006	0,005	-0,015	-0,008
Coronif. albertii + oceanica	0,002	-0,008	-0,002	0,004	-0,013	-0,002	0,039	0,002	0,008	0,001
Cribroperidinium edwardsii	0,021	0,047	0,048	0,013	0,018	0,000	-0,002	0,003	-0,023	0,004
Cribroperidinium orthoceras	0,110	0,588	0,034	0,018	0,001	0,287	-0,036	-0,013	-0,062	0,089
Ctenidodinium elegantulum	0,004	-0,022	0,000	-0,007	0,006	-0,002	0,056	0,014	0,005	0,008
Cyclonephel. brevispinatum	-0,061	-0,005	0,019	-0,978	0,044	0,028	0,019	-0,100	0,034	-0,039
Cyclonephelium hystrix	0,961	-0,147	-0,006	-0,040	0,027	-0,040	0,003	-0,067	0,184	-0,053
Cymososphaeridium validum	0,167	-0,041	0,211	-0,041	-0,079	-0,037	-0,032	-0,025	-0,901	-0,007
Dapsilidinium multispinosum	0,010	0,003	0,002	0,001	0,001	-0,006	0,011	0,031	-0,017	0,022
Dapsilidinium warrenii	-0,003	-0,016	0,001	-0,002	0,002	0,015	0,070	0,004	-0,005	0,019
Dingodinium cerviculum s.l.	-0,006	-0,089	-0,017	0,009	0,025	-0,010	0,246	0,080	-0,134	-0,097
Dissiliodinium cf. globulum	0,004	-0,101	0,065	-0,041	-0,949	0,074	0,007	0,059	0,092	0,086
Exochosphaerid. phragmites	0,026	-0,012	0,002	0,004	0,005	0,023	0,020	0,009	-0,023	-0,044
Gardodinium albertii	0,009	-0,009	-0,007	-0,001	-0,008	0,020	0,001	-0,005	-0,015	0,003
Gardodinium ordinale	0,001	-0,005	0,003	0,000	0,003	0,016	0,001	-0,001	0,003	-0,002
Gonyaulacysta spp.	0,017	0,008	-0,005	-0,005	0,002	0,004	0,006	0,035	0,016	0,026
Hystrichodinium spp.	0,012	0,019	-0,010	0,022	-0,172	-0,027	0,021	0,023	-0,001	-0,016
Kiokansium polypes polypes	0,008	0,208	-0,031	0,002	-0,076	0,050	0,033	0,157	0,021	-0,908
Kleithriasphaerid. eoinodes	-0,006	-0,630	0,006	-0,021	-0,040	0,029	0,182	0,024	-0,038	-0,039
Meiourogonyaulax bulloidea	0,004	0,007	0,008	0,004	0,000	0,004	-0,002	0,015	0,000	0,006
Mendicodinium reticulatum	0,010	-0,001	0,005	0,001	-0,004	-0,001	-0,004	-0,002	-0,002	-0,006
Mud. + Phober. extensiva s.l.	-0,007	-0,300	0,041	0,024	0,008	0,017	0,017	0,003	-0,152	-0,087
Mud. + Phobero. simplex	0,005	0,012	0,000	-0,007	0,006	0,003	-0,004	0,005	-0,001	0,003
Mud. + Phobero. staurota s.l.	0,016	-0,042	-0,007	-0,021	0,054	-0,012	0,037	0,182	-0,049	0,008
Mud. + Phob. tomaszowensis	0,015	-0,008	0,000	-0,020	-0,014	-0,010	0,040	0,015	-0,015	-0,015
Mud. + Phobero. pariata	0,010	0,063	0,044	-0,027	-0,029	-0,035	-0,020	0,035	0,008	0,042
Occisucys. tentoria + duxbury	0,007	-0,004	0,000	-0,001	0,002	-0,002	0,007	0,005	-0,003	-0,003
Oligosphaerid. ? asterigerum	-0,003	-0,075	0,005	0,052	-0,015	0,004	0,280	0,012	0,001	-0,089
Oligosphaeridium complex	0,046	-0,076	-0,006	-0,081	0,087	-0,078	0,106	0,910	-0,007	0,158
Oligosphaeridium dividuum	0,104	0,200	-0,042	0,019	0,084	0,478	-0,027	0,018	-0,039	0,165
Pareod. ceratoph. ceratophora	0,000	-0,007	0,044	-0,004	0,001	-0,002	0,000	0,000	0,029	-0,010
Pervo. pseudhystrichodinium	0,016	0,035	-0,023	0,021	-0,056	0,110	-0,012	-0,018	-0,054	0,008
Phobero. neoc. cruciformis	0,037	0,020	0,135	0,000	-0,043	0,070	0,020	0,011	-0,073	-0,017
Pseudocer. pellif. pelliferum	0,078	0,647	0,030	-0,056	-0,108	-0,149	-0,067	0,155	0,053	0,065
Pterodinium spp.	0,007	-0,004	-0,002	-0,005	0,000	-0,001	0,012	0,002	0,009	0,007
Rhynchodiniopsis aptiana	0,050	0,004	-0,005	-0,075	0,016	0,015	0,162	0,058	0,009	0,146
Rhynchodiniop. cf. fimbriata	0,008	0,002	-0,003	0,000	0,002	0,002	0,007	0,007	0,005	0,008
Sentusidinium sp. A	0,010	-0,019	0,023	0,009	0,009	0,037	0,043	0,020	-0,019	-0,017
Spiniferites lenzii	0,013	0,024	-0,003	0,016	-0,006	-0,004	0,014	0,071	-0,006	0,010
Spiniferites multibrevis s.l.	0,012	-0,008	-0,003	-0,011	-0,010	-0,017	0,017	0,029	-0,023	-0,003
Spiniferites ramosus ramosus	0,011	-0,011	-0,003	-0,005	0,013	-0,014	0,016	0,042	0,000	-0,020
Subtilisphaera scabrata	0,003	-0,012	0,001	0,000	0,000	0,004	0,016	0,007	0,001	0,005
Systematophora scoriacea	-0,037	-0,009	0,957	0,031	0,091	-0,006	0,017	0,004	0,199	-0,022
Systematophora silyba	-0,002	0,160	-0,011	0,033	-0,008	0,029	0,848	-0,165	0,020	0,054
Tanyo. bolet. + regul. + varie	0,016	-0,040	0,020	0,003	0,003	0,034	0,170	0,017	0,004	0,031
Tanyosphaerid. magneticum	0,010	-0,003	0,007	-0,003	-0,011	-0,002	-0,003	-0,001	-0,010	-0,013
Wallodinium spp.	0,005	-0,005	-0,003	-0,022	0,005	-0,009	0,007	0,007	-0,006	0,008

Tab. A.13' : Coupe des Buissières ; poids statistique de chaque taxon au sein des facteurs résultants de l'analyse factorielle "simple".

NIVEAUX	FACT. 01	FACT. 02	FACT. 03	FACT. 04	FACT. 05	FACT. 06	FACT. 07	FACT. 08	FACT. 09	FACT. 10
Bu47	0,075	-0,019	0,136	0,050	-0,024	-0,626	-0,220	-0,037	-0,159	0,369
Bu46	-0,020	0,708	-0,003	-0,070	-0,112	-0,085	-0,210	0,003	-0,123	0,034
Bu45'	0,056	0,644	-0,064	-0,006	-0,114	-0,292	0,017	0,005	-0,075	-0,177
Bu45	0,052	0,761	0,068	-0,024	0,024	0,025	0,055	-0,216	0,015	-0,045
Bu44	0,033	0,804	0,077	-0,133	-0,056	0,003	-0,002	-0,108	-0,185	0,084
Bu43	0,173	0,712	0,094	-0,230	0,026	-0,050	0,101	-0,077	0,064	-0,014
Bu42'''	-0,071	0,412	0,048	-0,353	-0,007	0,085	-0,275	-0,295	-0,134	0,305
Bu42''	0,106	0,461	0,033	-0,173	-0,129	-0,453	0,038	-0,013	-0,146	-0,226
Bu42	0,000	0,218	0,023	-0,065	-0,172	-0,825	0,026	-0,083	0,038	-0,037
Bu41	0,015	0,565	0,171	-0,082	-0,290	-0,155	-0,194	-0,086	0,109	0,201
Bu40'	0,003	0,360	0,041	-0,179	-0,707	-0,010	-0,169	-0,043	-0,110	-0,020
Bu40	0,012	0,285	-0,115	-0,533	-0,013	-0,036	-0,259	-0,185	0,049	0,013
Bu39	0,057	0,235	0,031	-0,163	-0,104	-0,191	-0,040	0,047	-0,800	-0,135
Bu38	0,169	0,170	-0,035	-0,687	-0,317	-0,027	-0,097	-0,138	-0,255	0,114
Bu37	0,001	0,248	0,379	-0,702	-0,056	-0,209	-0,127	-0,044	0,003	-0,131
Bu36	0,009	0,129	0,081	-0,022	0,133	-0,590	-0,039	-0,445	0,028	-0,200
Bu35	0,225	0,143	0,193	-0,558	0,117	0,000	-0,046	-0,067	-0,072	-0,162
Bu33	0,211	0,304	0,408	-0,258	-0,021	-0,294	0,312	-0,313	-0,058	0,110
Bu32	0,112	0,033	0,043	-0,403	-0,233	-0,246	0,042	-0,693	-0,036	-0,006
Bu31''	0,846	0,041	0,156	-0,225	-0,148	0,026	0,056	-0,137	-0,002	-0,102
Bu31'	0,805	0,014	0,123	-0,073	-0,025	-0,159	-0,131	-0,102	-0,054	-0,023
Bu31	0,267	0,141	0,131	-0,273	0,020	-0,166	-0,319	-0,547	-0,031	0,185
Bu30	0,630	0,062	0,093	-0,074	-0,088	-0,022	-0,270	-0,292	-0,222	-0,118
Bu29	0,637	0,114	0,199	-0,019	-0,092	0,016	0,072	-0,371	-0,037	0,140
Bu28	0,022	0,015	0,253	-0,642	-0,438	0,039	-0,033	-0,117	-0,082	0,181
Bu27'	0,172	0,067	0,141	-0,026	-0,089	0,068	0,056	-0,253	-0,744	0,123
Bu27	0,286	0,237	0,184	0,099	0,054	-0,076	-0,243	-0,474	-0,093	0,167
Bu26	0,393	0,088	0,067	-0,035	-0,552	-0,127	-0,002	-0,246	0,005	0,089
Bu25'	0,229	0,048	-0,007	-0,358	-0,188	-0,013	-0,075	-0,712	-0,070	0,025
Bu25	0,384	0,192	0,216	0,001	-0,161	-0,009	-0,338	-0,214	-0,092	-0,043
Bu24'	0,326	0,123	0,160	-0,016	-0,140	0,005	0,019	-0,717	-0,075	-0,091
Bu24	0,191	0,014	0,294	-0,073	-0,101	-0,112	-0,675	-0,030	0,045	0,041
Bu16'	0,041	-0,064	0,167	-0,486	0,100	-0,025	-0,590	-0,081	0,035	-0,146
Bu14	0,181	0,038	0,100	-0,015	-0,382	-0,109	-0,042	-0,585	-0,043	-0,236
Bu13	0,032	-0,001	0,574	-0,003	-0,037	-0,051	-0,117	-0,201	-0,220	-0,505
Bu12'	0,162	-0,003	0,191	-0,031	-0,761	-0,052	0,097	-0,276	-0,111	-0,138
Bu12	0,090	0,157	0,696	-0,059	-0,192	0,001	-0,128	-0,164	-0,074	-0,075
Bu11	0,085	0,098	0,801	-0,087	-0,204	-0,009	-0,080	-0,045	0,015	0,141
Bu10	0,365	0,155	0,375	0,026	-0,318	-0,065	-0,074	-0,274	-0,090	-0,287
Bu09	0,260	0,130	0,502	-0,081	-0,167	-0,027	-0,266	-0,085	0,059	-0,428
Bu08	0,114	-0,048	0,721	-0,197	0,106	-0,074	-0,081	0,004	-0,026	-0,006
VARIANCE	10,072	8,696	8,198	7,994	7,514	5,985	5,136	4,305	3,889	3,189

Tab. A.14 : Coupe des Buissières ; résultats de l'analyse factorielle à option "percent-range".

TAXONS	FACT. 01	FACT. 02	FACT. 03	FACT. 04	FACT. 05	FACT. 06	FACT. 07	FACT. 08	FACT. 09	FACT. 10
Adnatosphaeridium caulleryi	0,000	-0,029	0,022	0,084	-0,019	-0,059	0,172	0,142	0,013	0,129
Aprobolocysta spp.	-0,003	-0,011	-0,024	-0,002	-0,032	-0,198	0,006	0,020	0,032	-0,008
Aptea securigera	-0,076	-0,030	0,430	-0,144	0,144	0,010	0,031	0,053	-0,152	-0,342
Batiacasph. macrogranulata	-0,008	-0,015	0,028	0,030	0,012	0,038	0,048	-0,027	-0,305	0,063
Batiacasphaera sp. A	-0,027	-0,018	0,443	-0,228	-0,041	-0,105	0,193	0,055	0,102	0,118
Batioladinium spp.	0,127	-0,023	0,192	-0,046	0,010	-0,026	0,015	-0,077	0,015	0,149
Bourkidinium spp.	-0,152	-0,109	-0,109	-0,725	0,065	0,052	-0,146	-0,190	0,044	0,054
Callaiosph. asymmetricum	-0,122	0,182	-0,029	-0,167	-0,199	0,127	-0,240	0,012	-0,216	0,246
Canningia colliveri	-0,009	-0,034	0,019	-0,080	0,035	0,000	-0,194	0,047	0,050	-0,145
Canningia sp. E	0,033	-0,017	-0,027	0,013	0,076	0,023	0,002	0,010	-0,676	-0,055
Cassiculosphaeridia magna	0,202	-0,011	-0,061	-0,089	-0,136	0,039	-0,136	-0,001	-0,202	0,065
Cassiculosphaer. pygmaea	-0,028	0,101	0,172	-0,018	-0,270	0,061	-0,093	0,076	0,114	-0,081
Cleistosphaer. ? aciculare	0,008	0,169	0,008	0,021	0,008	0,056	0,022	-0,015	-0,045	0,022
Cleistosph. multispinosum	-0,008	0,121	0,013	-0,055	0,022	0,042	-0,024	-0,042	0,049	-0,009
Coronif. albertii + oceanica	-0,018	0,223	-0,042	0,058	-0,085	0,012	-0,013	0,043	0,021	-0,048
Cribroperidinium edwardsii	0,144	-0,007	-0,001	0,010	0,064	-0,038	-0,050	-0,014	-0,001	0,066
Cribroperidinium orthoceras	0,114	-0,038	0,231	0,085	0,066	-0,228	-0,236	-0,024	-0,054	0,354
Ctenidodinium elegantulum	0,018	0,304	-0,042	0,050	0,004	0,022	0,009	0,050	0,021	-0,053
Cyclonephel. brevispinatum	0,014	-0,003	0,043	-0,156	-0,104	0,023	0,003	0,061	-0,014	0,017
Cyclonephelium hystrix	-0,071	0,008	0,034	0,131	0,168	-0,101	-0,177	-0,539	-0,007	-0,200
Cymososphaeridium validum	0,397	-0,030	0,080	0,023	-0,072	0,054	-0,084	-0,130	0,031	-0,300
Dapsilidinium multispinosum	0,119	0,145	0,013	0,003	0,004	0,037	-0,069	0,030	0,004	-0,039
Dapsilidinium warrenii	0,005	0,070	0,020	0,009	0,007	0,018	0,019	0,007	-0,006	0,009
Dingodinium cerviculum s.l.	0,008	0,186	-0,028	-0,090	0,038	-0,097	0,039	0,024	-0,007	-0,039
Dissiliodinium cf. globulum	0,050	-0,042	0,122	-0,103	-0,463	0,059	0,085	-0,001	-0,050	0,016
Exochosphaerid. phragmites	0,020	0,014	0,025	-0,024	0,040	-0,039	-0,003	-0,074	0,013	0,023
Gardodinium albertii	-0,062	-0,022	0,274	0,075	0,056	0,058	-0,067	-0,087	-0,109	-0,276
Gardodinium ordinale	0,059	-0,013	0,192	0,013	0,129	-0,001	-0,007	-0,048	-0,002	0,135
Gonyaulacysta spp.	-0,107	0,285	0,117	0,076	0,002	0,128	-0,091	-0,081	0,000	0,243
Hystrichodinium spp.	-0,081	-0,006	-0,003	0,032	-0,631	-0,088	0,017	-0,151	0,016	-0,123
Kiokansium polypes polypes	-0,076	-0,009	0,003	-0,123	0,016	-0,055	0,098	-0,107	0,032	-0,011
Kleithriasphaerid. eoinodes	0,044	0,112	-0,016	-0,278	0,006	-0,031	0,096	0,054	-0,212	-0,038
Meiourogonyaulax bulloidea	0,097	0,067	0,057	0,015	0,060	-0,008	-0,017	-0,055	0,043	0,124
Mendicodinium reticulatum	0,023	-0,086	-0,103	0,047	-0,066	0,025	-0,012	-0,491	0,029	-0,029
Mud. + Phober. extensiva s.l.	0,201	-0,025	-0,002	-0,214	0,113	-0,056	0,072	-0,009	0,011	-0,016
Mud. + Phobero. simplex	0,069	0,090	-0,083	-0,008	0,035	0,011	-0,500	0,000	0,061	0,042
Mud. + Phobero. staurota s.l.	0,034	0,355	0,028	-0,038	0,074	-0,055	0,088	0,025	0,059	0,050
Mud. + Phob. tomaszowensis	0,049	0,206	-0,087	0,011	-0,141	-0,133	-0,118	-0,025	-0,223	-0,236
Mud. + Phobero. pariata	0,166	0,026	-0,037	0,026	-0,141	0,024	-0,012	-0,005	0,088	0,054
Occisucys. tentoria + duxbury	-0,012	0,137	0,000	0,057	0,072	0,042	-0,010	-0,233	0,029	0,068
Oligosphaerid. ? asterigerum	0,005	0,133	-0,043	0,017	-0,035	-0,090	0,005	0,050	-0,001	-0,058
Oligosphaeridium complex	0,003	0,249	0,008	-0,131	0,014	-0,241	0,131	0,065	-0,030	-0,093
Oligosphaeridium dividuum	0,006	-0,072	0,267	-0,050	0,037	-0,026	-0,430	0,113	0,078	-0,036
Pareod. ceratoph. ceratophora	0,113	0,011	0,010	0,007	0,027	0,004	0,046	-0,031	0,027	0,068
Pervo. pseudhystrichodinium	-0,045	0,012	0,390	0,129	-0,117	0,057	-0,076	0,007	-0,010	-0,009
Phobero. neoc. cruciformis	0,453	-0,007	0,025	-0,101	-0,043	-0,057	-0,062	0,051	0,042	-0,086
Pseudocer. pellif. pelliferum	0,054	-0,053	-0,010	0,031	-0,142	-0,411	-0,144	-0,033	-0,015	0,213
Pterodinium spp.	-0,034	0,197	-0,020	-0,001	-0,007	0,100	-0,017	-0,041	-0,013	0,089
Rhynchodiniopsis aptiana	0,004	0,059	0,025	0,026	0,038	0,041	-0,008	-0,042	-0,111	0,072
Rhynchodiniop. cf. fimbriata	-0,071	0,126	0,052	-0,023	0,060	0,081	-0,033	-0,066	-0,029	0,114
Sentusidinium sp. A	0,086	0,141	0,126	0,032	0,080	0,028	0,114	-0,086	0,022	0,086
Spiniferites lenzii	-0,023	0,151	0,032	0,052	-0,041	-0,084	-0,063	-0,082	0,090	0,090
Spiniferites multibrevis s.l.	0,079	0,274	-0,048	-0,231	0,020	0,149	0,059	-0,147	0,146	-0,077
Spiniferites ramosus ramosus	-0,039	0,163	-0,034	0,049	0,040	-0,370	0,021	-0,034	0,038	-0,156
Subtilisphaera scabrata	0,061	0,252	0,127	0,025	0,042	0,081	0,087	0,026	0,097	-0,084
Systematophora scoriacea	0,534	-0,017	-0,086	-0,015	0,050	0,015	0,010	0,088	0,005	0,033
Systematophora silyba	-0,007	0,089	-0,008	0,041	0,025	-0,180	-0,049	0,069	-0,293	0,062
Tanyo. bolet. + regul. + varie	0,018	0,083	-0,002	0,010	0,025	-0,019	0,001	-0,022	-0,027	-0,019
Tanyosphaerid. magneticum	0,171	-0,042	0,138	-0,005	-0,076	0,084	0,310	-0,402	-0,142	0,209
Wallodinium spp.	-0,010	0,129	0,013	0,021	-0,006	0,026	-0,033	-0,009	-0,018	-0,057

Tab. A.14' : Coupe des Buissières ; poids statistique de chaque taxon au sein des facteurs résultants de l'analyse factorielle à option "percent-range".

NIVEAUX	FACT. 01	FACT. 02	FACT. 03	FACT. 04	FACT. 05	FACT. 06	FACT. 07	FACT. 08	FACT. 09	FACT. 10
H58	0,752	-0,014	-0,101	-0,252	-0,191	-0,002	0,017	0,005	0,051	-0,188
H56	0,799	-0,043	-0,099	0,064	-0,122	-0,055	0,000	-0,139	0,096	-0,154
H55	0,704	-0,136	-0,067	0,099	-0,015	-0,132	-0,216	-0,204	-0,045	-0,159
H53	0,597	-0,046	-0,200	-0,065	-0,224	0,014	-0,135	0,048	-0,326	0,061
H52	0,592	-0,032	-0,081	0,008	-0,268	-0,115	-0,057	-0,058	-0,483	-0,244
H48	0,411	-0,158	-0,188	-0,096	-0,264	0,061	-0,001	-0,041	-0,591	-0,160
H45	0,702	-0,050	-0,005	-0,183	-0,118	0,009	-0,054	-0,023	-0,380	-0,220
H44	0,340	-0,053	-0,222	-0,043	-0,506	-0,260	-0,169	-0,096	-0,024	-0,348
H43	0,256	0,077	-0,041	-0,588	-0,204	-0,144	-0,136	-0,128	-0,151	-0,277
H42	0,255	-0,213	-0,252	-0,073	-0,698	0,076	-0,203	-0,012	-0,135	-0,180
H40	0,298	0,020	-0,014	-0,103	-0,624	-0,206	-0,136	-0,166	-0,307	-0,211
H39	0,344	-0,168	-0,141	-0,136	-0,535	0,325	-0,048	-0,080	0,174	-0,276
H38	0,291	-0,106	-0,195	0,006	-0,448	-0,051	0,059	-0,617	-0,150	-0,278
H35	0,246	-0,403	-0,045	-0,188	-0,570	-0,174	-0,091	0,033	0,040	-0,407
H33	0,044	0,006	0,016	-0,080	-0,511	-0,045	-0,363	-0,334	-0,345	-0,408
H32	0,107	-0,104	-0,405	-0,201	-0,295	0,128	-0,119	-0,392	-0,066	-0,445
H28	0,238	-0,122	-0,398	0,044	-0,364	-0,155	-0,169	-0,092	-0,268	-0,430
H25	0,094	-0,161	-0,488	-0,048	-0,288	-0,277	-0,201	-0,060	-0,330	-0,432
H23	0,295	-0,119	-0,162	-0,070	-0,202	0,018	0,017	-0,068	-0,062	-0,801
H21'	0,283	-0,091	-0,080	-0,059	-0,264	0,002	-0,087	-0,048	-0,079	-0,811
H21	0,195	-0,018	-0,370	-0,247	-0,096	-0,126	-0,241	-0,023	-0,086	-0,697
H20	0,107	-0,065	-0,365	-0,117	-0,092	-0,119	-0,433	-0,035	-0,174	-0,666
H19	0,124	-0,060	-0,142	-0,204	-0,365	-0,103	-0,381	-0,112	-0,094	-0,699
H18	0,129	-0,080	-0,806	-0,014	-0,167	-0,020	0,062	-0,133	0,048	-0,192
H17'	0,083	-0,041	-0,459	-0,385	0,064	0,173	-0,276	-0,210	-0,166	-0,404
H17	0,056	-0,359	-0,310	-0,350	0,030	0,167	-0,154	-0,146	-0,309	-0,479
H15	0,196	-0,132	-0,737	-0,097	-0,067	-0,037	-0,237	-0,024	-0,193	-0,220
H14'	0,037	-0,258	-0,080	-0,245	-0,284	-0,016	-0,734	-0,074	-0,077	-0,300
H13	0,045	-0,175	-0,202	-0,243	-0,100	-0,176	-0,772	-0,117	-0,062	-0,136
H12	0,225	-0,543	-0,086	-0,105	-0,161	0,004	-0,552	-0,126	0,051	-0,076
H11	0,215	-0,207	-0,008	-0,110	-0,125	0,125	-0,584	-0,416	-0,014	-0,218
H10	0,017	-0,332	-0,092	-0,196	-0,022	-0,026	-0,210	-0,813	-0,057	0,003
H09	0,070	-0,279	-0,270	-0,419	0,066	-0,044	-0,028	-0,268	-0,504	-0,236
H08	0,129	-0,121	-0,079	-0,335	-0,115	-0,767	-0,067	-0,141	0,003	-0,095
H06	0,070	-0,754	-0,213	-0,094	-0,089	-0,081	-0,185	-0,274	-0,177	-0,072
H05	0,081	-0,643	-0,036	-0,095	0,000	-0,352	-0,207	-0,272	-0,065	-0,244
H04	0,045	-0,843	-0,041	-0,181	-0,211	0,107	-0,130	-0,208	-0,034	-0,072
H03	0,130	-0,337	-0,080	-0,088	-0,010	-0,222	-0,168	-0,760	-0,032	-0,041
H02	-0,024	-0,298	-0,022	-0,741	-0,230	-0,135	-0,106	-0,048	-0,024	-0,126
H01	0,037	-0,154	-0,120	-0,736	0,103	-0,134	-0,411	-0,141	0,006	-0,089
VARIANCE	10,486	7,751	7,188	6,535	8,436	3,560	7,745	6,610	4,677	12,675

Tab. A.15 : Coupe de Vergons ; poids statistique des facteurs résultants de l'analyse factorielle "simple".

TAXONS	FACT. 01	FACT. 02	FACT. 03	FACT. 04	FACT. 05	FACT. 06	FACT. 07	FACT. 08	FACT. 09	FACT. 10
Adnatosphaeridium caulleryi	-0,030	-0,078	-0,217	0,068	-0,005	-0,102	0,047	0,010	0,035	-0,012
Aprobolocysta spp.	-0,098	0,112	0,026	-0,021	-0,354	0,034	0,008	-0,234	-0,073	-0,016
Aptea securigera	-0,072	-0,033	-0,419	0,097	0,005	-0,050	0,032	0,032	0,029	-0,088
Batiacasph. macrogranulata	0,117	-0,020	-0,074	-0,014	-0,145	0,133	-0,010	0,045	0,035	0,096
Batiacasphaera sp. A	-0,006	0,083	0,062	-0,550	-0,014	-0,149	0,086	0,020	0,047	-0,004
Batioladinium spp.	0,050	-0,051	-0,083	-0,089	0,056	-0,529	-0,336	0,193	0,072	-0,169
Bourkidinium spp.	-0,068	-0,345	0,035	-0,105	0,126	-0,002	0,147	0,094	-0,134	-0,316
Callaiosph. asymmetricum	-0,013	-0,106	0,068	0,066	0,009	0,044	-0,046	0,017	-0,056	-0,293
Canningia colliveri	-0,002	-0,168	0,054	0,063	0,077	-0,149	0,028	0,011	0,004	-0,064
Canningia sp. E	0,071	0,003	0,018	-0,093	-0,223	-0,375	0,116	0,065	0,001	0,026
Cassiculosphaeridia magna	0,220	-0,053	-0,016	0,123	0,047	-0,163	-0,110	-0,448	0,152	0,066
Cassiculosphaer. pygmaea	0,050	0,024	-0,087	-0,123	-0,187	0,226	0,034	-0,032	0,173	-0,006
Cleistosphaer. ? aciculare	-0,022	-0,067	-0,121	0,010	-0,094	0,038	0,007	-0,040	-0,067	-0,048
Cleistosph. multispinosum	0,090	-0,282	-0,126	-0,002	0,039	0,124	0,012	-0,033	-0,167	0,048
Coronif. albertii + oceanica	0,125	0,020	-0,014	-0,008	-0,002	0,024	-0,030	0,019	-0,067	0,080
Cribroperidinium edwardsii	0,028	0,072	0,078	0,019	0,026	0,087	-0,287	-0,142	-0,033	0,000
Cribroperidinium orthoceras	0,004	-0,011	-0,026	-0,055	0,022	-0,365	0,089	-0,174	0,042	0,007
Ctenidodinium elegantulum	0,251	0,038	0,075	-0,025	-0,085	0,017	-0,063	0,050	-0,249	0,139
Cyclonephel. brevispinatum	-0,039	0,057	-0,036	0,127	-0,154	0,012	-0,432	0,053	-0,041	0,001
Cyclonephelium hystrix	0,023	-0,018	0,018	-0,323	-0,064	-0,069	0,088	0,043	0,091	0,058
Cymososphaeridium validum	0,037	0,021	-0,169	-0,351	0,161	0,062	-0,209	0,054	-0,005	0,006
Dapsilidinium multispinosum	0,048	0,032	-0,032	-0,081	-0,016	-0,049	-0,076	-0,040	-0,145	-0,026
Dapsilidinium warrenii	0,004	-0,047	-0,126	-0,102	0,106	0,012	0,004	-0,078	-0,338	-0,083
Dingodinium cerviculum s.l.	0,164	0,076	0,060	-0,008	-0,172	0,082	0,144	-0,053	0,129	-0,484
Dissiliodinium cf. globulum	-0,810	-0,222	0,044	0,037	-0,018	-0,088	0,132	-0,640	-0,077	0,030
Exochosphaerid. phragmites	0,126	0,006	-0,059	-0,069	-0,073	0,028	0,095	-0,014	-0,055	0,047
Gardodinium albertii	-0,028	-0,238	-0,011	-0,374	0,107	0,165	-0,280	-0,286	0,098	0,033
Gardodinium ordinale	0,249	-0,002	-0,030	-0,031	0,088	-0,013	0,009	-0,018	0,163	0,015
Gonyaulacysta spp.	0,172	-0,036	0,196	0,157	-0,166	-0,064	-0,050	-0,046	-0,108	-0,318
Hystrichodinium spp.	0,119	-0,033	-0,113	0,047	-0,030	-0,050	-0,014	-0,095	0,063	0,035
Kiokansium polypes polypes	0,056	0,058	-0,056	-0,074	-0,052	0,051	0,034	-0,023	-0,160	-0,112
Kleithriasphaerid. eoinodes	0,075	-0,105	-0,170	0,084	0,005	-0,091	-0,056	0,104	-0,168	-0,065
Meiourogonyaulax bulloidea	0,018	0,003	-0,101	0,046	-0,074	-0,108	-0,069	0,012	0,002	-0,026
Mendicodinium reticulatum	0,000	-0,407	0,002	0,066	0,109	-0,025	-0,107	-0,037	-0,004	0,034
Mud. + Phober. extensiva s.l.	-0,039	0,014	-0,257	0,023	-0,027	-0,089	-0,004	-0,033	0,076	-0,037
Mud. + Phobero. simplex	0,058	-0,259	0,040	-0,016	-0,225	0,267	-0,152	0,102	0,157	0,091
Mud. + Phobero. staurota s.l.	0,119	0,056	-0,095	-0,014	-0,194	-0,015	0,020	0,002	0,057	0,059
Mud. + Phob. tomaszowensis	0,037	-0,087	0,010	-0,007	-0,060	-0,005	-0,071	0,041	-0,247	0,006
Mud. + Phobero. pariata	0,306	0,009	0,020	-0,041	0,088	0,015	0,013	0,009	0,121	0,017
Occisucys. tentoria + duxbury	0,009	-0,067	-0,332	0,084	-0,323	-0,021	0,112	-0,037	0,034	0,143
Oligosphaerid. ? asterigerum	0,352	0,014	-0,005	-0,008	0,011	0,029	0,007	-0,014	0,046	0,069
Oligosphaeridium complex	0,055	0,073	0,064	-0,177	-0,010	-0,019	0,060	-0,061	-0,107	-0,038
Oligosphaeridium dividuum	0,095	0,022	-0,041	-0,107	-0,007	-0,057	0,000	-0,043	-0,037	0,098
Pareod. ceratoph. ceratophora	-0,096	0,119	0,127	-0,009	-0,145	0,013	-0,363	-0,113	0,028	-0,214
Pervo. pseudhystrichodinium	-0,041	-0,514	0,050	-0,059	-0,205	-0,013	0,082	0,192	0,085	0,054
Phobero. neoc. cruciformis	0,077	0,025	-0,064	0,005	-0,060	-0,107	-0,036	-0,025	-0,186	-0,029
Pseudocer. pellif. pelliferum	-0,110	-0,070	0,052	-0,159	-0,432	-0,127	-0,104	0,029	-0,043	0,009
Pterodinium spp.	0,348	-0,017	0,047	-0,110	-0,015	0,056	0,000	0,045	0,021	0,033
Rhynchodiniopsis aptiana	0,110	0,009	-0,062	0,041	-0,066	-0,075	-0,052	-0,017	0,047	-0,019
Rhynchodiniop. cf. fimbriata	0,347	-0,013	0,046	0,082	0,083	0,002	-0,004	-0,009	-0,091	0,031
Sentusidinium sp. A	-0,014	0,081	-0,173	-0,026	0,118	0,100	-0,081	-0,025	0,004	-0,249
Spiniferites lenzii	0,074	0,040	-0,460	0,002	0,012	0,095	0,027	0,010	-0,040	-0,028
Spiniferites multibrevis s.l.	0,048	0,090	-0,232	-0,110	-0,008	0,085	0,053	-0,102	0,107	-0,250
Spiniferites ramosus ramosus	0,076	0,030	0,055	0,014	-0,219	0,000	-0,017	0,007	-0,210	0,067
Subtilisphaera scabrata	0,220	-0,042	-0,001	0,088	0,069	-0,058	-0,040	0,008	0,082	-0,079
Systematophora scoriacea	0,030	-0,087	-0,050	0,050	0,018	0,007	-0,333	0,066	0,051	0,107
Systematophora silyba	0,076	0,009	-0,023	0,063	-0,025	0,002	-0,012	0,024	-0,278	0,030
Tanyo. bolet. + regul. + varie	0,137	-0,027	0,064	-0,100	0,039	0,031	0,075	0,034	-0,339	-0,027
Tanyosphaerid. magneticum	-0,109	0,051	-0,152	-0,140	-0,036	0,112	-0,092	-0,082	-0,253	-0,068
Wallodinium spp.	0,129	-0,113	0,035	-0,002	-0,115	0,132	0,038	0,039	0,168	-0,320

Tab. A.15' : Coupe de Vergons ; poids statistique de chaque taxon au sein des facteurs résultants de l'analyse factorielle "simple".

NIVEAUX	FACT. 01	FACT. 02	FACT. 03	FACT. 04	FACT. 05	FACT. 06	FACT. 07	FACT. 08	FACT. 09	FACT. 10
H58	0,633	0,013	0,012	0,157	0,667	-0,006	0,261	-0,139	0,077	-0,089
H56	0,770	-0,025	0,027	0,302	0,057	-0,021	0,296	-0,164	0,030	-0,137
H55	0,200	-0,088	0,049	0,859	0,007	0,123	0,062	-0,244	-0,022	-0,031
H53	-0,024	-0,007	-0,001	0,498	0,054	0,069	0,024	-0,778	0,015	-0,079
H52	0,321	-0,003	0,041	0,113	0,004	0,081	0,261	-0,865	-0,037	0,004
H48	0,420	-0,056	-0,001	0,317	-0,017	0,109	0,132	-0,751	-0,074	0,050
H45	0,423	-0,232	-0,014	0,103	-0,018	0,328	0,570	-0,292	-0,092	-0,045
H44	0,717	0,004	0,109	0,339	0,053	0,109	0,438	-0,088	-0,172	0,051
H43	0,285	-0,024	0,021	0,024	0,106	0,202	0,288	-0,090	-0,852	0,009
H42	0,332	-0,053	0,230	0,721	-0,032	0,035	0,297	-0,161	-0,007	0,302
H40	0,361	-0,100	0,129	0,140	-0,003	0,045	0,870	-0,125	-0,017	0,081
H39	0,427	-0,130	-0,026	0,799	0,065	0,017	0,052	-0,219	-0,041	-0,063
H38	0,295	-0,905	-0,089	0,062	-0,006	0,067	0,138	-0,128	0,003	0,102
H35	0,492	-0,141	0,051	0,063	0,024	0,107	0,784	-0,114	-0,083	-0,057
H33	0,391	-0,803	0,000	0,085	0,035	0,203	0,167	-0,078	-0,043	0,263
H32	0,616	-0,579	0,057	0,120	0,030	0,342	0,207	-0,127	-0,034	0,105
H28	0,306	-0,293	0,092	0,094	-0,024	0,385	0,748	-0,124	0,011	0,116
H25	0,480	-0,398	0,124	0,037	0,015	0,430	0,380	-0,391	0,025	0,141
H23	0,924	-0,014	0,076	0,136	-0,008	0,255	0,115	-0,135	-0,022	0,036
H21'	0,852	-0,023	0,015	0,087	0,032	0,355	0,191	-0,142	-0,239	-0,007
H21	0,594	-0,012	0,019	0,082	0,013	0,721	0,115	-0,082	-0,246	-0,009
H20	0,613	-0,068	0,152	0,121	-0,010	0,680	0,152	-0,111	0,001	0,211
H19	0,817	-0,048	0,128	0,105	0,029	0,433	0,132	-0,143	-0,131	0,133
H18	0,340	-0,159	0,005	0,081	0,003	0,871	0,150	-0,042	-0,001	-0,026
H17'	0,149	-0,044	0,242	0,034	0,041	0,927	0,064	-0,009	-0,064	-0,098
H17	0,274	-0,350	0,544	0,017	0,044	0,489	0,071	-0,099	-0,351	-0,195
H15	0,065	-0,100	0,334	0,500	-0,003	0,557	0,063	-0,361	-0,074	0,170
H14'	0,158	-0,113	0,916	0,076	0,044	0,228	0,085	-0,032	-0,076	0,140
H13	0,077	-0,256	0,771	0,142	0,039	0,069	0,115	0,027	-0,030	0,493
H12	-0,002	-0,182	0,928	0,034	0,003	0,075	-0,005	-0,017	-0,032	-0,190
H11	0,014	-0,591	0,242	0,119	0,121	0,542	0,127	0,027	-0,017	0,343
H10	-0,017	-0,971	-0,050	0,030	0,048	0,066	0,081	0,012	0,007	0,147
H09	0,014	-0,882	-0,051	0,014	0,130	0,081	0,135	-0,073	-0,267	0,161
H08	-0,081	-0,260	-0,050	0,041	0,467	-0,027	0,739	-0,002	-0,301	-0,066
H06	-0,012	-0,742	0,561	-0,028	0,002	0,049	0,005	-0,014	-0,020	-0,306
H05	-0,014	-0,789	0,239	0,015	0,028	0,031	0,043	0,004	0,013	-0,183
H04	-0,008	-0,954	0,242	0,003	0,024	0,064	0,056	0,008	-0,024	-0,029
H03	-0,010	-0,954	0,228	0,023	0,014	0,046	0,060	-0,004	0,017	-0,104
H02	0,002	-0,103	0,030	0,004	0,950	0,026	0,035	0,017	-0,239	0,042
H01	-0,018	-0,269	0,242	-0,008	0,502	0,069	-0,010	0,025	-0,751	0,014
VARIANCE	17,316	19,123	8,849	7,299	4,731	11,551	9,646	6,653	4,629	2,551

Tab. A.16 : Coupe de Vergons ; résultats de l'analyse factorielle à option "percent-range".

TAXONS	FACT. 01	FACT. 02	FACT. 03	FACT. 04	FACT. 05	FACT. 06	FACT. 07	FACT. 08	FACT. 09	FACT. 10
Adnatosphaeridium caulleryi	-0,007	-0,003	-0,010	-0,008	0,007	0,067	0,018	0,001	0,034	-0,019
Aprobolocysta spp.	0,008	-0,004	0,006	-0,001	-0,005	-0,006	0,016	-0,002	0,001	0,015
Aptea securigera	-0,014	-0,001	-0,005	0,004	0,006	0,129	0,002	-0,039	0,041	0,024
Batiacasph. macrogranulata	-0,138	0,007	-0,046	0,876	-0,029	-0,013	-0,071	-0,174	-0,064	-0,078
Batiacasphaera sp. A	0,008	-0,009	-0,048	-0,011	0,164	-0,026	-0,011	0,035	-0,892	0,019
Batioladinium spp.	0,004	0,007	0,032	0,006	0,013	0,013	0,015	-0,015	-0,015	0,034
Bourkidinium spp.	0,027	-0,021	0,026	-0,023	-0,003	0,015	-0,001	-0,013	-0,024	-0,013
Callaiosph. asymmetricum	0,008	0,000	0,008	0,005	-0,004	0,007	0,001	-0,001	-0,005	0,005
Canningia colliveri	-0,004	-0,076	0,020	0,016	0,001	-0,009	0,004	0,018	0,028	-0,151
Canningia sp. E	-0,101	0,069	-0,011	-0,019	-0,007	-0,060	0,933	-0,026	-0,021	-0,154
Cassiculosphaeridia magna	-0,016	-0,061	0,040	0,229	0,015	0,004	0,047	0,044	0,030	-0,031
Cassiculosphaer. pygmaea	0,030	-0,008	0,003	0,064	0,019	-0,008	-0,010	0,019	0,010	0,008
Cleistosphaer. ? aciculare	-0,015	-0,021	0,026	0,011	-0,002	0,063	0,105	-0,010	0,032	-0,002
Cleistosph. multispinosum	-0,007	-0,014	0,012	0,021	0,002	0,025	-0,001	-0,033	-0,001	-0,012
Coronif. albertii + oceanica	-0,024	-0,002	-0,009	0,035	0,022	0,006	-0,005	-0,081	0,014	-0,033
Cribroperidinium edwardsii	-0,029	-0,024	0,025	0,028	0,042	0,055	-0,008	0,004	0,020	0,135
Cribroperidinium orthoceras	-0,037	-0,028	-0,025	0,015	0,046	0,028	0,079	0,023	-0,002	-0,011
Ctenidodinium elegantulum	-0,017	0,006	0,009	0,006	0,010	-0,009	0,053	-0,096	0,021	-0,008
Cyclonephel. brevispinatum	0,022	0,060	0,404	0,172	-0,033	0,020	0,151	0,084	0,093	0,652
Cyclonephelium hystrix	-0,005	0,017	-0,005	0,003	0,960	0,010	0,021	0,008	0,120	-0,003
Cymososphaeridium validum	-0,052	0,009	0,076	0,039	0,059	0,123	-0,010	-0,016	-0,071	0,064
Dapsilidinium multispinosum	-0,020	-0,001	0,013	0,028	0,001	0,028	0,032	-0,014	-0,009	0,018
Dapsilidinium warrenii	-0,007	-0,013	0,004	0,012	0,010	0,031	0,001	-0,042	-0,008	0,028
Dingodinium cerviculum s.l.	0,965	-0,010	-0,004	0,098	0,001	-0,012	0,065	-0,071	-0,013	-0,020
Dissiliodinium cf. globulum	-0,011	-0,967	-0,128	0,011	0,004	0,033	0,083	0,008	0,045	0,110
Exochosphaerid. phragmites	0,016	0,000	-0,003	-0,004	0,017	-0,003	-0,005	-0,036	0,003	-0,007
Gardodinium albertii	-0,025	-0,104	0,294	-0,004	0,089	0,121	-0,039	0,036	-0,215	0,186
Gardodinium ordinale	0,055	-0,001	0,013	0,024	0,043	-0,027	0,001	0,017	0,035	-0,058
Gonyaulacysta spp.	0,033	-0,004	0,006	0,010	-0,010	-0,005	0,026	-0,017	0,003	0,003
Hystrichodinium spp.	-0,024	-0,012	-0,008	0,143	-0,012	0,045	0,022	0,028	-0,006	-0,410
Kiokansium polypes polypes	-0,009	0,016	0,063	-0,016	-0,062	0,134	0,096	-0,263	-0,119	-0,027
Kleithriasphaerid. eoinodes	-0,014	0,002	0,008	0,031	-0,002	0,029	0,012	-0,033	-0,003	0,016
Meiourogonyaulax bulloidea	0,020	0,001	0,021	0,018	0,000	0,010	0,018	-0,013	0,003	0,047
Mendicodinium reticulatum	-0,005	-0,164	0,759	-0,053	-0,018	-0,300	-0,072	-0,015	-0,027	-0,538
Mud. + Phober. extensiva s.l.	0,005	0,000	0,000	-0,002	0,004	0,059	0,022	0,017	0,018	0,005
Mud. + Phobero. simplex	-0,001	-0,001	0,004	0,005	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000
Mud. + Phobero. staurota s.l.	0,053	0,017	0,007	0,120	0,002	-0,021	0,064	0,011	0,003	-0,002
Mud. + Phob. tomaszowensis	0,004	-0,005	0,022	-0,010	0,001	0,001	0,012	-0,054	-0,004	0,007
Mud. + Phobero. pariata	0,008	0,000	-0,001	0,014	0,011	-0,003	0,003	0,005	0,010	-0,014
Occisucys. tentoria + duxbury	-0,002	0,000	0,000	0,011	-0,002	0,008	0,007	-0,002	0,004	0,002
Oligosphaerid. ? asterigerum	0,051	0,000	-0,003	0,192	0,118	-0,059	0,020	-0,192	0,114	-0,204
Oligosphaeridium complex	0,012	-0,025	-0,042	0,001	-0,096	-0,005	0,047	-0,072	-0,279	0,029
Oligosphaeridium dividuum	-0,030	0,000	-0,002	0,022	0,012	0,016	0,004	-0,065	-0,019	-0,023
Pareod. ceratoph. ceratophora	0,012	0,000	0,017	-0,003	-0,001	0,006	0,000	0,004	-0,006	0,027
Pervo. pseudhystrichodinium	0,000	-0,001	0,003	0,003	0,000	-0,002	0,003	0,002	0,001	-0,002
Phobero. neoc. cruciformis	0,006	-0,005	0,006	-0,022	-0,001	0,020	0,023	-0,092	-0,005	0,041
Pseudocer. pellif. pelliferum	0,084	-0,013	0,131	0,024	0,032	-0,058	0,142	0,005	0,004	0,178
Pterodinium spp.	0,013	0,004	0,009	0,022	0,012	-0,003	0,023	-0,025	-0,006	-0,035
Rhynchodiniopsis aptiana	0,018	0,000	0,011	0,027	-0,006	-0,001	0,031	0,015	-0,004	-0,005
Rhynchodiniop. cf. fimbriata	0,003	-0,001	-0,004	0,029	-0,005	-0,004	0,009	-0,022	0,004	-0,026
Sentusidinium sp. A	0,021	0,044	-0,020	-0,005	-0,012	0,913	0,040	0,056	0,023	-0,079
Spiniferites lenzii	-0,020	0,002	0,002	0,036	0,006	0,067	0,003	-0,038	0,010	-0,002
Spiniferites multibrevis s.l.	0,065	0,017	-0,005	0,061	-0,007	0,237	0,021	0,017	-0,022	-0,037
Spiniferites ramosus ramosus	-0,006	0,004	0,005	0,040	-0,022	-0,016	0,056	-0,042	-0,004	0,005
Subtilisphaera scabrata	0,005	-0,002	-0,006	0,081	-0,005	0,011	0,021	0,019	0,004	-0,032
Systematophora scoriacea	-0,026	-0,035	0,338	0,001	0,005	-0,040	-0,006	-0,030	0,015	0,200
Systematophora silyba	-0,050	-0,004	0,018	-0,172	0,028	0,036	-0,073	-0,851	0,037	0,133
Tanyo. bolet. + regul. + varie	0,014	-0,029	-0,016	-0,076	-0,030	-0,003	0,087	-0,254	-0,067	0,006
Tanyosphaerid. magneticum	0,002	-0,010	0,012	0,008	-0,009	0,018	-0,003	-0,010	-0,024	0,039
Wallodinium spp.	0,024	-0,001	0,006	0,031	-0,003	0,013	0,009	0,004	-0,001	-0,010

Tab. A.16': Coupe de Vergons ; poids statistique des facteurs résultants de l'analyse factorielle à option "percent-range".

ANNEXE III

LISTES DES DINOKYSTES RECENSÉS

Les taxons sont ici rangés par ordre alphabétique.

Achomosphaera ? ***neptunii*** (EISENACK, 1958) DAVEY & WILLIAMS, 1966a.....p. 53

Achomosphaera cf. ***neptunii*** (EISENACK, 1958) DAVEY & WILLIAMS, 1966a.....
.....pp. 53-55 ; fig. S.08 ; pl. XII, fig. 1, 3 ; pl. XIII, fig. 1

Achomosphaera ramulifera (DEFLANDRE, 1937b) EVITT, 1963 subsp.
ramosasimilis YUN, 1981.....pp. 55-56 ; pl. XII, fig. 2 ; pl. XIII, fig. 2

Adnatosphaeridium caulleryi (DEFLANDRE, 1938b) WILLIAMS & DOWNIE, 1969.....
.....pp. 56-57 ; pl. XII, fig. 4 ; pl. XIII, fig. 3

Aprobolocysta eilema DUXBURY, 1977.....pp. 188-189 ; pl. IX, fig. 4

Aprobolocysta neistosa DUXBURY, 1980 .....pp. 189-190 ; pl. IX, fig. 5

Aprobolocysta trycheria POURTOY, 1988.....p. 190 ; pl. IX, fig. 6 ; pl. XI, fig. 8

Aptea securigera DAVEY & VERDIER, 1974.....
.....pp. 9-10 ; fig. S.01j-k ; pl. I, fig. 1 ; pl. II, fig. 1

Apteodinium EISENACK, 1958 *emend.* SARJEANT, 1985a *emend.* LUCAS-CLARK, 1987.....
..... p. 57 ; pl. XII, fig. 5 ; pl. XIII, fig. 5

Atopodinium haromense THOMAS & COX, 1988 ..... p. 58 ; pl. XII, fig. 6 ; pl. XIII, fig. 4

Avellodinium lepidum BACKHOUSE, 1988.....pp. 58-59 ; fig. S.09 ; pl. XII, fig. 7

Avellodinium cf. *lepidum* BACKHOUSE, 1988 .....pp. 60-61 ; pl. XII, fig. 8

Batiacasphaera macrogranulata MORGAN, 1975.....p. 61 ; pl. XII, fig. 13

Batiacasphaera sp. **A** ..... pp. 61-62 ; pl. XII, fig. 9-10 ; pl. XIII, fig. 10

Batiacasphaera sp. **H**.....p. 62 ; pl. XII, fig. 14

Batiacasphaera sp. **P**..... pp. 62-63 ; pl. XII, fig. 12

Batioladinium ? *exiguum* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975.....
..... p. 191 ; pl. IX, fig. 12 ; pl. XI, fig. 9

Batioladinium ? *gochtii* (ALBERTI, 1961) LENTIN & WILLIAMS, 1977b .....
.....p. 192 ; pl. IX, fig. 11

Batioladinium jaegeri (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 .....pp. 192-193 ; pl. IX, fig. 13

Batioladinium longicornutum (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 .....
.....pp. 193-194 ; pl. IX, fig. 9-10

Batioladinium ? *pelliferum* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975.....
.....pp. 194-195 ; pl. IX, fig. 8

Batioladinium varigranosum (DUXBURY, 1977) DAVEY, 1982b.....
.....pp. 195-196 ; pl. IX, fig. 7

Bourkidinium granulatum MORGAN, 1975..... pp. 63-64 ; pl. XII, fig. 11 ; pl. XIII, fig. 6

Bourkidinium psilatum CH. SINGH, 1983.....p. 64

Bourkidinium cf. *psilatum* CH. SINGH, 1983 var. **A** .... pp. 64-65 ; fig. S.10a ; pl. XII, fig. 15

Bourkidinium cf. *psilatum* CH. SINGH, 1983 var. **B** ..... p. 65 ; fig. S.10b ; pl. XII, fig. 16 ; pl. XIII, fig. 7, 11

Callaiosphaeridium asymmetricum (DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939) DAVEY & WILLIAMS, 1966b ..... pp. 65-67 ; pl. XIV, fig. 1

Callaiosphaeridium trycherium DUXBURY, 1980 ..... pp. 67-68 ; pl. XII, fig. 17-18 ; pl. XIII, fig. 8

Callaiosphaeridium sp. **A** ..... p. 68 ; pl. XIII, fig. 12 ; pl. XIV, fig. 2-3

Canningia colliveri COOKSON & EISENACK, 1960b..... pp. 10-12 ; fig. S.01a ; pl. I, fig. 2-3

Canningia sp. **E** ..... pp. 12-13 ; pl. I, fig. 6

Cassiculosphaeridia magna DAVEY, 1974 ..... p. 69 ; pl. XIV, fig. 4-5 ; pl. XVII, fig. 7

Cassiculosphaeridia pygmaea STEVENS, 1987..... pp. 69-70 ; pl. XIV, fig. 6

Cassiculosphaeridia reticulata DAVEY 1969a..... pp. 70-71 ; pl. XIII, fig. 9 ; pl. XIV, fig. 7

Cauca parva (ALBERTI, 1961) DAVEY & VERDIER, 1971..... p. 71 ; pl. XIV, fig. 8

Chlamydophorella nyei COOKSON & EISENACK, 1958 ..... pp. 72-73 ; pl. X, fig. 1

Chytroeisphaeridia cerastes DAVEY, 1979d..... p. 73 ; pl. XIV, fig. 9

Chytroeisphaeridia scabrata POCOCK, 1972..... pp. 73-74 ; pl. XIV, fig. 11

Chytroeisphaeridia sp. **A** ..... p. 74 ; pl. XIV, fig. 10

Cleistosphaeridium ? *aciculare* DAVEY, 1969a..... pp. 75-76 ; pl. XIV, fig. 12-13

Cleistosphaeridium chems (BELOW, 1982c) comb. nov..... p. 76 ; pl. XVI, fig. 11

Cleistosphaeridium multispinosum (CH. SINGH, 1964) BRIDEAUX, 1971 ..... p. 77 ; pl. XIV, fig. 14-15 ; pl. XVII, fig. 8

Cleistosphaeridium polytrichum (VALENSI, 1947) DAVEY *et al.*, 1969 ..... p. 78 ; pl. XIV, fig. 16

Cleistosphaeridium sp. **A** ..... p. 79 ; pl. XIV, fig. 17

Cometodinium comatum SRIVASTAVA, 1984 ..... pp. 218-219 ; pl. XXVII, fig. 13

Coronifera albertii MILLIOUD, 1969..... pp. 79-80 ; pl. XIV, fig. 19 ; pl. XVII, fig. 9

Coronifera oceanica COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MAY, 1980 subsp. *oceanica* ..... pp. 80-81 ; pl. XIV, fig. 18

Cribroperidinium aparsium STOVER & HELBY, 1987c..... p. 82

Cribroperidinium cf. aparsium STOVER & HELBY, 1987c..... p. 82 ; pl. XV, fig. 6-8

Cribroperidinium confossum (DUXBURY, 1977) HELENES, 1984 ..... p. 83 ; pl. XV, fig. 1

Cribroperidinium edwardsii (COOKSON & EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a ..... pp. 84-86 ; pl. XV, fig. 4

Cribroperidinium orthoceras (EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a *emend.* SARJEANT, 1985a ..... pp. 86-87 ; pl. XV, fig. 9-10 ; pl. XVII, fig. 2-6

Cribroperidinium palla (SARJEANT, 1966b) HELENES, 1984 ..... pp. 87-88 ; pl. XV, fig. 5 ; pl. XVII, fig. 1

Cribroperidinium sepimentum NEALE & SARJEANT, 1962 .... pp. 88-89 ; pl. XIV, fig. 20-21

Cribroperidinium ? sp. **B** ..... pp. 89-90 ; fig. S.12 ; pl. XVI, fig. 1

Cribroperidinium sp. **C** ..... pp. 90-91 ; pl. XV, fig. 2-3

Ctenidodinium elegantulum MILLIOUD, 1969 *emend.* BELOW, 1981a ..... pp. 91-92 ; pl. XVI, fig. 2-3 ; pl. XVII, fig. 10

Cyclonephelium brevispinatum (MILLIOUD, 1969) BELOW, 1981a ..... p. 14 ; fig. S.01c ; pl. I, fig. 5 ; pl. II, fig. 3

Cyclonephelium densebarbatum COOKSON & EISENACK, 1960b ..... p. 15 ; fig. S.01e ; pl. I, fig. 4 ; pl. II, fig. 2

Cyclonephelium distinctum DEFLANDRE & COOKSON, 1955 subsp. *distinctum* ..... pp. 16, 18 ; fig. S.01i ; pl. I, fig. 7 ; pl. II, fig. 4

Cyclonephelium hirtellum (ALBERTI, 1961) DAVEY, 1978 ..... pp. 18-19 ; fig. S.01d ; pl. I, fig. 8

Cyclonephelium hystrix (EISENACK, 1958) DAVEY, 1978 ..... pp. 19-20 ; fig. S.01f-i ; pl. I, fig. 9-10 ; pl. II, fig. 5-8

Cyclonephelium paucimarginatum COOKSON & EISENACK, 1962b ..... pp. 20-21 ; fig. S.01b ; pl. I, fig. 11

Cyclonephelium paucispinum DAVEY, 1969a ..... pp. 21-22 ; fig. S.01m ; pl. I, fig. 14

Cyclonephelium vannophorum DAVEY, 1969a ..... pp. 22-23 ; fig. S.01n ; pl. I, fig. 12-13 ; pl. II, fig. 9

Cymososphaeridium validum DAVEY, 1982b ..... pp. 92-93 ; pl. XVI, fig. 4-5 ; pl. XVII, fig. 11

Dapsilidinium ? deflandrei (VALENSI, 1947) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ..... pp. 93-94 ; pl. XVI, fig. 6

Dapsilidinium multispinosum (DAVEY, 1974) BUJAK *et al.*, 1980 ..... pp. 94-95 ; pl. XVI, fig. 9-10 ; pl. XIX, fig. 1

Dapsilidinium warrenii (HABIB, 1976) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ..... pp. 95-96 ; pl. XVI, fig. 12 ; pl. XIX, fig. 3-4

Dingodinium cerviculum subsp. *albertii* (SARJEANT, 1966c) stat. nov. ..... pp. 197-199 ; pl. X, fig. 2, 4-5 ; pl. XI, fig. 1, 4-6

Dingodinium cerviculum COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MEHROTRA & SARJEANT, 1984b subsp. ***cerviculum*** ..... pp. 196-197

Dingodinium cerviculum subsp. *europaeum* (EISENACK, 1958 *emend.* SARJEANT, 1985a) stat. nov. ..... p. 200 ; pl. X, fig. 3

Dinogymnium sp. **A** ..... pp. 214-215 ; fig. S.38A ; pl. XXVII, fig. 1

Dinogymnium sp. **B** ..... pp. 215-216 ; fig. S.38B ; pl. XXVII, fig. 2

Dinogymnium sp. **C**.....pp. 216-217 ; fig. S.38C ; pl. XXVII, fig. 3

Discorsia nanna (DAVEY, 1974) DUXBURY, 1977 *emend.* KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN *et al.*, 1985 .....pp.96-97 ; pl. XVI, fig. 7-8

Dissiliodinium globulum DRUGG, 1978 .....p. 97

Dissiliodinium cf. *globulum* DRUGG, 1978..... pp. 98-99 ; fig. S.13 ; pl. XVIII, fig. 1-3

Druggidium deflandrei (MILLIOUD, 1969) HABIB, 1973 *emend.* BELOW, 1987b .....pp. 99-100 ; pl. XVI, fig. 13

Endoscrinium campanula (GOCHT, 1959) VOZZHENNIKOVA, 1967 subsp. *campanula* ..... pp. 100-102 ; pl. XVIII, fig. 4-5 ; pl. XIX, fig. 6

Exochosphaeridium muelleri YUN, 1981.....pp. 102-103 ; pl. XVIII, fig. 8 ; pl. XIX, fig. 5

Exochosphaeridium phragmites DAVEY *et al.*, 1966.....pp. 103-104 ; pl. XVIII, fig. 6 ; pl. XIX, fig. 8

Exochosphaeridium ? sp. **A**.....pp. 104-105 ; pl. XVIII, fig. 9-10

Florentinia laciniata DAVEY & VERDIER, 1973 subsp. *laciniata* .....pp. 105-106 ; pl. XVIII, fig. 7 ; pl. XIX, fig. 7

Gardodinium albertii NEALE & SARJEANT, 1962.....pp. 106-107 ; pl. X, fig. 6-7 ; pl. XI, fig. 2

Gardodinium ordinale DAVEY, 1974..... pp. 107-108 ; pl. X, fig. 8 ; pl. XI, fig. 3

Gen. ind. sp. **A**.....pp. 222-223 ; fig. S.40 ; pl. XXVII, fig. 9-10

Gen. ind. sp. **B**.....p. 223 ; fig. S.41 ; pl. XXVII, fig. 8

Gonyaulacysta cretacea (NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1969..... pp. 108-109 ; pl. XVIII, fig. 13

Gonyaulacysta diutina DUXBURY, 1977..... pp. 109-110 ; pl. XVIII, fig. 12

Gonyaulacysta fastigiata DUXBURY, 1977 ..... pp. 110-111 ; pl. XVIII, fig. 16

Gonyaulacysta helicoidea (EISENACK & COOKSON, 1960) SARJEANT, 1966b subsp. *helicoidea*.....pp. 111-112 ; pl. XVIII, fig. 11, 15 ; pl. XIX, fig. 2

Gonyaulacysta perforobtusa DUXBURY, 1977 ..... pp. 112-113 ; pl. XVIII, fig. 14

Hapsocysta peridictya (EISENACK & COOKSON, 1960) DAVEY, 1979b *emend.* nov..... pp. 113-115 ; fig. S.15 ; pl. XVIII, fig. 17-18 ; pl. XVII, fig. 12

Heslertonia heslertonensis (NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1966b *emend.* DUXBURY, 1980..... pp. 115-117 ; pl. XX, fig. 1, 5

Heslertonia pellucida GITMEZ, 1970.....p. 117 ; pl. XX, fig. 2

Hystrichodinium furcatum ALBERTI, 1961.....p. 118 ; pl. XX, fig. 6

Hystrichodinium pulchrum DEFLANDRE, 1935 subsp. *pulchrum*.....pp. 118-119 ; pl. XX, fig. 8

Hystrichodinium voigtii (ALBERTI, 1961 *emend.* SARJEANT, 1966b) DAVEY, 1974 .....pp. 119-120 ; pl. XX, fig. 7

Hystrichosphaeridium duplum LENTIN & WILLIAMS, 1989 subsp. ***duplum*** ..... pp.121-123 ; pl. XX, fig. 3-4

Hystrichostrogylon coninckii HEILMANN-CLAUSEN, 1985 ..... pp. 123-124, 125 ; fig. S.17B ; pl. XX, fig. 12

Hystrichostrogylon membraniphorum AGELOPOULOS, 1964 ..... pp. 124-126 ; pl. XX, fig. 10

Hystrichostrogylon stolidotum (DUXBURY, 1980) STOVER & WILLIAMS, 1987 ..... pp. 125, 126-127 ; fig. S.17A ; pl. XX, fig. 11

Kiokansium polypes (COOKSON & EISENACK, 1962b) BELOW, 1982c subsp. ***polypes*** ..... pp. 127-129 ; pl. XIX, fig. 9 ; pl. XX, fig. 9

Kleithriasphaeridium corrugatum DAVEY, 1974 ..... pp. 129-130 ; pl. XXI, fig. 1 ; pl. XXIII, fig. 7

Kleithriasphaeridium eoinodes (EISENACK, 1958) DAVEY, 1974 *emend.* SARJEANT, 1985a ..... p. 131 ; pl. XXI, fig. 2 ; pl. XXIII, fig. 9

Kleithriasphaeridium fasciatum (DAVEY & WILLIAMS, 1966b) DAVEY, 1974 ..... p. 132 ; pl. XXI, fig. 3 ; pl. XXIII, fig. 8

Meiourogonyaulax bulloidea (COOKSON & EISENACK, 1960b) SARJEANT, 1969 ..... pp. 132-134 ; fig. S.18 ; pl. XIX, fig. 10-11 ; pl. XX, fig. 13-14

Meiourogonyaulax pertusa (DUXBURY, 1977) BELOW, 1981a subsp. ***pertusa*** ..... p. 134 ; fig. S.19 ; pl. XX, fig. 15

Mendicodinium reticulatum MORGENROTH, 1970 ...pp. 135-136 ; fig. S.20 ; pl. XXI, fig. 12

Microdinium opacum BRIDEAUX, 1971 ..... pp. 136-137 ; pl. XXI, fig. 5-6

Muderongia australis HELBY, 1987 ..... pp. 23-25 ; fig. S.03j ; pl. III, fig. 1

Muderongia crucis NEALE & SARJEANT, 1962 ..... pp. 25-26 ; fig. S.03o ; pl. III, fig. 3-5 ; pl. VII, fig. 5

Muderongia extensiva DUXBURY, 1977 subsp. ***bicornuta*** nov. ..... pp. 28-29 ; fig. S.03n ; pl. IV, fig. 2 ; pl. VII, fig. 3

Muderongia extensiva DUXBURY, 1977 subsp. ***extensiva*** ..... pp. 26-27 ; fig. S.03l ; pl. III, fig. 6 ; pl. VII, fig. 1-2

Muderongia extensiva forma A ..... pp. 27-28 ; fig. S.03m ; pl. IV, fig. 1

Muderongia imparilis DUXBURY, 1980 ..... pp. 29-30 ; fig. S.03c ; pl. IV, fig. 4-5

Muderongia pariata DUXBURY, 1983 ..... pp. 30-31 ; fig. S.03a ; pl. IV, fig. 6, 8 ; pl. VII, fig. 7

Muderongia simplex ALBERTI, 1961 subsp. ***simplex*** ..... pp. 31-32 ; fig. S.03e ; pl. V, fig. 1

Muderongia cf. ***simplex*** ALBERTI, 1961 ..... pp. 32, 34 ; fig. S.03i ; pl. V, fig. 4-5

Muderongia staurota SARJEANT, 1966c ..... pp. 34-35 ; fig. S.03f ; pl. V, fig. 7-8 ; pl. VI, fig. 1 ; pl. VII, fig. 6

Muderongia cf. *staurota* SARJEANT, 1966c ..... p. 35 ; fig. S.03g ; pl. VI, fig. 2

Muderongia tomaszowensis ALBERTI, 1961 ..... p. 36 ; fig. S.03k ; pl. VI, fig. 4-5

Muderongia tomaszowensis forma A ALBERTI, 1961.....pp. 36-37 ; fig. S.03d ; pl. VI, fig. 6

Muderongia sp. A .....pp. 37-38 ; fig. S.03h, S.04 ; pl. VI, fig. 8-9 ; pl. VII, fig. 4

Muderongia sp. C .....pp. 38-39 ; fig. S.03b ; pl. VIII, fig. 1-2

Nelchinopsis kostromiensis (VOZZHENNIKOVA, 1967) WIGGINS, 1972 .....
.....pp. 137-139 ; pl. XXI, fig. 13

Nummus monoculatus MORGAN, 1975.....pp. 219-220 ; fig. S.39 ; pl. XXVII, fig. 7

Occisucysta duxburyi JAN DU CHENE, BECHELER *et al.*, 1986.....
.....pp. 139-140 ; pl. XXI, fig. 7-8 ; pl. XXVI, fig. 1

Occisucysta tentoria DUXBURYI, 1977 *emend.* JAN DU CHENE, BECHELER *et al.*, 1986.....
.....p. 140 ; pl. XXI, fig. 9

Odontochitina operculata (O. WETZEL, 1933a) DEFLANDRE & COOKSON, 1955 .....
.....pp. 39-40 ; pl. II, fig. 11 ; pl. VIII, fig. 3

Oligosphaeridium ? *asterigerum* (GOCHT, 1959) DAVEY & WILLIAMS, 1969 .....
.....pp. 141-142 ; pl. XXI, fig. 10-11

Oligosphaeridium complex (WHITE, 1842) DAVEY & WILLIAMS, 1966b.....
.....pp. 142-144 ; fig. S.21 ; pl. XXII, fig. 1-2 ; pl. XXIII, fig. 5-6

Oligosphaeridium dividuum WILLIAMS, 1978 .....
.....pp. 145-146 ; pl. XXII, fig. 4-5 ; pl. XXIII, fig. 4

Oligosphaeridium intermedium CORRADINI, 1973.....p. 146

Oligosphaeridium cf. *intermedium* CORRADINI, 1973.....pp. 146-147 ; pl. XXII, fig. 3

Oligosphaeridium poculum JAIN, 1977b .....pp. 147-148 ; pl. XXI, fig. 15-16

Oligosphaeridium porosum LENTIN & WILLIAMS, 1981.....
.....pp. 148-149 ; pl. XXI, fig. 14 ; pl. XXIII, fig. 1-2

Ovoidinium diversum DAVEY, 1979b.....pp. 201, 202 ; fig. S.31 ; pl. IX, fig. 17-18

Ovoidinium sp. A ..... pp. 201-203 ; fig. S.32 ; pl. IX, fig. 16

Pareodinia ceratophora DEFLANDRE, 1947c *emend.* GOCHT, 1970b subsp.
ceratophora..... pp. 203-204 ; pl. IX, fig. 14-15 ; pl. XI, fig. 10

Pervosphaeridium pseudhystrichodinium (DEFLANDRE, 1937b) YUN, 1981.....
.....pp. 149-150 ; pl. XXI, fig. 4 ; pl. XXVI, fig. 3

Phoberocysta "australis" sp. nov.....p. 44 ; pl. III, fig. 2

Phoberocysta "crucis" sp. nov.....p. 44 ; pl. III, fig. 9

Phoberocysta "extensiva" subsp. *"bicornuta"* nov.....p. 46 ; pl. IV, fig. 3

Phoberocysta "extensiva" sp. nov. subsp. *"extensiva"* .....
.....pp. 45-46 ; fig. S.05 ; pl. III, fig. 7-8

Phoberocysta neocomica (GOCHT, 1957) MILLIOUD, 1969 *emend.* HELBY, 1987
subsp. *convexa* (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 .....
.....pp. 41-42 ; pl. II, fig. 12 ; pl. VIII, fig. 4-5

Phoberocysta neocomica (GOCHT, 1957) MILLIOUD, 1969 *emend.* HELBY, 1987
subsp. ***cruciformis*** (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ..... pp. 42-43 ; pl. II, fig. 13-14 ; pl. VIII, fig. 7-9

Phoberocysta "pariata" sp. nov. ..... p. 47 ; pl. IV, fig. 7

Phoberocysta "simplex" sp. nov. ..... p. 47 ; pl. V, fig. 2-3

Phoberocysta "cf. ***simplex***" ..... pp. 47-48 ; fig. S.06 ; pl. V, fig. 6

Phoberocysta "staurota" sp. nov. ..... p. 48 ; pl. V, fig. 9

Phoberocysta tabulata RAYNAUD, 1978 ..... pp. 43-44 ; pl. VIII, fig. 6

Phoberocysta "cf. ***staurota***" ..... pp. 48-49 ; fig. S.07 ; pl. VI, fig. 3

Phoberocysta "tomaszowensis" sp. nov. ..... p. 49 ; pl. VI, fig. 7

Phoberocysta "sp **A**" ..... p. 49 ; pl. VI, fig. 10 ; pl. VII, fig. 8

Protoellipsodinium touile BELOW, 1981a subsp. ***mugatae*** BELOW, 1981a ..... pp. 150-151 ; pl. XXII, fig. 6-7

Pseudoceratium gochtii NEALE & SARJEANT, 1962 ..... pp. 50-51 ; pl. VIII, fig. 12

Pseudoceratium pelliferum GOCHT, 1957 *emend.* DÖRHÖFER & DAVIES, 1980
subsp. ***pelliferum*** ..... pp. 51-52 ; pl. II, fig. 10 ; pl. IX, fig. 2-3

Pseudoceratium pelliferum subsp. ***solocispinum*** (DAVEY, 1974) LENTIN &
WILLIAMS, 1975 ..... p. 52 ; pl. VIII, fig. 10-11 ; pl. IX, fig. 1

Pterodinium cingulatum (O. WETZEL, 1933b) BELOW, 1981a subsp. ***cingulatum*** ..... pp. 151-153 ; fig. S.22 ; pl. XXII, fig. 13 ; pl. XXIII, fig. 3

Pterodinium ? ***cornutum*** COOKSON & EISENACK, 1962b ..... p. 153

Pterodinium ? cf. ***cornutum*** COOKSON & EISENACK, 1962b ..... pp. 153-154 ; pl. XXII, fig. 8-9, 12

Pterodinium sp. **A** ..... pp. 154-155 ; fig. S.23 ; pl. XXII, fig. 10-11

Rhombodella paucispina (ALBERTI, 1961) DUXBURY, 1980 ..... pp. 220-221 ; pl. XXVII, fig. 5-6

Rhombodella vesca DUXBURY, 1980 ..... p. 221 ; pl. XXVII, fig. 4

Rhynchodiniopsis aptiana DEFLANDRE, 1935 *emend.* SARJEANT, 1982b ..... pp. 155-156 ; pl. XXIII, fig. 10 ; pl. XXIV, fig. 1-2

Rhynchodiniopsis fimbriata (DUXBURY, 1980) SARJEANT, 1982b ..... p. 156

Rhynchodiniopsis cf. ***fimbriata*** (DUXBURY, 1980) SARJEANT, 1982b ..... pp. 156-157 ; pl. XXIII, fig. 11 ; pl. XXIV, fig. 3-4

Sentusidinium sp. **A** ..... pp. 157-158 ; pl. XXIV, fig. 5 ; pl. XXVI, fig. 2

Spiniferites cornutus (GERLACH, 1961), SARJEANT, 1970 subsp. ***laevimurus***
(DAVEY & WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ..... pp. 159-160 ; pl. XXIV, fig. 7-8

Spiniferites dentatus (GOCHT, 1959) LENTIN & WILLIAMS, 1973 *emend.*
DUXBURY, 1977 ..... pp. 160-161 ; pl. XXIV, fig. 6 ; pl. XXVI, fig. 4-5

Spiniferites lenzii BELOW, 1982c.....pp. 161-162 ; fig. S.25 ; pl. XXV, fig. 1-4

Spiniferites ? *magnoserratus* (COOKSON & EISENACK, 1962b) STOVER & EVITT, 1978.....
.....pp. 162-163 ; pl. XXIV, fig. 9-10 ; pl. XXVI, fig. 6

Spiniferites multibrevis (DAVEY & WILLIAMS, 1966a), BELOW, 1982c subsp.
chebca BELOW, 1982c.....pp. 163-164 ; pl. XXIV, fig. 19

Spiniferites multibrevis (DAVEY & WILLIAMS, 1966a), BELOW, 1982c subsp.
multibrevis.....pp. 164-165 ; pl. XXIV, fig. 11-12

Spiniferites multibrevis (DAVEY & WILLIAMS, 1966a), BELOW, 1982c subsp.
seghiris BELOW, 1982c.....pp. 165-166 ; pl. XXIV, fig. 16 ; pl. XXVI, fig. 9

Spiniferites ramosus (EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966 subsp.
brevifurcatus (COOKSON & EISENACK, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1977b.....
.....p. 166 ; pl. XXIV, fig. 17-18

Spiniferites ramosus (EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966 subsp.
ramosus.....pp. 167-169 ; fig. S.26 ; pl. XXIV, fig. 15 ; pl. XXVI, fig. 8

Spiniferites ramosus (EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966 subsp.
reticulatus (DAVEY & WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973.....
.....pp. 169-170 ; pl. XXIV, fig. 13-14

Subtilisphaera perlucida (ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973.....
..... pp. 205-207 ; fig. S.33 ; pl. X, fig. 10-11

Subtilisphaera scabrata JAIN & MILLEPIED, 1973.....
.....pp. 207-208 ; fig. S.34 ; pl. X, fig. 13-15 ; pl. XI, fig. 7

Subtilisphaera terrula (DAVEY, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1976.....
..... pp. 208-209 ; fig. S.35 ; pl. X, fig. 12

Subtilisphaera ventriosa (ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973.....p. 209

Subtilisphaera cf. *ventriosa* (ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973.....
.....pp. 210-211 ; fig. S.36 ; pl. X, fig. 9

Systematophora cretacea DAVEY, 1979b.....pp. 176-177 ; pl. XXV, fig. 5

Systematophora scoriacea (RAYNAUD, 1978) POURTOY, 1989.....
.....pp. 177-178 ; pl. XXV, fig. 6-8

Systematophora silyba DAVEY, 1979a.....p. 179 ; pl. XXV, fig. 10-11 ; pl. XXVI, fig. 7

Systematophora sp. A.....pp. 180-181 ; pl. XXV, fig. 13

Taleisphaera hydra DUXBURY, 1979a *emend.* HARDING, 1986a.....
.....pp. 181-183 ; fig. S.27 ; pl. XXV, fig. 9

Tanyosphaeridium boletus DAVEY, 1974.....p. 183 ; pl. XXV, fig. 14 ; pl. XXVI, fig. 10

Tanyosphaeridium magneticum DAVIES, 1983..p. 184 ; pl. XXV, fig. 18 ; pl. XXVI, fig. 11

Tanyosphaeridium regulare DAVEY & WILLIAMS, 1966b..pp. 184-185 ; pl. XXV, fig. 16-17

Tanyosphaeridium variecalamus DAVEY & WILLIAMS, 1966b.....
.....pp. 185-186 ; pl. XXV, fig. 15 ; pl. XXVI, fig. 12

Trichodinium spinosum CH. SINGH, 1971.....pp. 186-187 ; pl. XXV, fig. 12

Wallodinium cylindricum (HABIB, 1970) DUXBURY, 1983 *emend.* FEIST-BURKHARDT & MONTEIL (à paraître) ..... pp. 211-212 ; pl. X, fig. 16

Wallodinium krutzschii (ALBERTI, 1961) HABIB, 1972 .....
..... pp. 212-213 ; pl. X, fig. 19-20 ; pl. XI, fig. 11

Wallodinium ? ***luna*** (COOKSON & EISENACK, 1960a) LENTIN & WILLIAMS, 1973 .....
..... p. 213 ; pl. X, fig. 17-18

ANNEXE IV

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Remarque

Sauf indication contraire, tous les spécimens photographiés au microscope optique sont illustrés avec le même agrandissement (environ x 425).

Les spécimens photographiés au microscope électronique à balayage (M.E.B.) ont quant à eux des échelles distinctes, tojours indiquées sur ce type d'illustration.

Les photographies en contraste de phase et en lumière naturelle ont été prises à partir d'un microscope optique de la marque ZEISS, celles en contraste interférentiel, à partir d'un microscope de la marque LEITZ.

PLANCHE I

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Aptea securigera* DAVEY & VERDIER, 1974 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H33 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Canningia colliveri* COOKSON & EISENACK, 1960b ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H5 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Canningia colliveri* COOKSON & EISENACK, 1960b ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H5 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Cyclonephelium densebarbatum* COOKSON & EISENACK, 1960b ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Cyclonephelium brevispinatum* (MILLIOUD, 1969) BELOW, 1981a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H32 ; Contraste de phase.

Fig. 6 : *Canningia* sp. E ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu44 ; Lumière naturelle.

Fig. 7 : *Cyclonephelium distinctum* subsp. *distinctum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Contraste de phase.

Fig. 8 : *Cyclonephelium hirtellum* (ALBERTI, 1961) DAVEY, 1978 ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau Bu40' ; Contraste de phase.

Fig. 9 : *Cyclonephelium hystrix* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1978 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : *Cyclonephelium hystrix* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1978 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H02 ; Contraste de phase.

Fig. 11 : *Cyclonephelium paucimarginatum* COOKSON & EISENACK, 1962b ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu12 ; Contraste de phase.

Fig. 12 : *Cyclonephelium vannophorum* DAVEY, 1969a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 13 : *Cyclonephelium vannophorum* DAVEY, 1969a ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau H28 ; Contraste de phase.

Fig. 14 : *Cyclonephelium paucispinum* DAVEY, 1969a ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu12 ; Lumière naturelle.

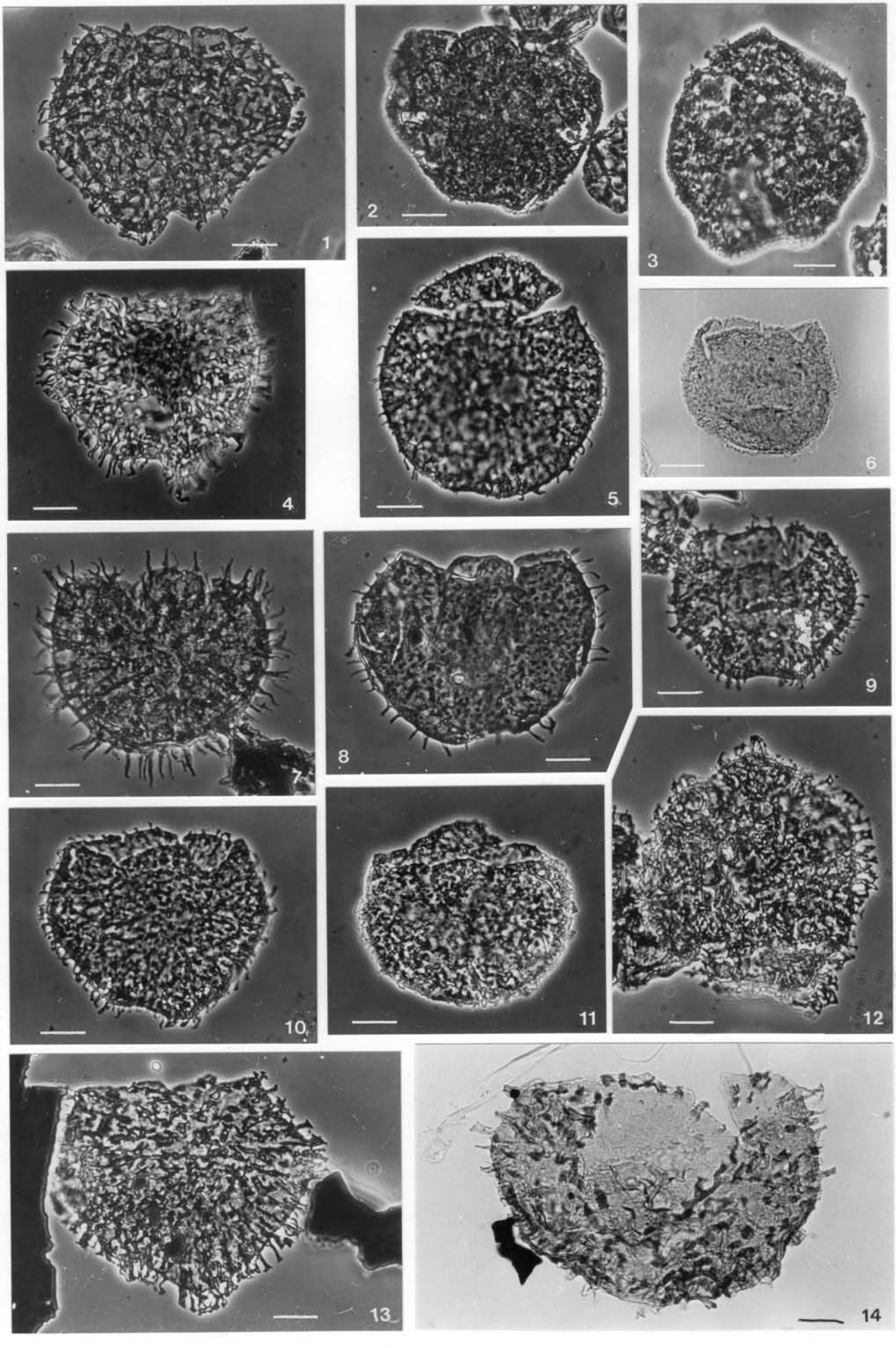

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

PLANCHE II

Fig. 1 : *Aptea securigera* DAVEY & VERDIER, 1974 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 2 : *Cyclonephelium densebarbatum* COOKSON & EISENACK, 1960b ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H14' ; M.E.B.

Fig. 3 : *Cyclonephelium brevispinatum* (MILLIOUD, 1969) BELOW, 1981a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 4 : *Cyclonephelium distinctum* subsp. *distinctum* DEFLANDRE & COOKSON, 1955 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 5 : *Cyclonephelium hystrix* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1978 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 6 : *Cyclonephelium hystrix* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1978 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H02 ; M.E.B.

Fig. 7 : *Cyclonephelium hystrix* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1978 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 8 : *Cyclonephelium hystrix* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1978 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H02 ; M.E.B.

Fig. 9 : *Cyclonephelium vannophorum* DAVEY, 1969a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 10 : *Pseudoceratium pelliferum* subsp. *pelliferum* GOCHT, 1957 *emend.* DÖRHÖFER & DAVIES, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 11 : *Odontochitina operculata* (O. WETZEL, 1933a) DEFLANDRE & COOKSON, 1955 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; M.E.B.

Fig. 12 : *Phoberocysta neocomica* subsp. *convexa* (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; M.E.B.

Fig. 13 : *Phoberocysta neocomica* subsp. *cruciformis* (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 14 : *Phoberocysta neocomica* subsp. *cruciformis* (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

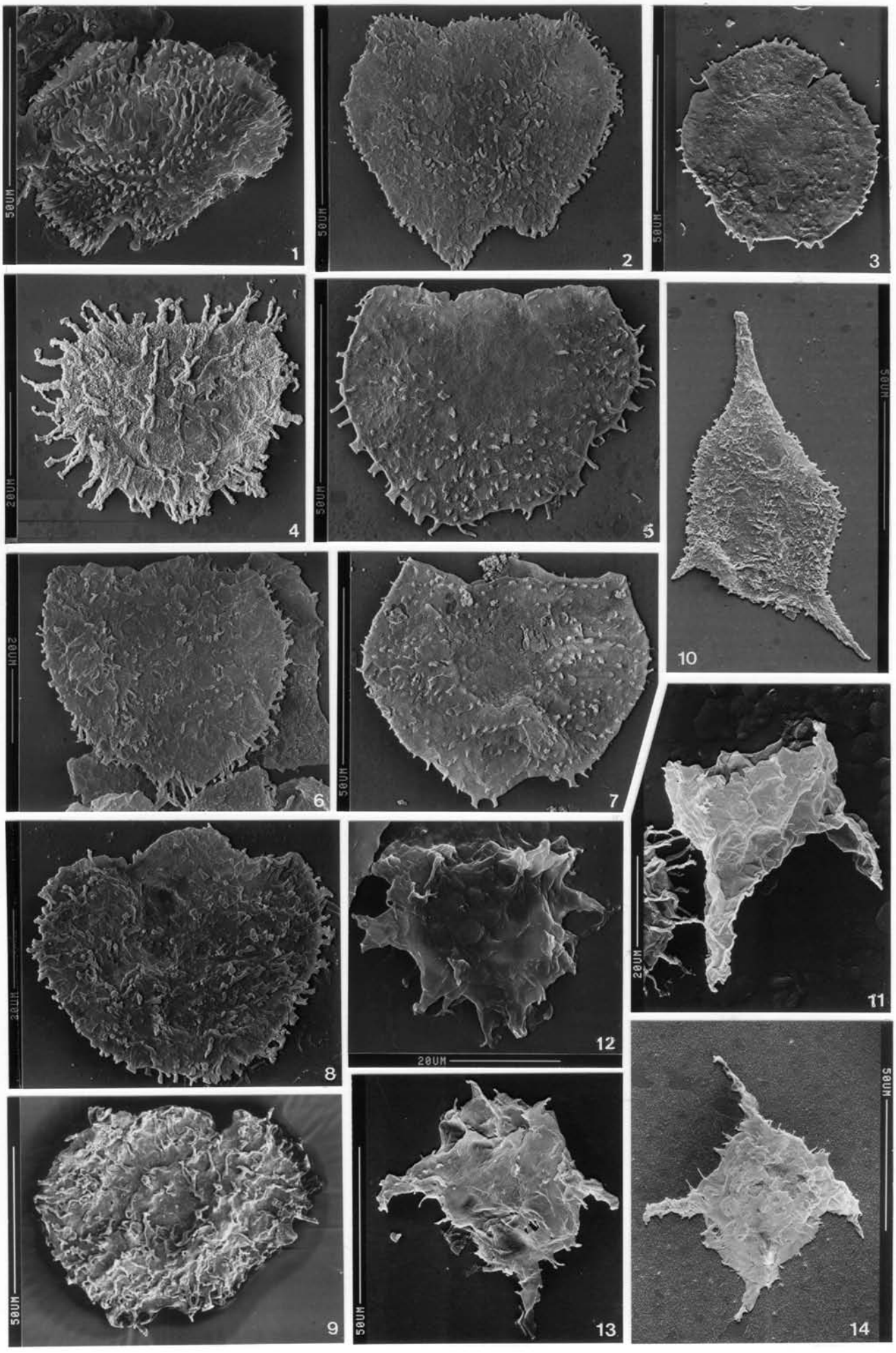

50UM
1
50UM
2
50UM
3
20UM
4
50UM
5
50UM
10
20UM
6
50UM
7
20UM
11
20UM
8
20UM
12
50UM
9
50UM
13
50UM
14

PLANCHE III

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Muderongia australis* HELBY, 1987 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H39 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Phoberocysta "australis"* sp. nov. ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H49 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Muderongia crucis* NEALE & SARJEANT, 1962 ; opercule seul ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H12 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Muderongia crucis* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H12 ; Contraste de phase.

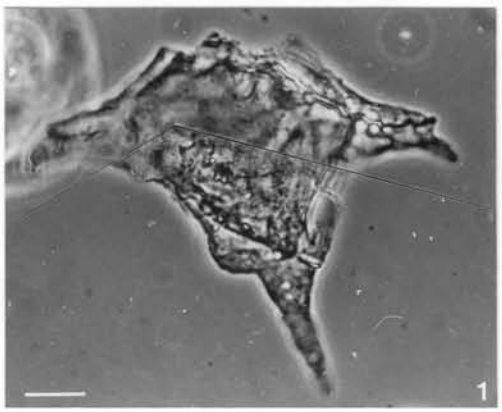
Fig. 5 : *Muderongia crucis* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H28 ; Contraste de phase.

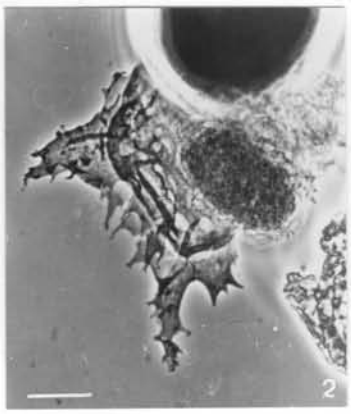
Fig. 6 : *Muderongia extensiva* subsp. *extensiva* DUXBURY, 1977 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Phoberocysta "extensiva"* sp. nov. subsp. *"extensiva"* (paratype) ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau Bu38 ; Contraste de phase.

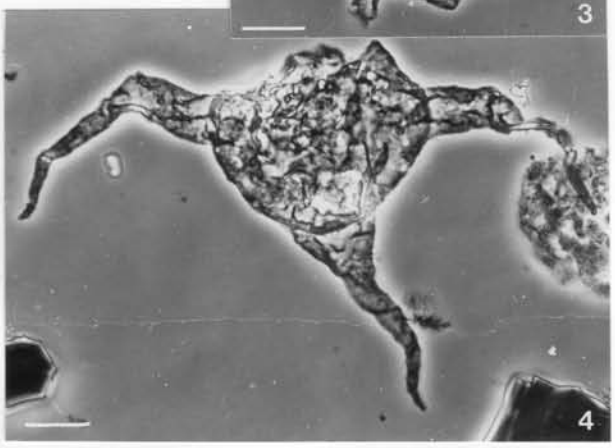
Fig. 8 : *Phoberocysta "extensiva"* sp. nov. subsp. *"extensiva"* (holotype) ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H13 ; Contraste interférentiel.

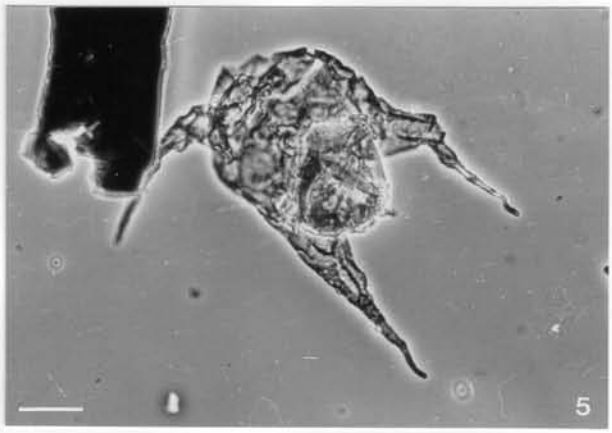
Fig. 9 : *Phoberocysta "crucis"* sp. nov. (holotype) ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H28 ; Contraste de phase.

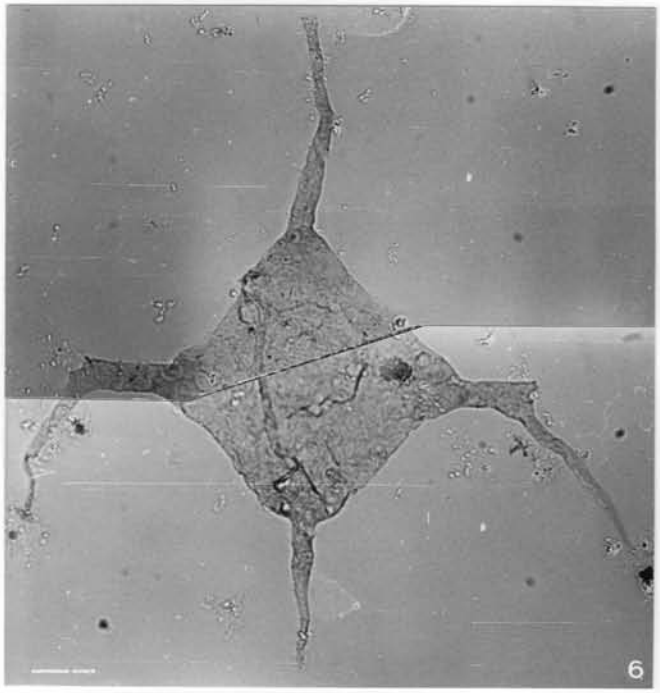

1

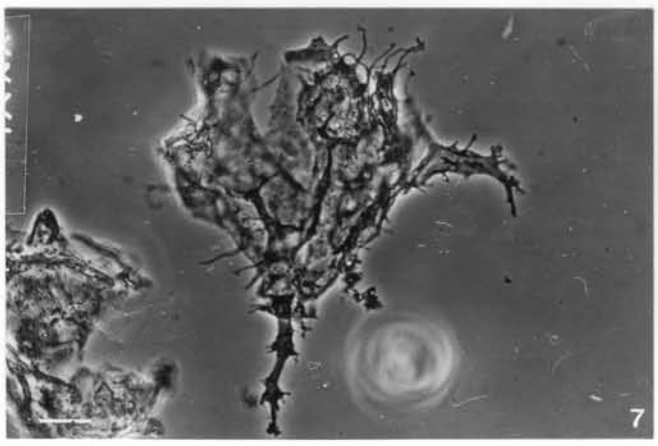

2

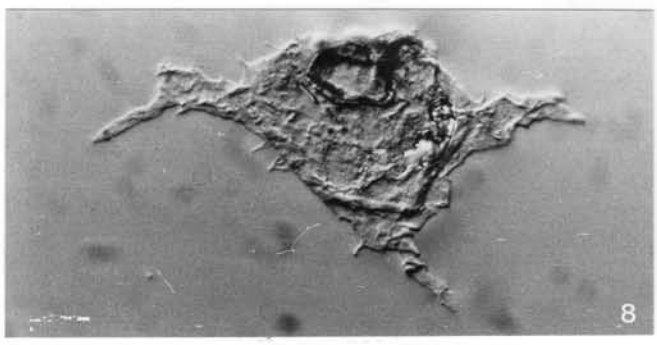

3


4


5


6


7


8

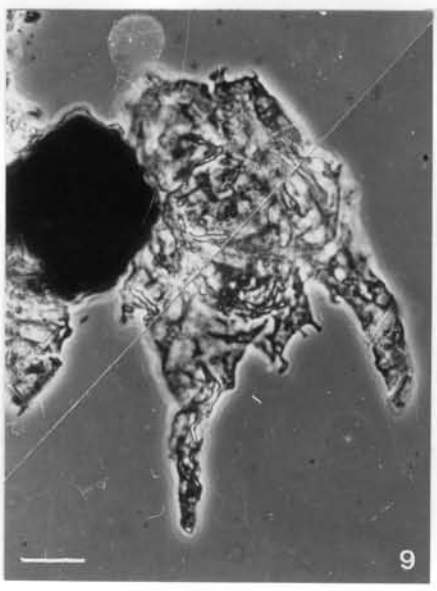

9

PLANCHE IV

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Muderongia extensiva* forma A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Muderongia extensiva* DUXBURY, 1977 subsp. *bicornuta* nov. (holotype) ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Contraste interférentiel.

Fig. 3 : *Phoberocysta* "extensiva" sp. nov. subsp. "*bicornuta*" nov. (holotype) ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

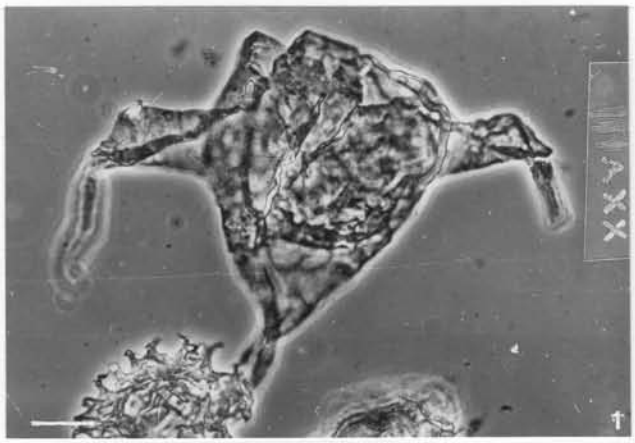
Fig. 4 : *Muderongia imparilis* DUXBURY, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H36 ; Contraste de phase.

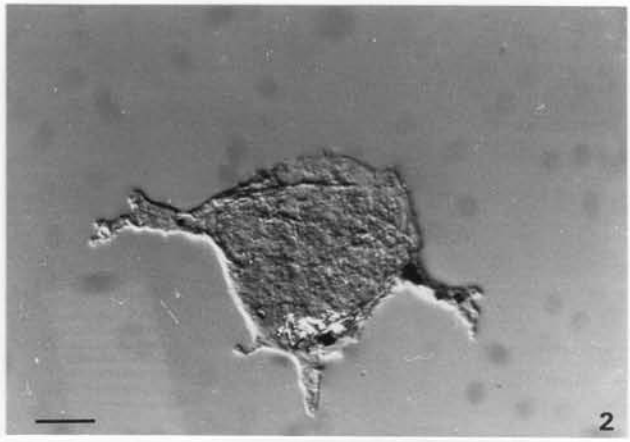
Fig. 5 : *Muderongia imparilis* DUXBURY, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

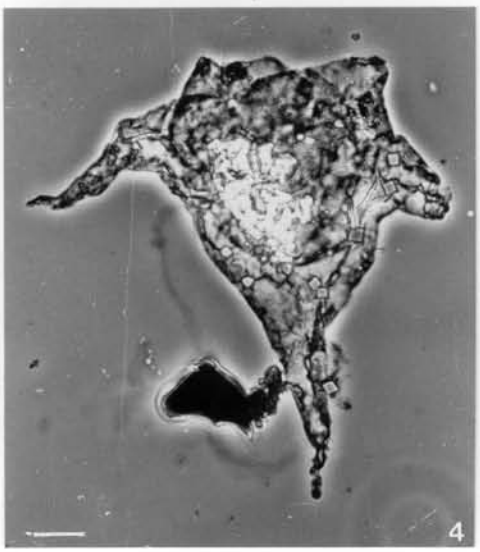
Fig. 6 : *Muderongia pariata* DUXBURY, 1983 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau Bu26 ; a) Lumière naturelle, b) Contraste de phase.

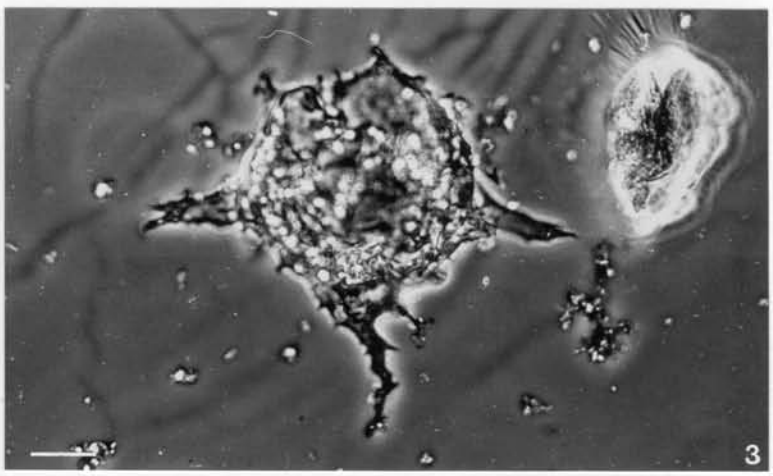
Fig. 7 : *Phoberocysta* "*pariata*" sp. nov. (holotype) ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H55 ; Contraste de phase.

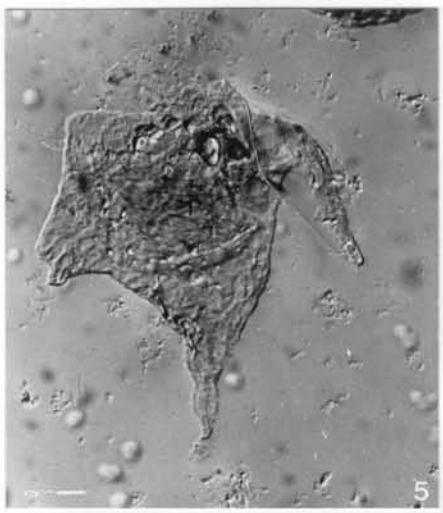
Fig. 8 : *Muderongia pariata* DUXBURY, 1983 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste interférentiel.

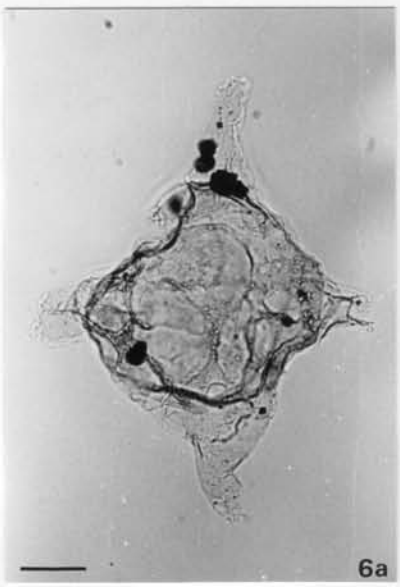

1

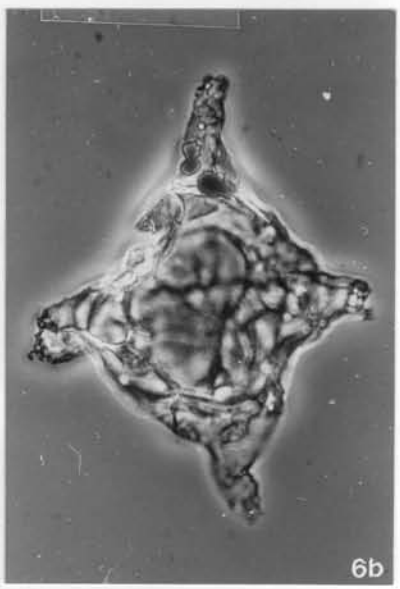

2

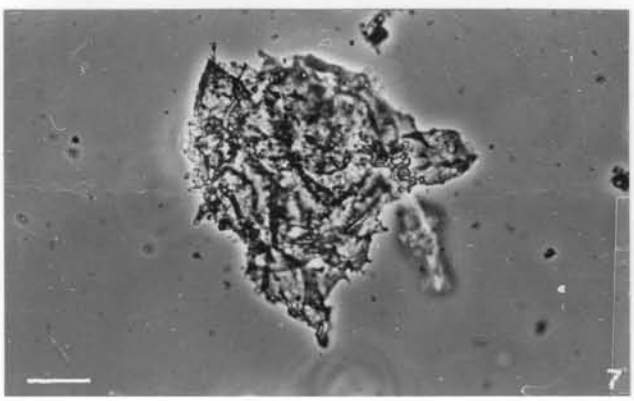

4


3


5


6a


6b


7

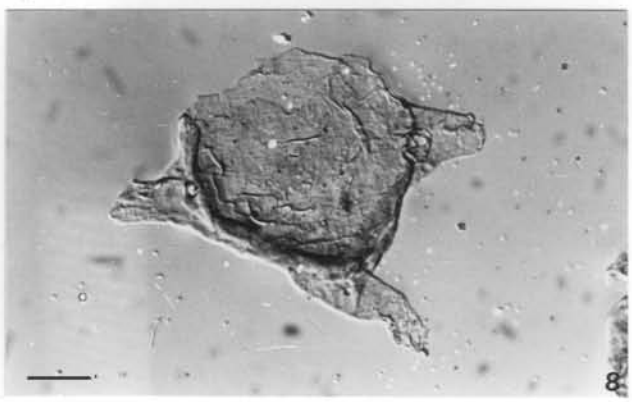

8

PLANCHE V

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Muderongia simplex* subsp. *simplex* ALBERTI, 1961 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H47 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Phoberocysta "simplex"* sp. nov. (holotype) ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H48 ; Lumière naturelle.

Fig. 3 : *Phoberocysta "simplex"* sp. nov. (paratype) ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau Bu16' ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Muderongia* cf. *simplex* ALBERTI, 1961 ; Hauterivien supérieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Contraste de phase.

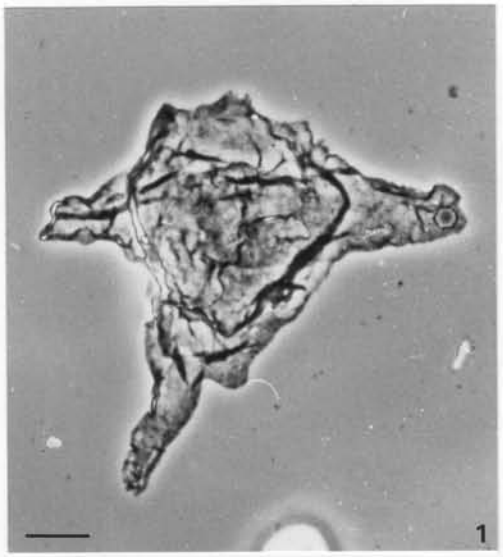
Fig. 5 : *Muderongia* cf. *simplex* ALBERTI, 1961 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Contraste interférentiel.

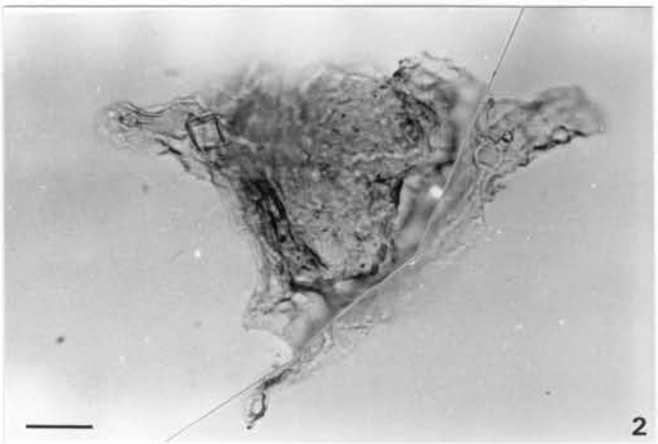
Fig. 6 : *Phoberocysta* "cf. *simplex*" ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H33 ; Contraste de phase.

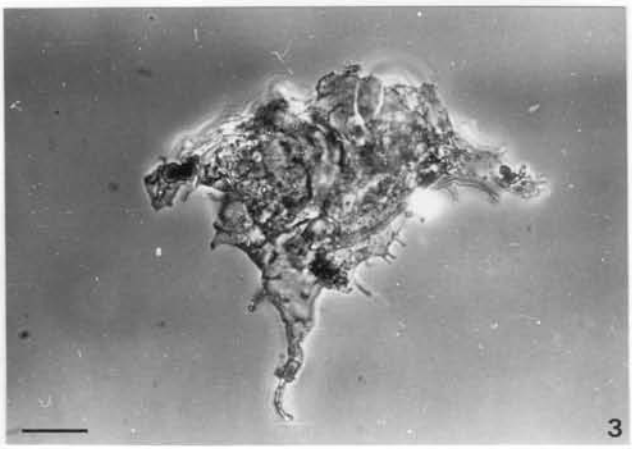
Fig. 7 : *Muderongia staurota* SARJEANT, 1966c ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

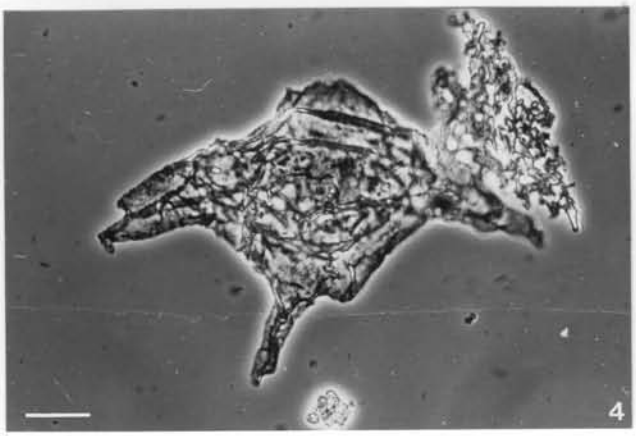
Fig. 8 : *Muderongia staurota* SARJEANT, 1966c ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

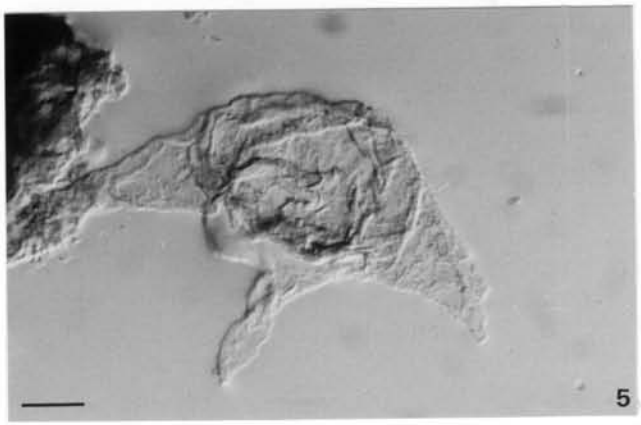
Fig. 9 : *Phoberocysta "staurota"* sp. nov. (holotype) ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Contraste de phase.

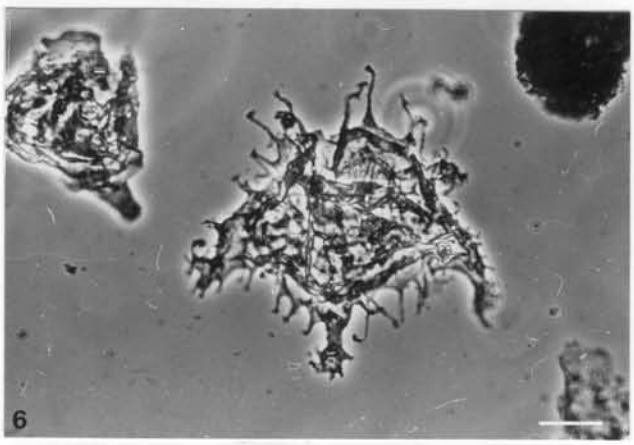

1

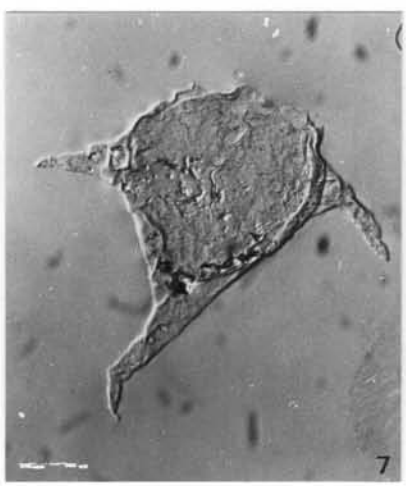

2

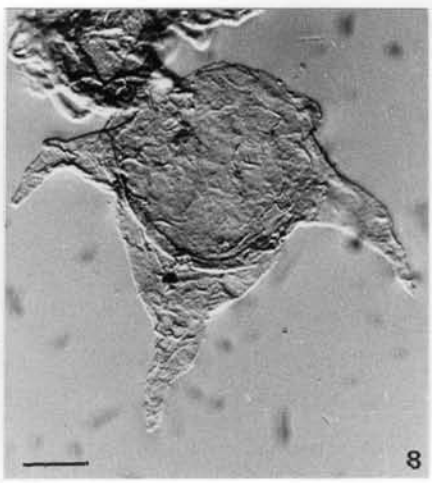

3


4


5


6


7


8

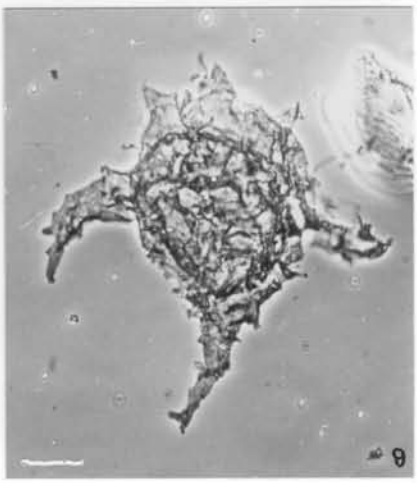

9

PLANCHE VI

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Muderongia staurota* SARJEANT, 1966c ; présence de perforations ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H47 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Muderongia* cf. *staurota* SARJEANT, 1966c ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 3 : *Phoberocysta* "cf. *staurota*" ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau Bu26 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Muderongia tomaszowensis* ALBERTI, 1961 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H52 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Muderongia tomaszowensis* ALBERTI, 1961 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

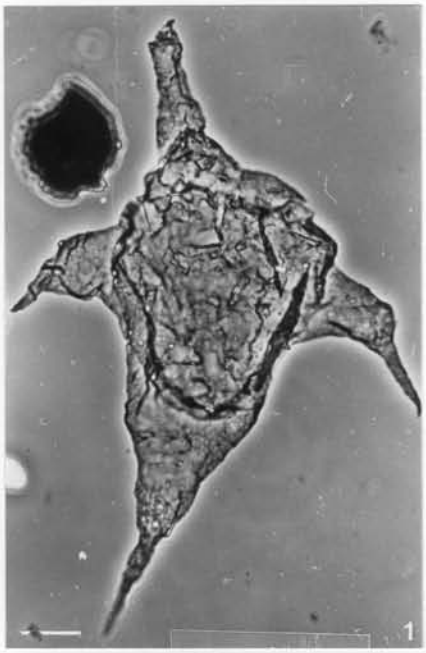
Fig. 6 : *Muderongia tomaszowensis* ALBERTI, 1961 forma A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

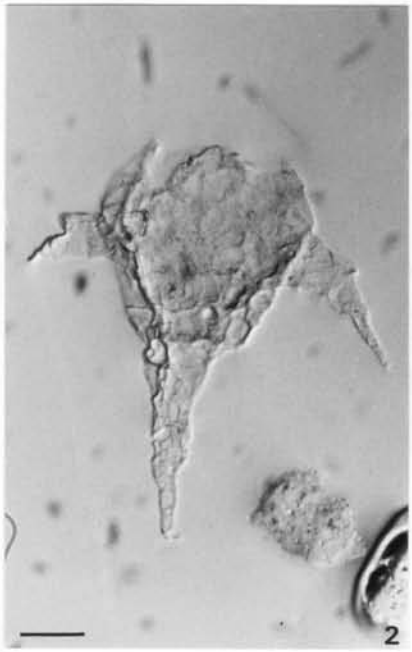
Fig. 7 : *Phoberocysta* "*tomaszowensis*" sp. nov. (holotype) ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H52 ; Contraste de phase.

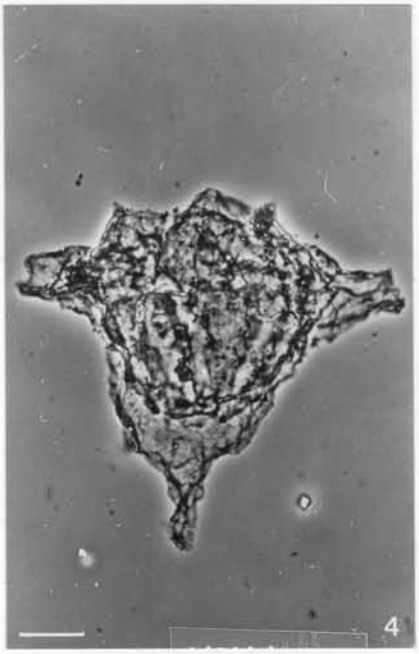
Fig. 8 : *Muderongia* sp. A ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H13 ; Contraste interférentiel.

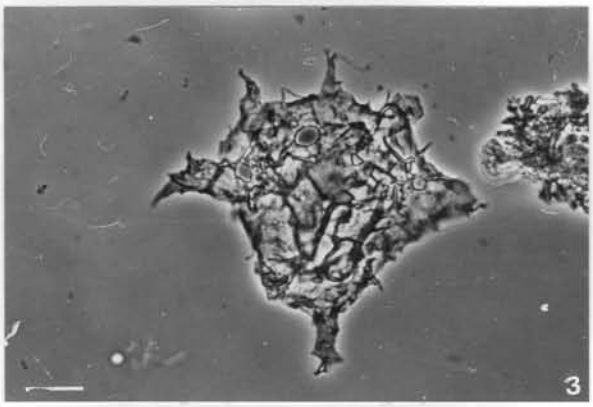
Fig. 9 : *Muderongia* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

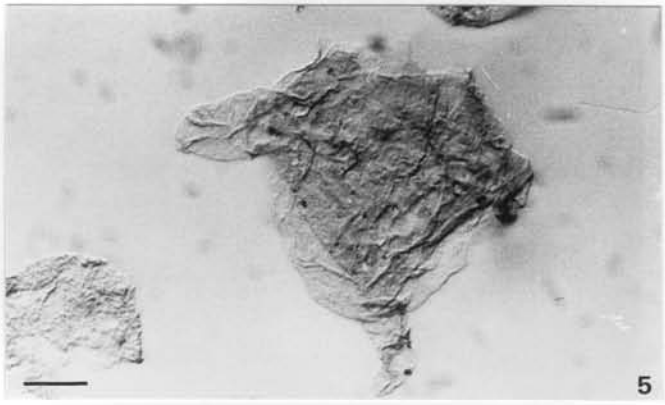
Fig. 10 : *Phoberocysta* "sp A" ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H22 ; Contraste de phase.

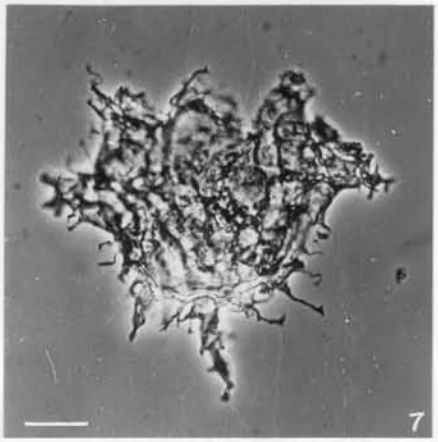

1

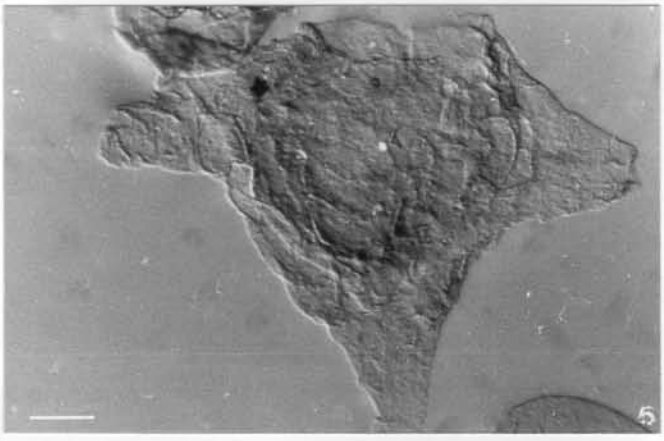

2

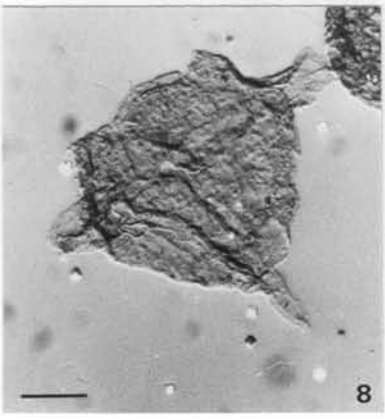

4

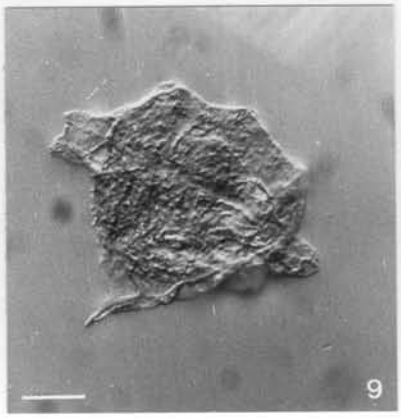

3


5


7


6


8


9

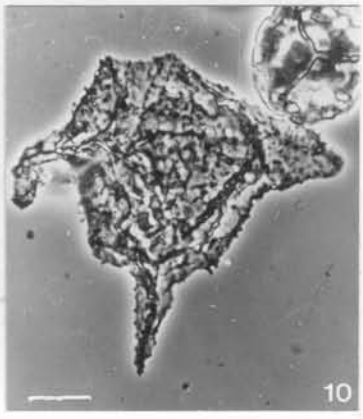

10

PLANCHE VII

Fig. 1 : *Muderongia extensiva* subsp. *extensiva* DUXBURY, 1977 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 2 : *Muderongia extensiva* subsp. *extensiva* DUXBURY, 1977 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 3 : *Muderongia extensiva* DUXBURY, 1977 subsp. *bicornuta* nov. (paratype) ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; M.E.B.

Fig. 4 : *Muderongia* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

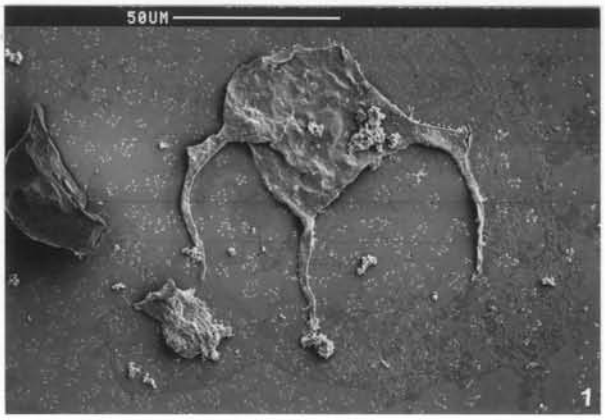
Fig. 5 : *Muderongia crucis* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

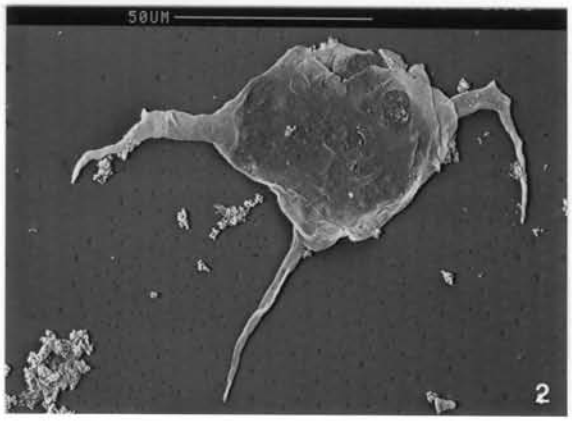
Fig. 6 : *Muderongia staurota* SARJEANT, 1966c ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

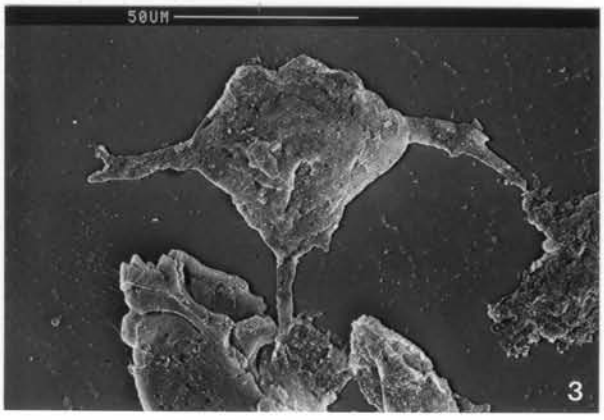
Fig. 7 : *Muderongia pariata* DUXBURY, 1983 ; b) détail de l'extrémité de la corne antapicale ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

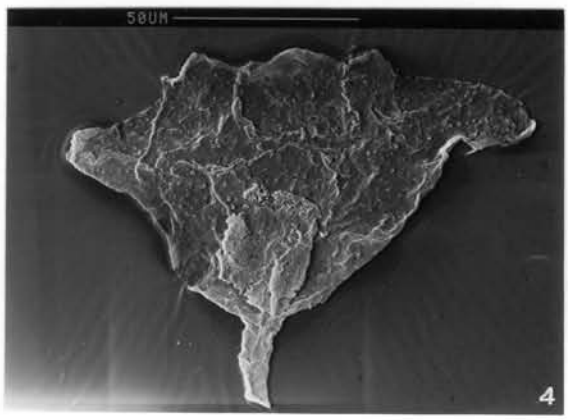
Fig. 8 : *Phoberocysta* "sp A" ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

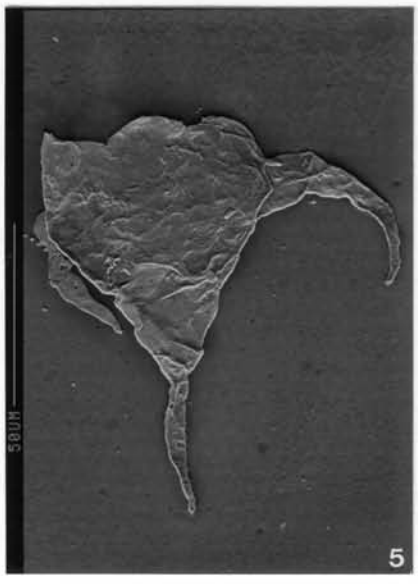
Fig. 9 : Forme intermédiaire entre *Muderongia extensiva* DUXBURY, 1977 et *Muderongia crucis* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; M.E.B.

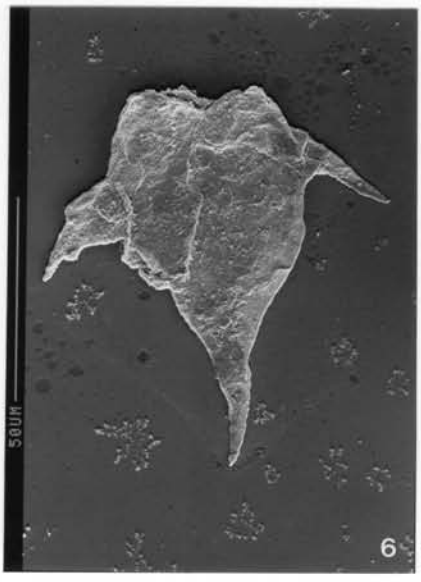

50UM
1

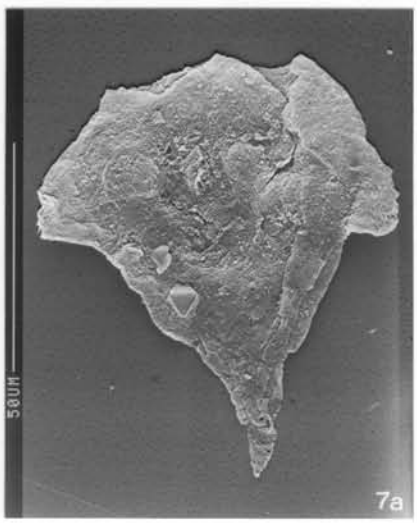

50UM
2


50UM
3

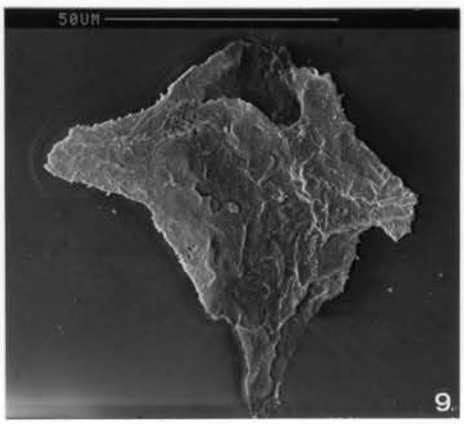

50UM
4


50UM
5


50UM
6


50UM
7a


50UM
8


50UM
9

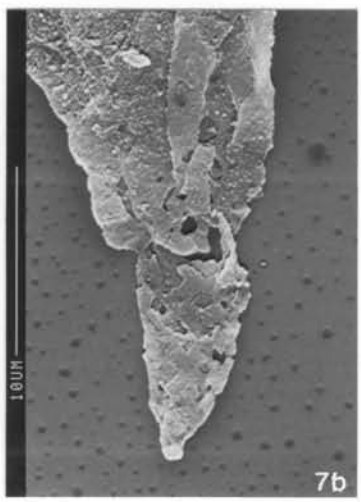

10UM
7b

PLANCHE VIII

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Muderongia* sp. C ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H47 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Muderongia* sp. C ; Barrémien inférieur, zone à *Hugii*, niveau H53 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Odontochitina operculata* (O. WETZEL, 1933a) DEFLANDRE & COOKSON, 1955 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Phoberocysta neocomica* subsp. *convexa* (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Phoberocysta neocomica* subsp. *convexa* (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

Fig. 6 : *Phoberocysta tabulata* RAYNAUD, 1978 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 7 : *Phoberocysta neocomica* subsp. *cruciformis* (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Contraste de phase.

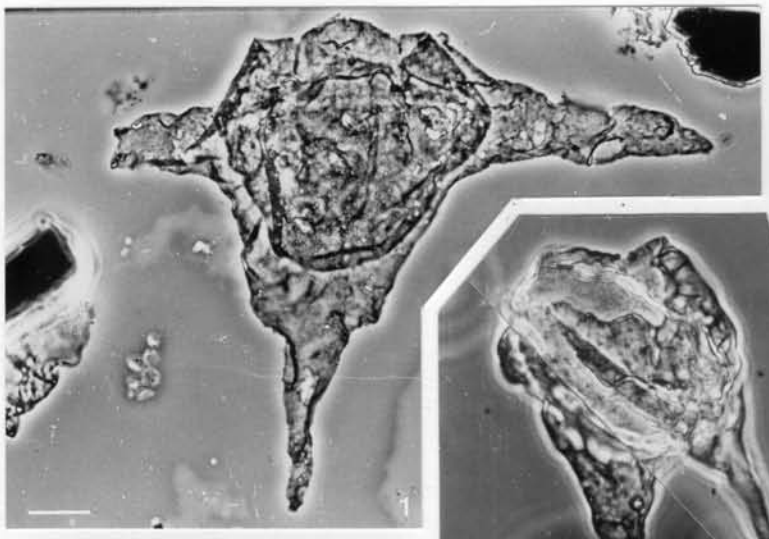
Fig. 8 : *Phoberocysta neocomica* subsp. *cruciformis* (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H27 ; Contraste de phase.

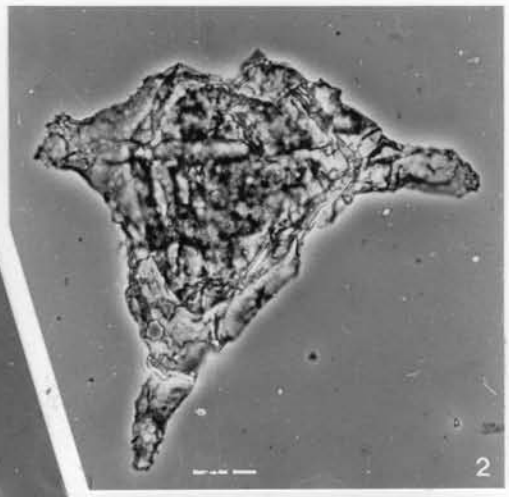
Fig. 9 : *Phoberocysta neocomica* subsp. *cruciformis* (GOCHT, 1957) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Spécimen complet ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H52 ; Contraste de phase.

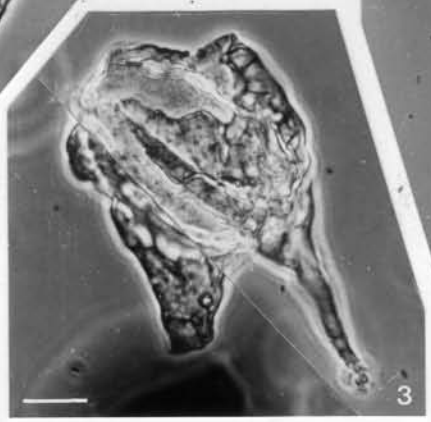
Fig. 10 : *Pseudoceratium pelliferum* subsp. *solocispinum* (DAVEY, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1975 ; Opercule seul ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H58 ; Contraste de phase.

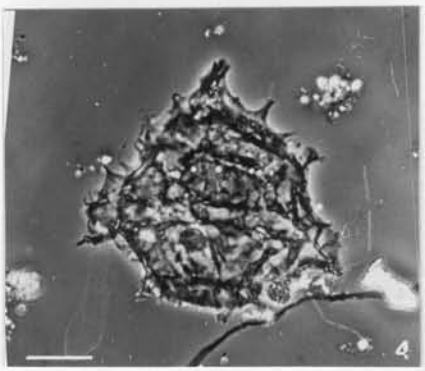
Fig. 11 : *Pseudoceratium pelliferum* subsp. *solocispinum* (DAVEY, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1975 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H58 ; Contraste de phase.

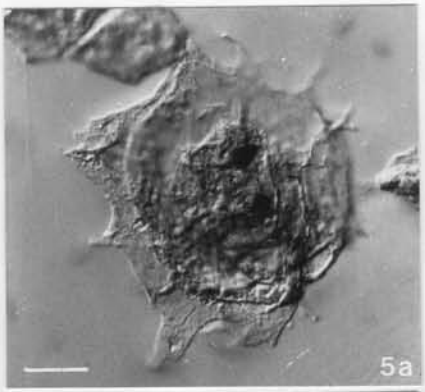
Fig. 12 : *Pseudoceratium gochtii* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau Bu39 ; Contraste de phase.

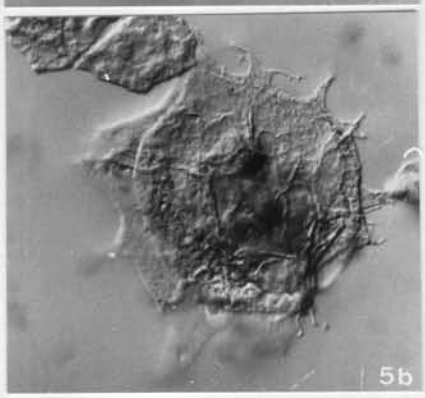

1

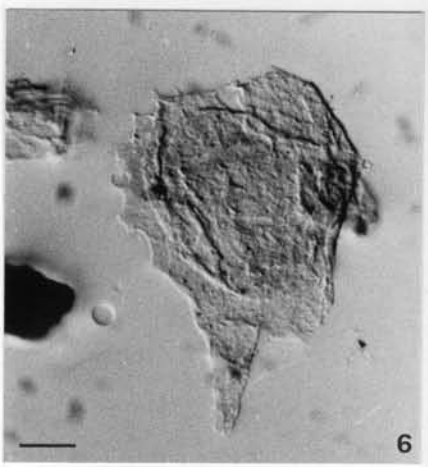

2

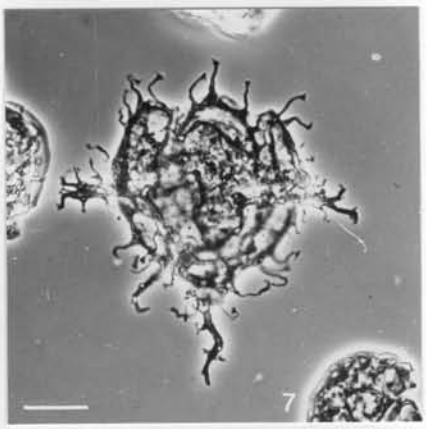

3

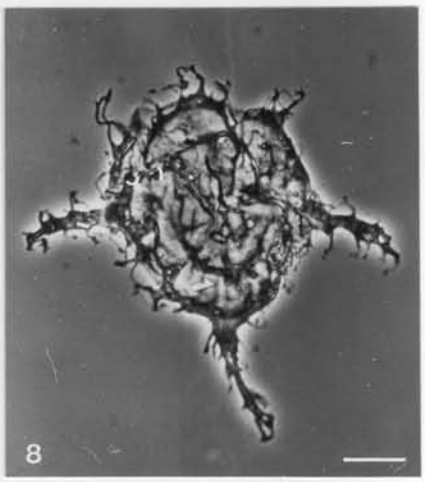

4

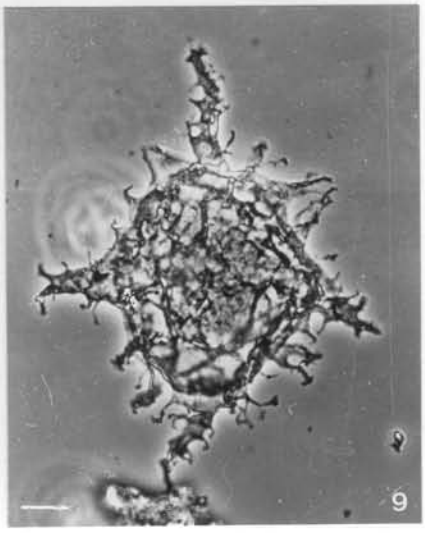

5a

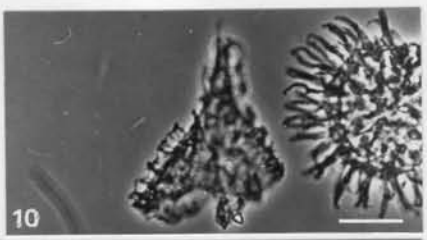

5b

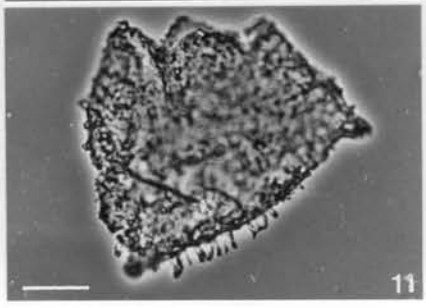

6


7


8


9


10


11

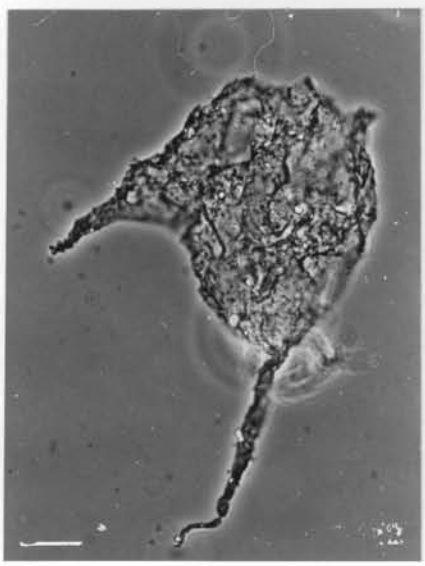

12

PLANCHE IX

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Pseudoceratium pelliferum* subsp. *solocispinum* (DAVEY, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1975 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

Fig. 2 : *Pseudoceratium pelliferum* subsp. *pelliferum* GOCHT, 1957 *emend.* DÖRHÖFER & DAVIES, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H33 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Pseudoceratium pelliferum* subsp. *pelliferum* GOCHT, 1957 *emend.* DÖRHÖFER & DAVIES, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

Fig. 4 : *Aprobolocysta eilema* DUXBURY, 1977 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H33 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Aprobolocysta neistosa* DUXBURY, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H39 ; Contraste de phase.

Fig. 6 : *Aprobolocysta trycheria* POURTOY, 1988 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H32 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Batioladinium varigranosum* (DUXBURY, 1977) DAVEY, 1982b ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H01 ; Contraste de phase.

Fig. 8 : *Batioladinium* ? *pelliferum* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H33 ; Contraste de phase.

Fig. 9 : *Batioladinium longicornutum* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H24 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : *Batioladinium longicornutum* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 11 : *Batioladinium* ? *gochtii* (ALBERTI, 1961) LENTIN & WILLIAMS, 1977b ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H05 ; Contraste de phase.

Fig. 12 : *Batioladinium* ? *exiguum* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau H21 ; Contraste de phase.

Fig. 13 : *Batioladinium jaegeri* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H52 ; Contraste de phase.

Fig. 14 : *Pareodinia ceratophora* subsp. *ceratophora* DEFLANDRE, 1947c *emend.* GOCHT, 1970b ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau Bu29 ; Contraste de phase.

Fig. 15 : *Pareodinia ceratophora* subsp. *ceratophora* DEFLANDRE, 1947c *emend.* GOCHT, 1970b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

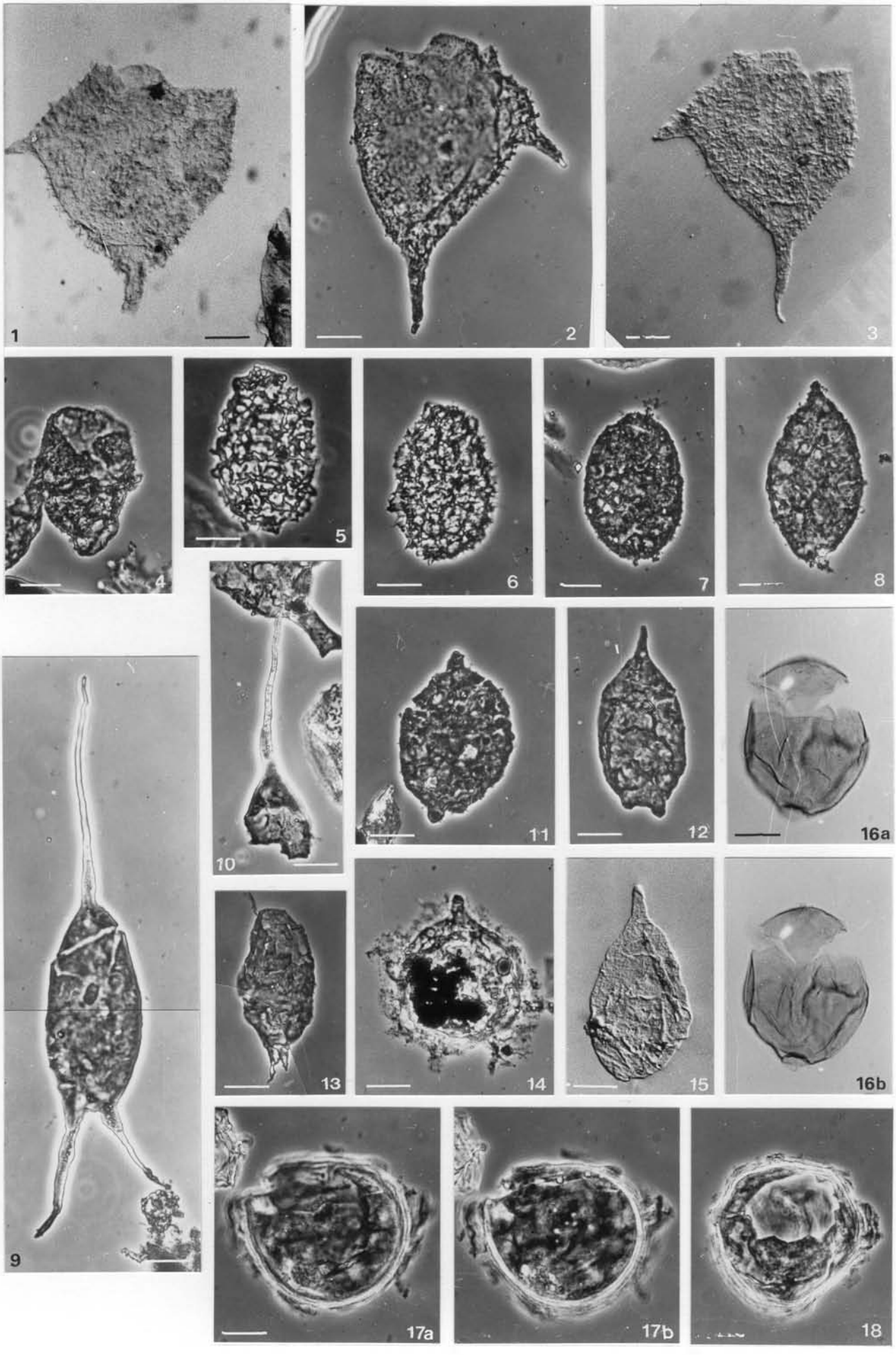

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
16a
13
14
15
16b
17a
17b
18

Fig. 16 : *Ovoidinium* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Lumière naturelle.

Fig. 17 : *Ovoidinium diversum* DAVEY, 1979b ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste de phase.

Fig. 18 : *Ovoidinium diversum* DAVEY, 1979b ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste de phase.

PLANCHE X

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Chlamydophorella nyei* COOKSON & EISENACK, 1958 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H33 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Dingodinium cerviculum* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MEHROTRA & SARJEANT, 1984b subsp. *albertii* (SARJEANT, 1966c) stat. nov. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H39 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Dingodinium cerviculum* COOKSON & EISENACK, 1958 emend. MEHROTRA & SARJEANT, 1984b subsp. *europaeum* (EISENACK, 1958 *emend.* SARJEANT, 1985a) stat. nov. ; Vue polaire ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau H21 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Dingodinium cerviculum* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MEHROTRA & SARJEANT, 1984b subsp. *albertii* (SARJEANT, 1966c) stat. nov. ; Vue polaire ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Dingodinium cerviculum* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MEHROTRA & SARJEANT, 1984b subsp. *albertii* (SARJEANT, 1966c) stat. nov. ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 6 : *Gardodinium albertii* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Gardodinium albertii* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 8 : *Gardodinium ordinale* DAVEY, 1978 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H58 ; Contraste de phase.

Fig. 9 : *Subtilisphaera* cf. *ventriosa* (ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : *Subtilisphaera perlucida* (ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste interférentiel.

Fig. 11 : *Subtilisphaera perlucida* (ALBERTI, 1959b) JAIN & MILLEPIED, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste interférentiel.

Fig. 12 : *Subtilisphaera terrula* (DAVEY, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1976 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste de phase.

Fig. 13 : *Subtilisphaera scabrata* JAIN & MILLEPIED, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 14 : *Subtilisphaera scabrata* JAIN & MILLEPIED, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 15 : *Subtilisphaera scabrata* JAIN & MILLEPIED, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone

à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 16 : *Wallodinium cylindricum* (HABIB, 1970) DUXBURY, 1983 *emend.* FEIST-BURKHARDT & MONTEIL, 1990 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H23 ; Contraste de phase.

Fig. 17 : *Wallodinium* ? *luna* (COOKSON & EISENACK, 1960a) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H47 ; Contraste de phase.

Fig. 18 : *Wallodinium* ? *luna* (COOKSON & EISENACK, 1960a) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H26 ; Contraste de phase.

Fig. 19 : *Wallodinium krutzschii* (ALBERTI, 1961) HABIB, 1972 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H39 ; Contraste de phase.

Fig. 20 : *Wallodinium krutzschii* (ALBERTI, 1961) HABIB, 1972 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste interférentiel.

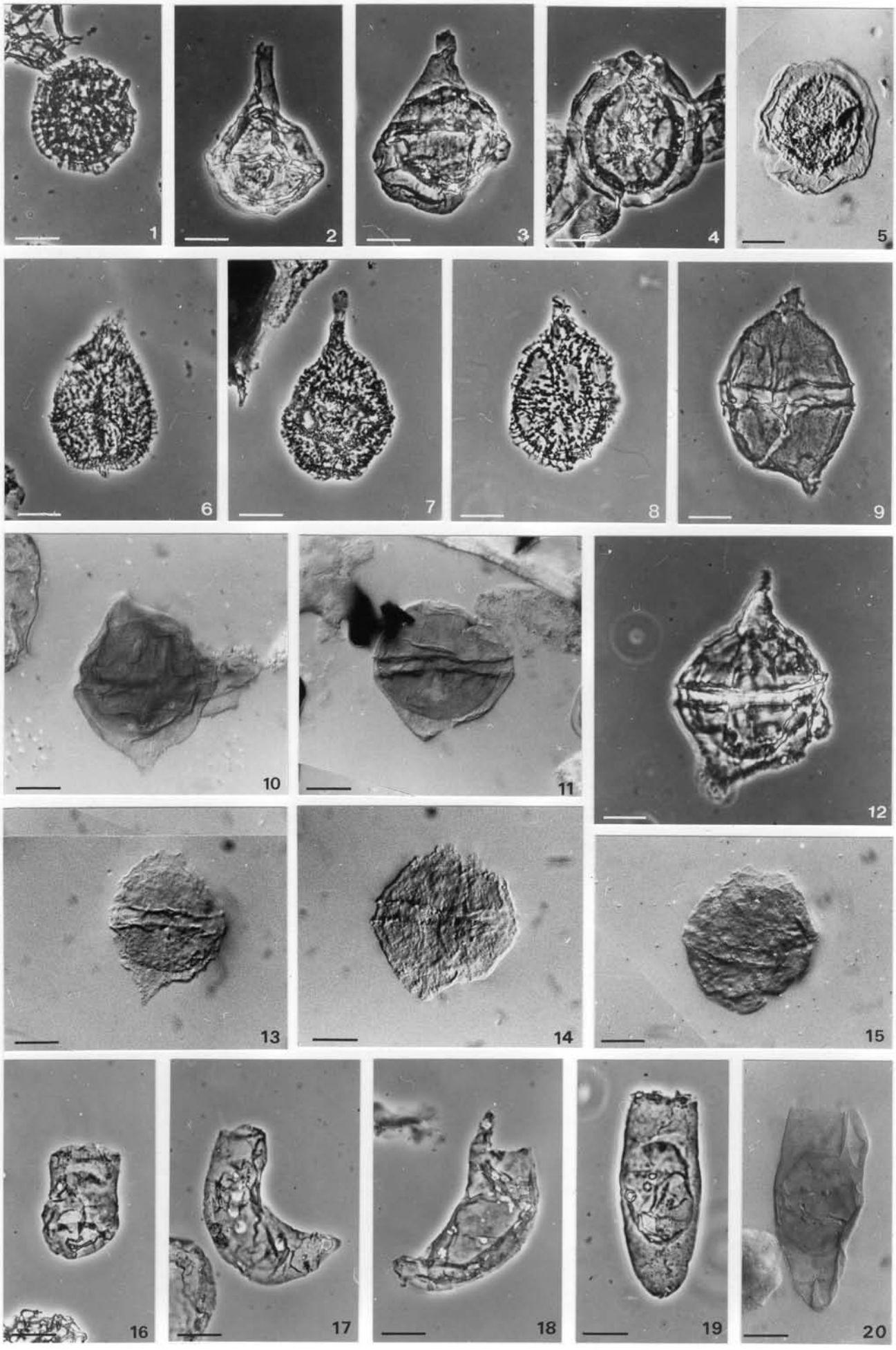

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

PLANCHE XI

Fig. 1 : *Dingodinium cerviculum* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MEHROTRA & SARJEANT, 1984b subsp. *albertii* (SARJEANT, 1966c) stat. nov. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 2 : *Gardodinium albertii* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 3 : *Gardodinium ordinale* DAVEY, 1978 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H11 ; M.E.B.

Fig. 4 : *Dingodinium cerviculum* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MEHROTRA & SARJEANT, 1984b subsp. *albertii* (SARJEANT, 1966c) stat. nov. ; Vue polaire ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 5 : *Dingodinium cerviculum* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MEHROTRA & SARJEANT, 1984b subsp. *albertii* (SARJEANT, 1966c) stat. nov. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 6 : *Dingodinium cerviculum* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MEHROTRA & SARJEANT, 1984b subsp. *albertii* (SARJEANT, 1966c) stat. nov. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 7 : *Subtilisphaera scabrata* JAIN & MILLEPIED, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 8 : *Aprobolocysta trycheria* POURTOY, 1988 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 9 : *Batioladinium ? exiguum* (ALBERTI, 1961) BRIDEAUX, 1975 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H02 ; M.E.B.

Fig. 10 : *Pareodinia ceratophora* subsp. *ceratophora* DEFLANDRE, 1947c *emend.* GOCHT, 1970b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 11 : *Wallodinium krutzschii* (ALBERTI, 1961) HABIB, 1972 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

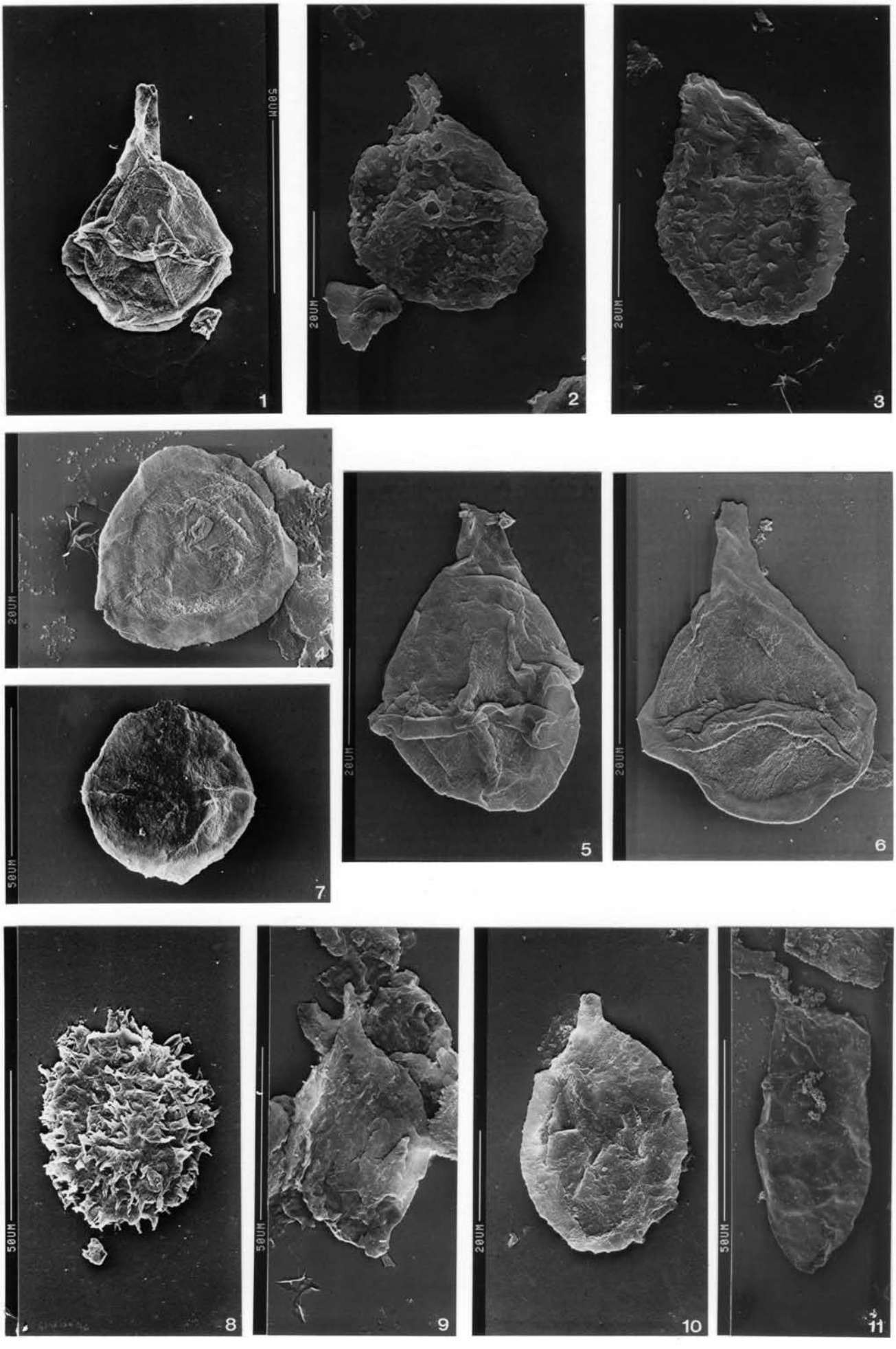

50UM
1
20UM
2
20UM
3
20UM
4
20UM
5
20UM
6
50UM
7
50UM
8
50UM
9
20UM
10
50UM
11

PLANCHE XII

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Achomosphaera* cf. *neptunii* (EISENACK, 1958) DAVEY & WILLIAMS, 1966a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; a) Contraste de phase, b) Lumière naturelle.

Fig. 2 : *Achomosphaera ramulifera* (DEFLANDRE, 1937) EVITT, 1963 subsp. *ramosasimilis* YUN, 1981 ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau Bu31 ; Lumière naturelle.

Fig. 3 : *Achomosphaera* cf. *neptunii* (EISENACK, 1958) DAVEY & WILLIAMS, 1966a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

Fig. 4 : *Adnatosphaeridium caulleryi* (DEFLANDRE, 1938b) WILLIAMS & DOWNIE, 1969 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H34 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Apteodinium* sp. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Contraste de phase.

Fig. 6 : *Atopodinium haromense* THOMAS & COX, 1988 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H52 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Avellodinium lepidum* BACKHOUSE, 1988 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H28 ; Contraste de phase.

Fig. 8 : *Avellodinium* cf. *lepidum* BACKHOUSE, 1988; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Contraste de phase.

Fig. 9 : *Batiacasphaera* sp. A ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu08 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : *Batiacasphaera* sp. A ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu08 ; Lumière naturelle.

Fig. 11 : *Bourkidinium granulatum* MORGAN, 1975 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 12 : *Batiacasphaera* sp. P ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H48 ; Contraste de phase.

Fig. 13 : *Batiacasphaera macrogranulata* MORGAN, 1975 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H15 ; Contraste de phase.

Fig. 14 : *Batiacasphaera* sp. H ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H11 ; a) Contraste de phase, b) Lumière naturelle.

Fig. 15 : *Bourkidinium* cf. *psilatum* CH. SINGH, 1983 var. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Contraste de phase.

Fig. 16 : *Bourkidinium* cf. *psilatum* CH. SINGH, 1983 var. B ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 17 : *Callaiosphaeridium trycherium* DUXBURY, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 18 : *Callaiosphaeridium trycherium* DUXBURY, 1980 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste interférentiel.

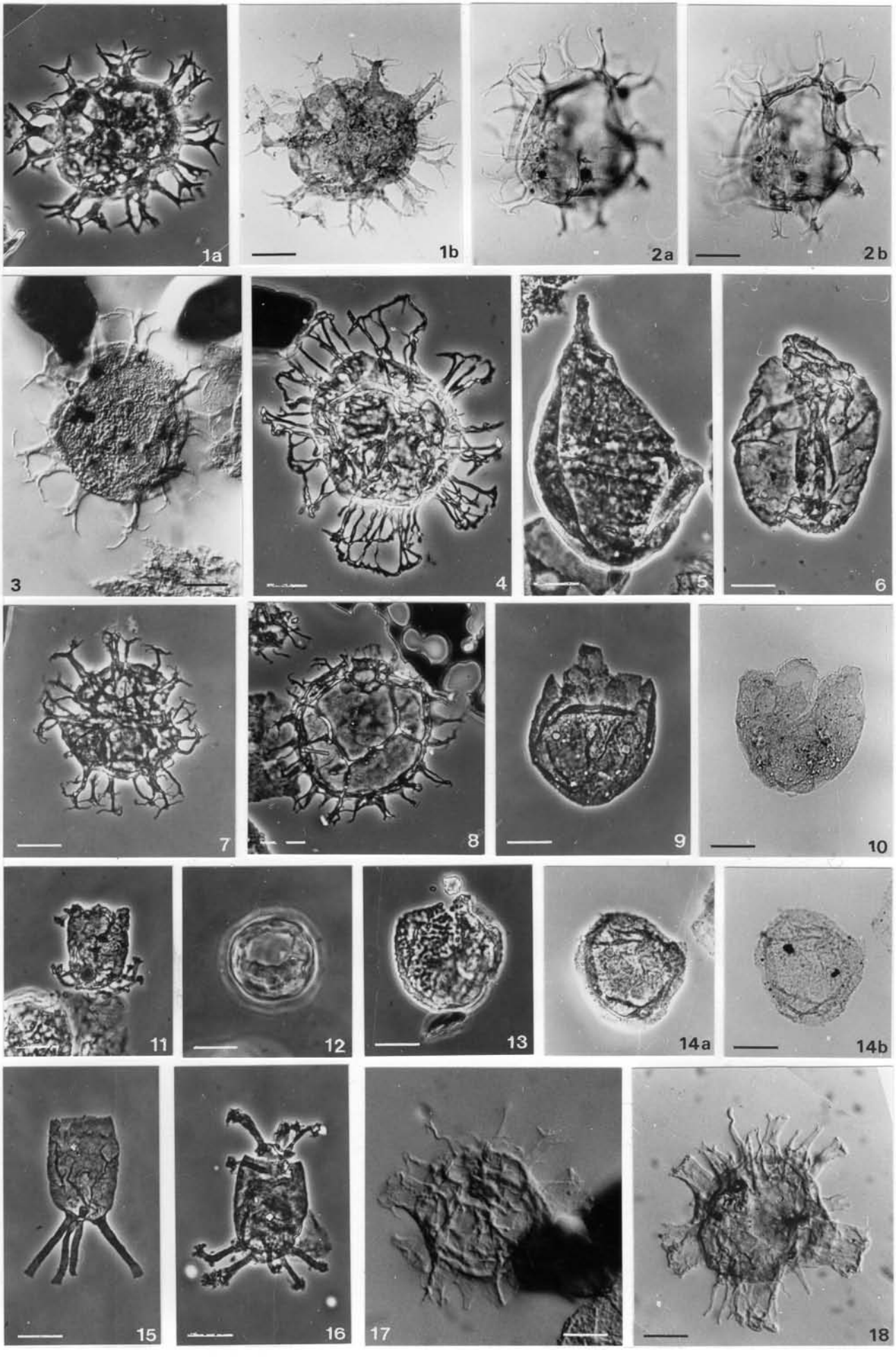

1a
1b
2a
2b
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14a
14b
15
16
17
18

PLANCHE XIII

Fig. 1 : *Achomosphaera* cf. *neptunii* (EISENACK, 1958) DAVEY & WILLIAMS, 1966a ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 2 : *Achomosphaera ramulifera* (DEFLANDRE, 1937) EVITT, 1963 subsp. *ramosasimilis* YUN, 1981 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 3 : *Adnatosphaeridium caulleryi* (DEFLANDRE, 1938b) WILLIAMS & DOWNIE, 1969 ; Détail des processus ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 4 : *Atopodinium haromense* THOMAS & COX, 1988 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 5 : *Apteodinium* sp. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 6 : *Bourkidinium granulatum* MORGAN, 1975 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 7 : *Bourkidinium* cf. *psilatum* CH. SINGH, 1983 var. B ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

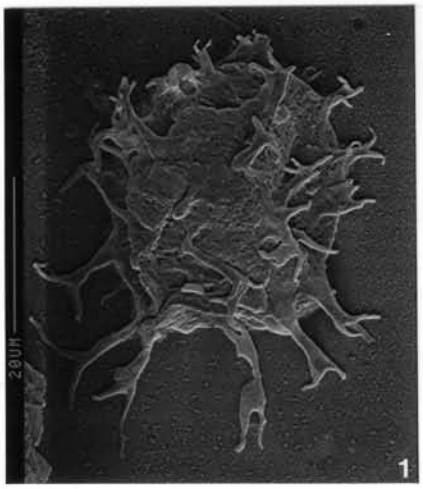
Fig. 8 : *Callaiosphaeridium trycherium* DUXBURY, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

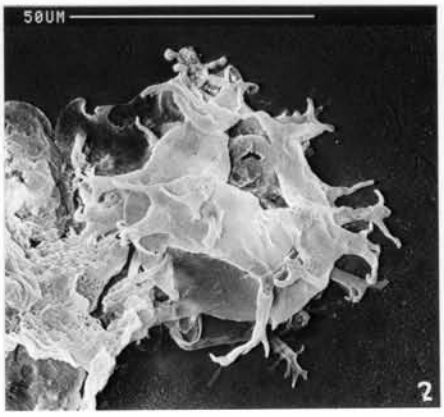
Fig. 9 : *Cassiculosphaeridia reticulata* DAVEY 1969a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H21' ; M.E.B.

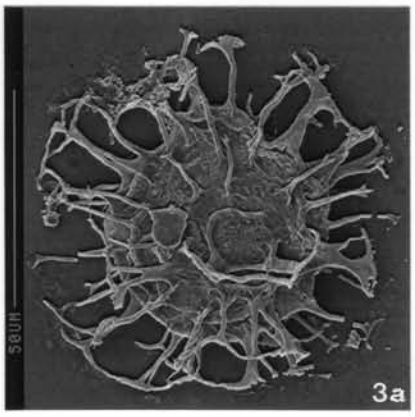
Fig. 10 : *Batiacasphaera* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

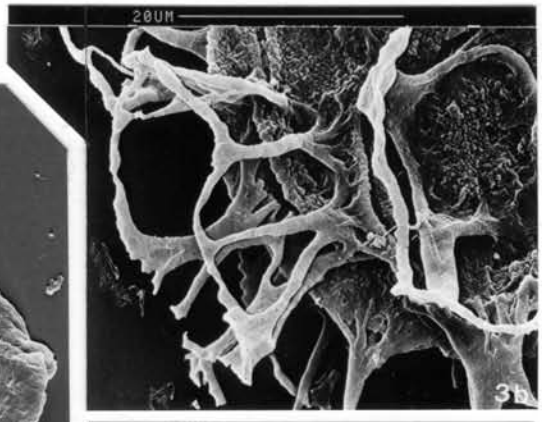
Fig. 11 : *Bourkidinium* cf. *psilatum* CH. SINGH, 1983 var. B ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H14' ; M.E.B.

Fig. 12 : *Callaiosphaeridium* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

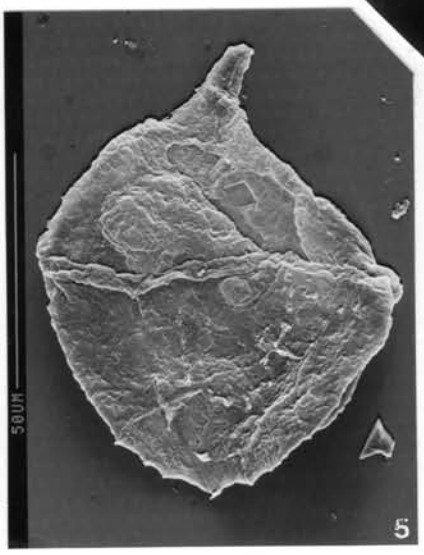

20UM
1

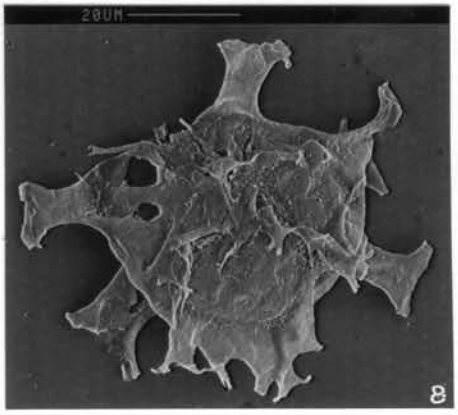

50UM
2


50UM
3a


20UM
3b

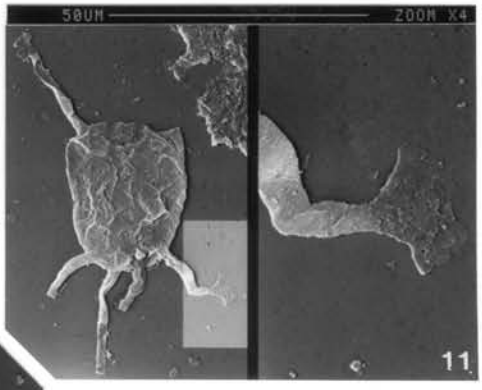

20UM
4

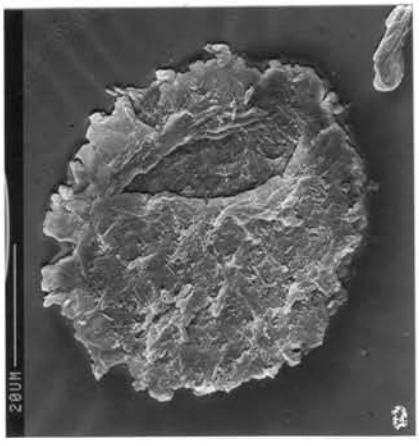

50UM
5

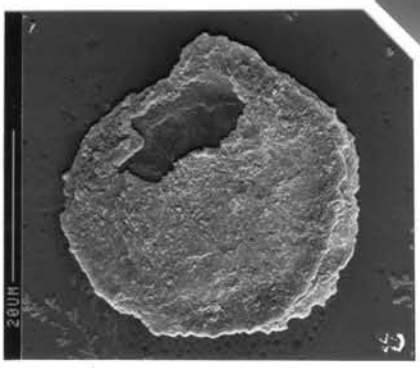

20UM
8


20UM
6


20UM
7


50UM
ZOOM X4
11


20UM


20UM


12
50UM

PLANCHE XIV

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Callaiosphaeridium asymmetricum* (DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939) DAVEY & WILLIAMS, 1966b ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Callaiosphaeridium* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Callaiosphaeridium* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Cassiculosphaeridia magna* DAVEY, 1974 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H04 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Cassiculosphaeridia magna* DAVEY, 1974 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H58 ; Contraste de phase.

Fig. 6 : *Cassiculosphaeridia pygmaea* STEVENS, 1987 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau Bu37 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Cassiculosphaeridia reticulata* DAVEY 1969a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H22 ; Contraste de phase.

Fig. 8 : *Cauca parva* (ALBERTI, 1961) DAVEY & VERDIER, 1971 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H33 ; Contraste de phase.

Fig. 9 : *Chytroeisphaeridia cerastes* DAVEY, 1979d ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H46 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : *Chytroeisphaeridia* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H21' ; Contraste interférentiel.

Fig. 11 : *Chytroeisphaeridia scabrata* POCOCK, 1972 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

Fig. 12 : *Cleistosphaeridium* ? *aciculare* DAVEY, 1969a ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

Fig. 13 : *Cleistosphaeridium* ? *aciculare* DAVEY, 1969a ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

Fig. 14 : *Cleistosphaeridium multispinosum* (CH. SINGH, 1964) BRIDEAUX, 1971 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

Fig. 15 : *Cleistosphaeridium multispinosum* (CH. SINGH, 1964) BRIDEAUX, 1971 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 16 : *Cleistosphaeridium polytrichum* (VALENSI, 1947) DAVEY et al., 1969 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H32 ; Contraste de phase.

Fig. 17 : *Cleistosphaeridium* sp. A ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*,

niveau H17 ; Contraste de phase.

Fig. 18 : *Coronifera oceanica* subsp. *oceanica* COOKSON & EISENACK, 1958 *emend.* MAY, 1980 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H57 ; Contraste de phase.

Fig. 19 : *Coronifera albertii* MILLIOUD, 1969 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H37 ; Lumière naturelle.

Fig. 20 : *Cribroperidinium sepimentum* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau Bu40 ; Contraste de phase.

Fig. 21 : *Cribroperidinium sepimentum* NEALE & SARJEANT, 1962 ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau Bu40 ; a) Contraste de phase, b) Contraste interférentiel.

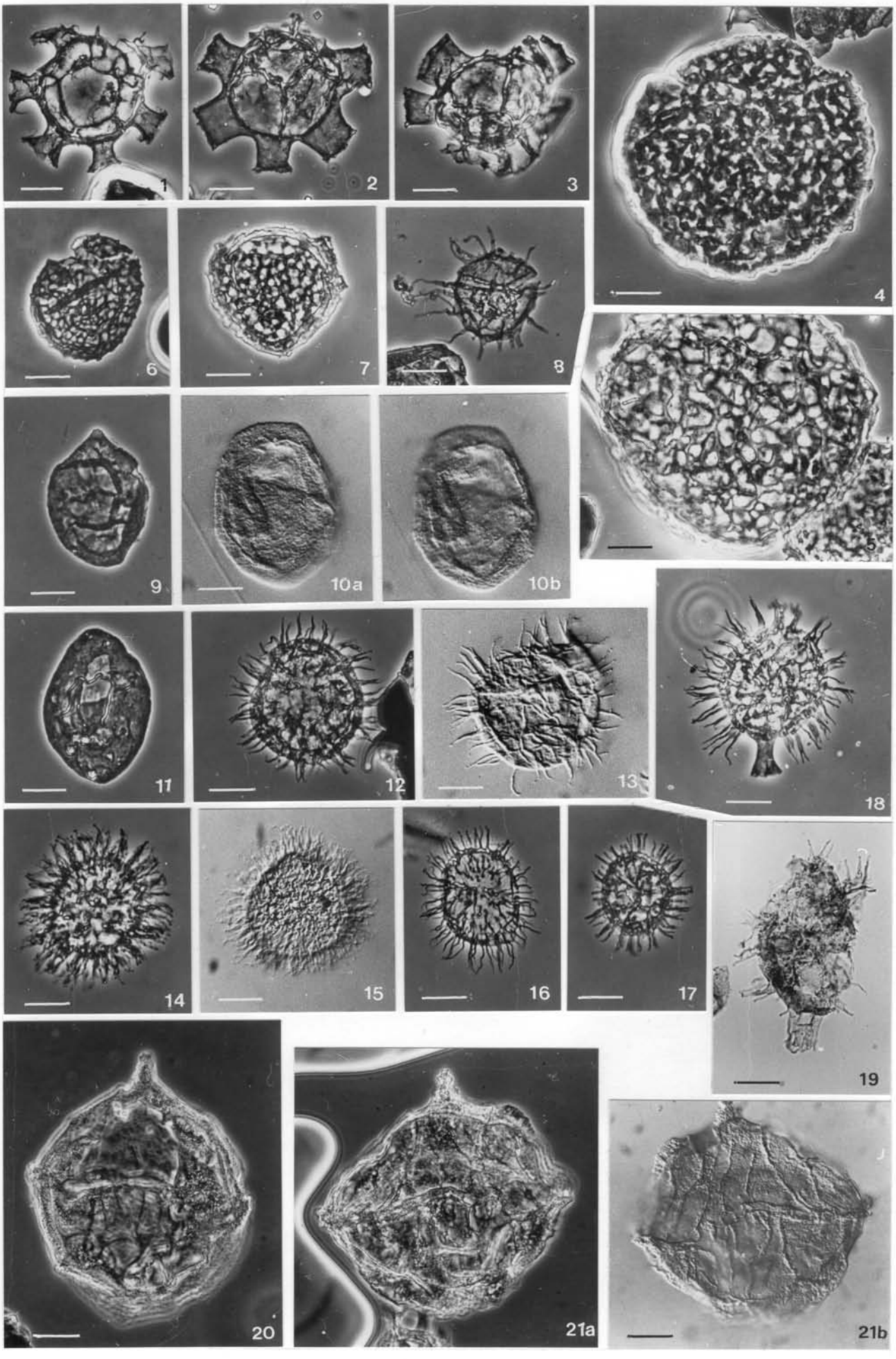

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10a
10b
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21a
21b

PLANCHE XV

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Cribroperidinium confossum* (DUXBURY, 1977) HELENES, 1984 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H45 ; a) Lumière naturelle, b) Contraste de phase.

Fig. 2 : *Cribroperidinium* sp. C ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Cribroperidinium* sp. C ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau Bu25' ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Cribroperidinium edwardsii* (COOKSON & EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H11 ; Contraste interférentiel.

Fig. 5 : *Cribroperidinium palla* (SARJEANT, 1966b) HELENES, 1984 ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H12 ; Lumière naturelle.

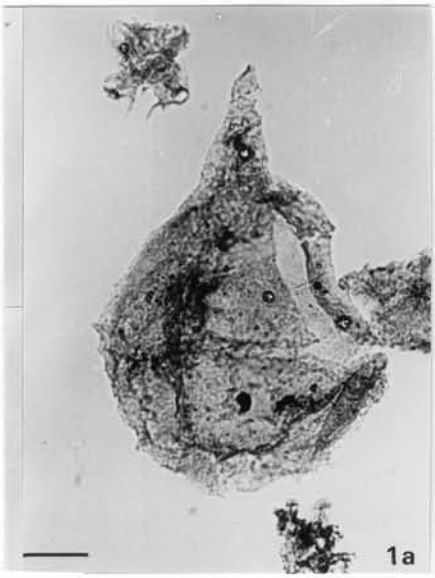
Fig. 6 : *Cribroperidinium* cf. *aparsium*STOVER & HELBY, 1987c ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H13 ; Contraste interférentiel.

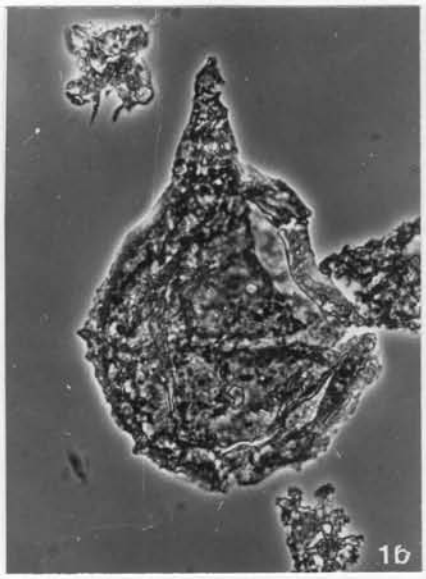
Fig. 7 : *Cribroperidinium* cf. *aparsium*STOVER & HELBY, 1987c ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H13 ; Contraste interférentiel.

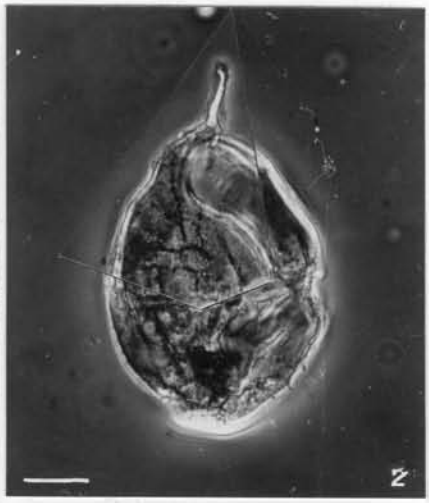
Fig. 8 : *Cribroperidinium* cf. *aparsium*STOVER & HELBY, 1987c ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H11 ; Contraste de phase.

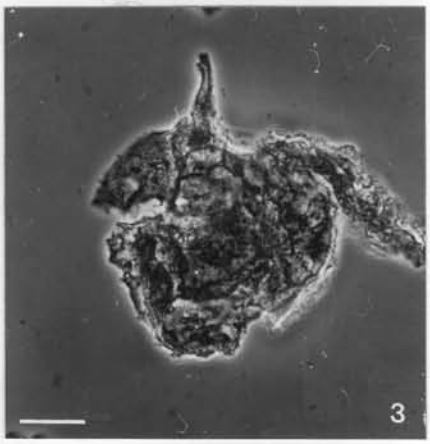
Fig. 9 : *Cribroperidinium orthoceras* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a *emend.* SARJEANT, 1985a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Lumière naturelle.

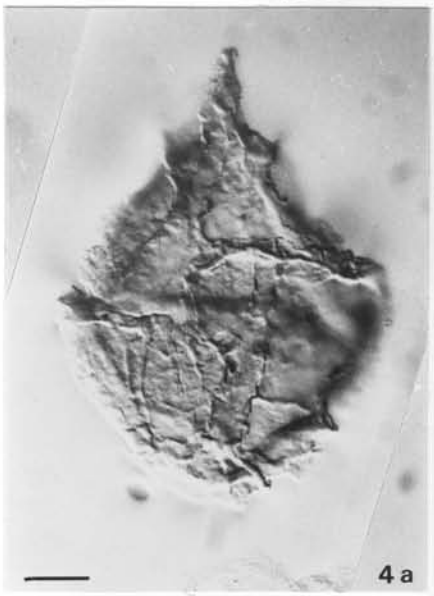
Fig. 10 : *Cribroperidinium orthoceras* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a *emend.* SARJEANT, 1985a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Contraste de phase.

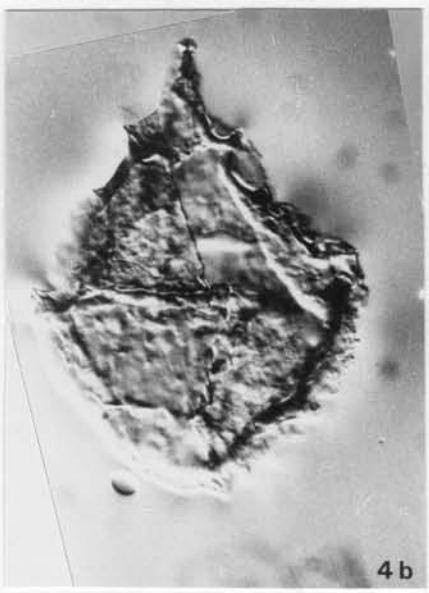

1a


1b


2

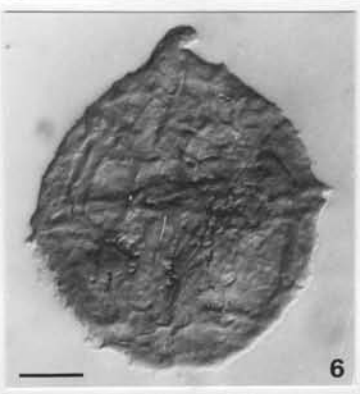

3

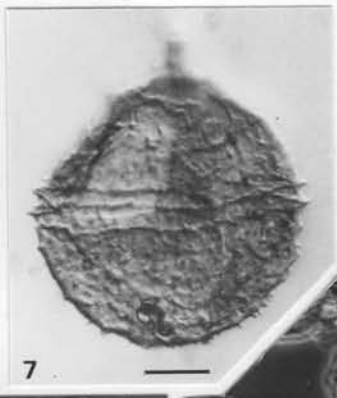

4a

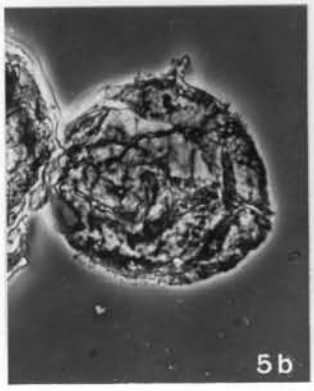

4b

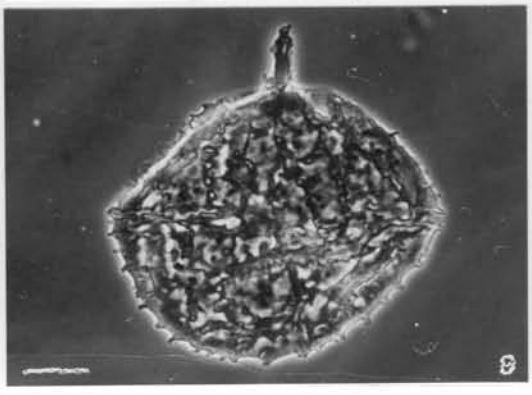

9


5a


6


7


5b


8

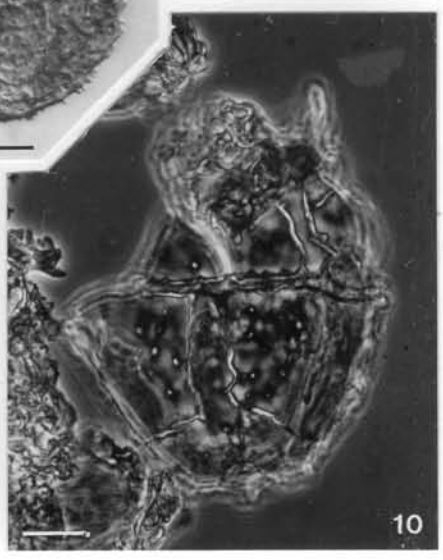

10

PLANCHE XVI

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Cribroperidinium* ? sp. B ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau Bu40 ; Contraste interférentiel.

Fig. 2 : *Ctenidodinium elegantulum* MILLIOUD, 1969 *emend.* BELOW, 1981a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

Fig. 3 : *Ctenidodinium elegantulum* MILLIOUD, 1969 *emend.* BELOW, 1981a ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Cymososphaeridium validum* DAVEY, 1982b ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau Bu29 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Cymososphaeridium validum* DAVEY, 1982b ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau Bu29 ; a) Contraste de phase, b) Lumière naturelle.

Fig. 6 : *Dapsilidinium* ? *deflandrei* (VALENSI, 1947) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Lumière naturelle.

Fig. 7 : *Discorsia nanna* (DAVEY, 1974) DUXBURY, 1977 *emend.* KHOWAJA-ATEEQUZZAMAN *et al.*, 1985 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 8 : ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; Contraste interférentiel.

Fig. 9 : *Dapsilidinium multispinosum* (DAVEY, 1974) BUJAK *et al.*, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : *Dapsilidinium multispinosum* (DAVEY, 1974) BUJAK *et al.*, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 11 : *Cleistosphaeridium chems* (BELOW, 1982c) comb. nov. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 12 : *Dapsilidinium warrenii* (HABIB, 1976) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H12 ; Contraste de phase.

Fig. 13 : *Druggidium deflandrei* (MILLIOUD, 1969) HABIB, 1973 *emend.* BELOW, 1987b ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

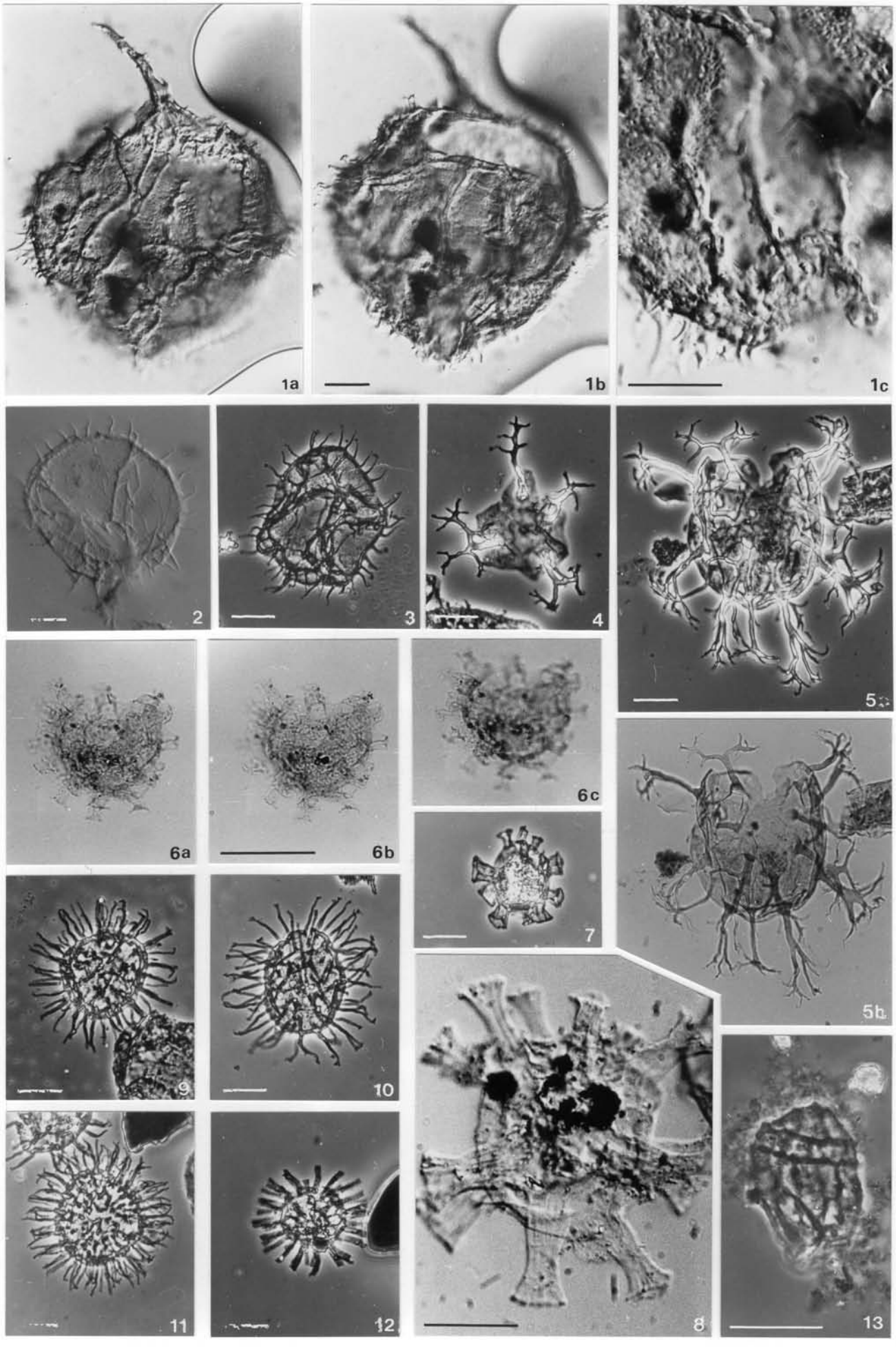

1a
1b
1c
2
3
4
5a
6a
6b
6c
7
5b
9
10
8
11
12
13

PLANCHE XVII

Fig. 1 : *Cribroperidinium palla* (SARJEANT, 1966b) HELENES, 1984 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 2 : *Cribroperidinium orthoceras* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a *emend.* SARJEANT, 1985a ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 3 : *Cribroperidinium orthoceras* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a *emend.* SARJEANT, 1985a ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H02 ; M.E.B.

Fig. 4 : *Cribroperidinium orthoceras* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a *emend.* SARJEANT, 1985a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; M.E.B.

Fig. 5 : *Cribroperidinium orthoceras* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a *emend.* SARJEANT, 1985a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; M.E.B.

Fig. 6 : *Cribroperidinium orthoceras* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1969a *emend.* SARJEANT, 1985a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; M.E.B.

Fig. 7 : *Cassiculosphaeridia magna* DAVEY, 1974 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H28 ; M.E.B.

Fig. 8 : *Cleistosphaeridium multispinosum* (CH. SINGH, 1964) BRIDEAUX, 1971 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

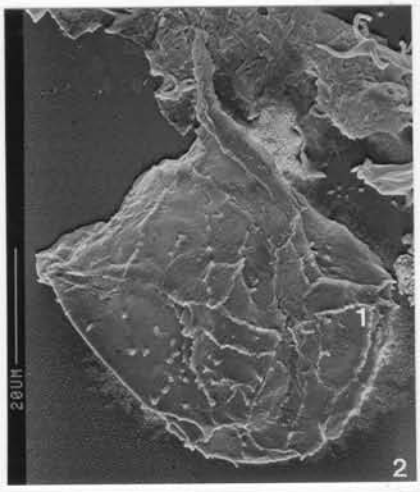
Fig. 9 : *Coronifera albertii* MILLIOUD, 1969 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; M.E.B.

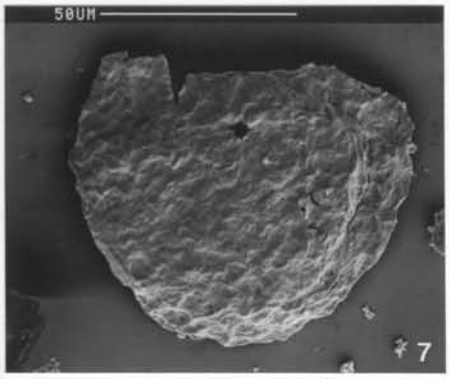
Fig. 10 : *Ctenidodinium elegantulum* MILLIOUD, 1969 *emend.* BELOW, 1981a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

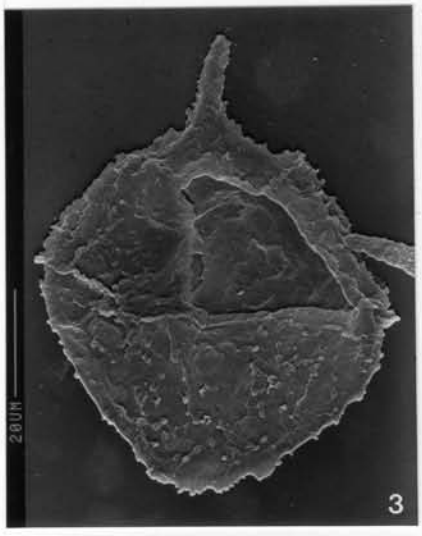
Fig. 11 : *Cymososphaeridium validum* DAVEY, 1982b ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B. (stéréo-photographie).

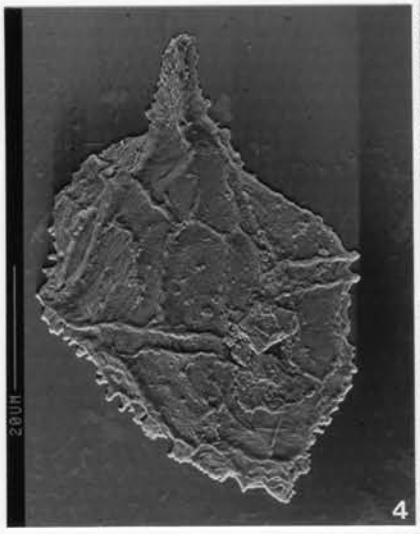
Fig. 12 : *Hapsocysta peridictya* (EISENACK & COOKSON, 1960) DAVEY, 1979b emend. nov. ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; M.E.B.

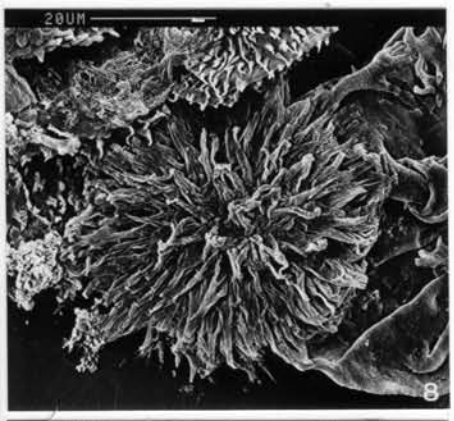

50UM
1

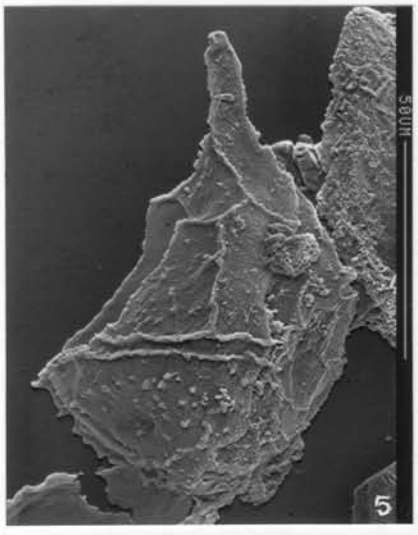

20UM
2

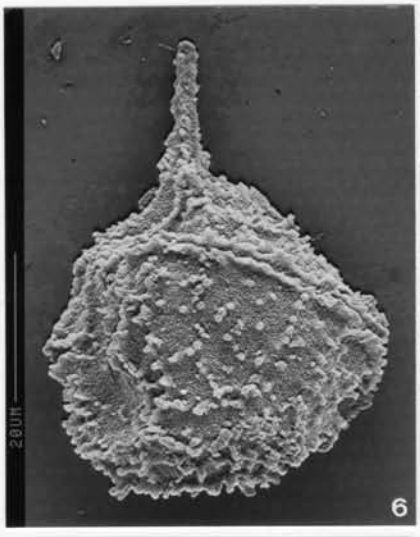

50UM
7

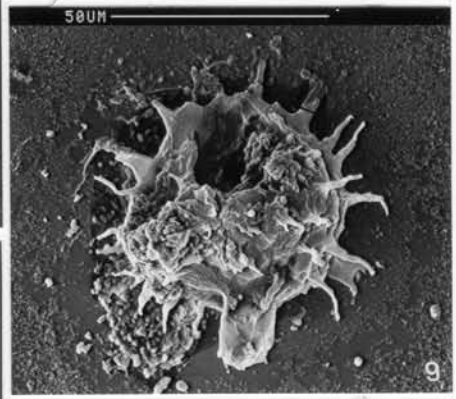

20UM
3

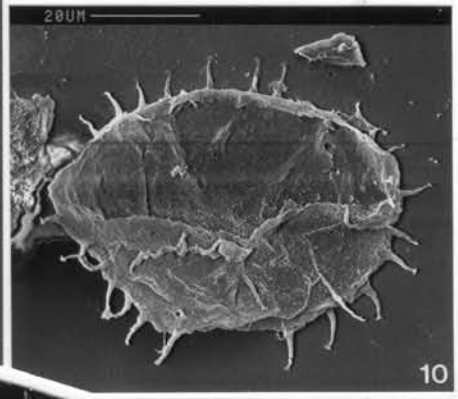

20UM
4

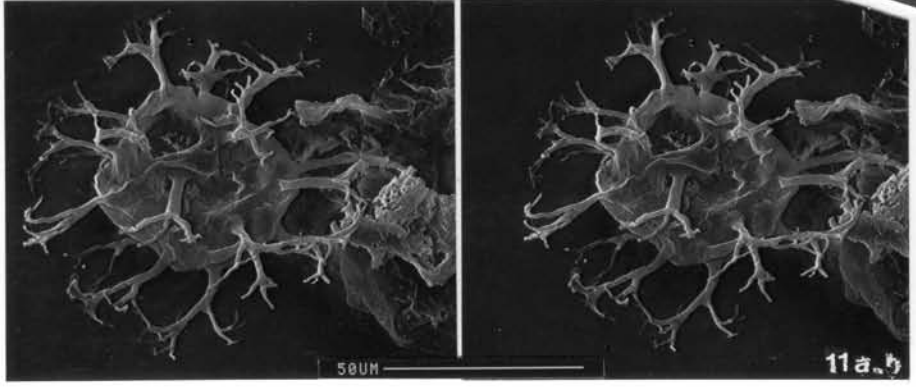

20UM
8


50UM
5


20UM
6


50UM
9


20UM
10


50UM
11a,b


20UM
12

PLANCHE XVIII

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Dissiliodinium* cf. *globulum* DRUGG, 1978 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H03 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Dissiliodinium* cf. *globulum* DRUGG, 1978 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H04 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Dissiliodinium* cf. *globulum* DRUGG, 1978 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H39 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Endoscrinium campanula* subsp. *campanula* (GOCHT, 1959) VOZZHENNIKOVA, 1967 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

Fig. 5 : *Endoscrinium campanula* subsp. *campanula* (GOCHT, 1959) VOZZHENNIKOVA, 1967 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

Fig. 6 : *Exochosphaeridium phragmites* DAVEY *et al.*, 1966 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Florentinia laciniata* subsp. *laciniata* DAVEY & VERDIER, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 8 : *Exochosphaeridium muelleri* YUN, 1981 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 9 : *Exochosphaeridium* ? sp. A ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H58 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : *Exochosphaeridium* ? sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

Fig. 11 : *Gonyaulacysta helicoidea* subsp. *helicoidea* (EISENACK & COOKSON, 1960) SARJEANT, 1966b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Contraste de phase.

Fig. 12 : *Gonyaulacysta diutina* DUXBURY, 1977 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H28 ; Contraste de phase.

Fig. 13 : *Gonyaulacysta cretacea* (NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1969 ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau H21 ; Contraste de phase.

Fig. 14 : *Gonyaulacysta perforobtusa* DUXBURY, 1977 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau Bu27 ; Contraste de phase.

Fig. 15 : *Gonyaulacysta helicoidea* subsp. *helicoidea* (EISENACK & COOKSON, 1960) SARJEANT, 1966b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H22 ; Contraste de phase.

Fig. 16 : *Gonyaulacysta fastigiata* DUXBURY, 1977 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H28 ; Contraste de phase.

Fig. 17 : *Hapsocysta peridictya* (EISENACK & COOKSON, 1960) DAVEY, 1979b emend. nov. ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Contraste de phase.

Fig. 18 : *Hapsocysta peridictya* (EISENACK & COOKSON, 1960) DAVEY, 1979b emend. nov. ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Contraste interférentiel.

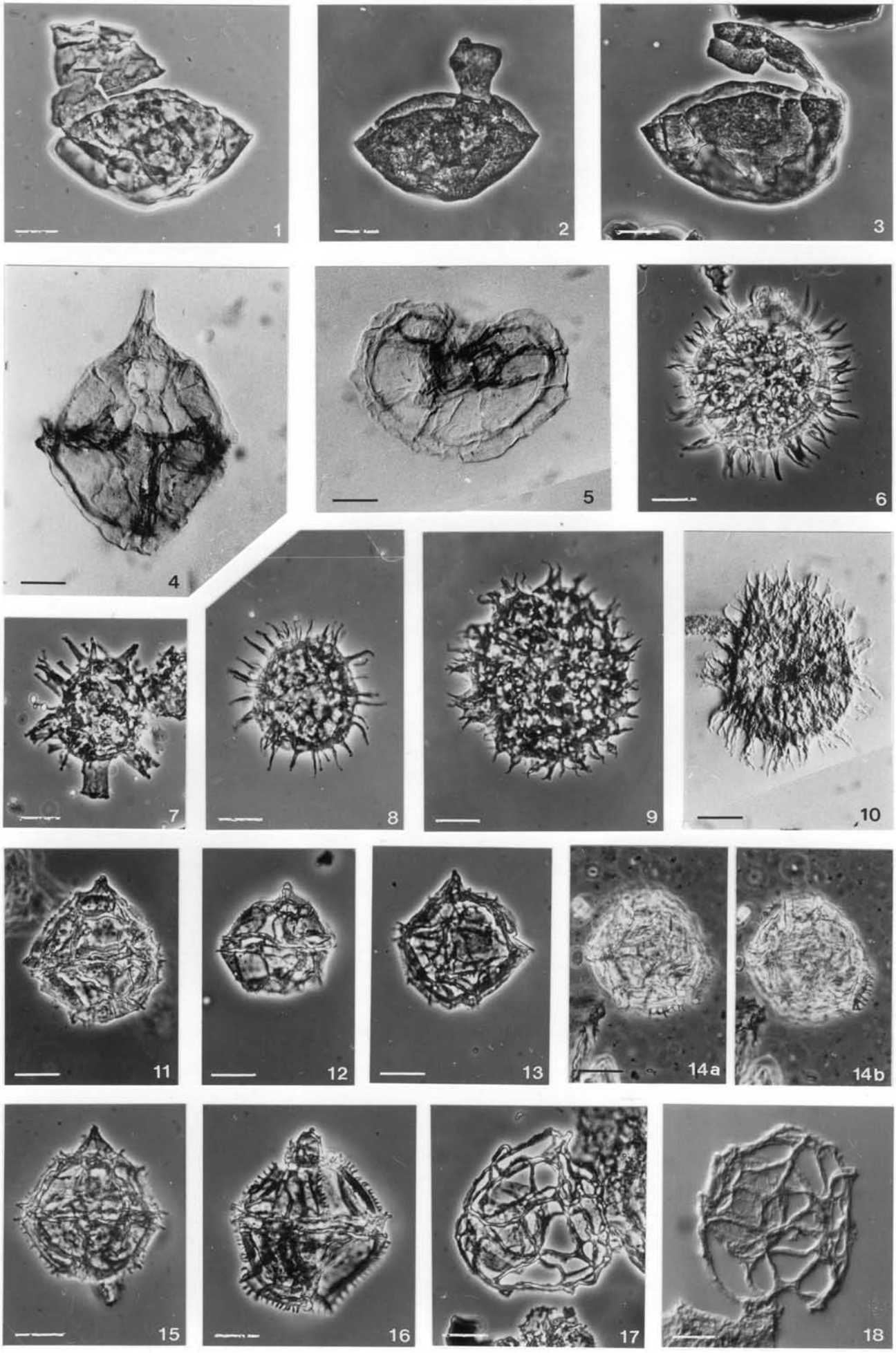

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14a
14b
15
16
17
18

PLANCHE XIX

Fig. 1 : *Dapsilidinium multispinosum* (DAVEY, 1974) BUJAK *et al.*, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H21' ; M.E.B.

Fig. 2 : *Gonyaulacysta helicoidea* subsp. *helicoidea* (EISENACK & COOKSON, 1960) SARJEANT, 1966b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 3 : *Dapsilidinium warrenii* (HABIB, 1976) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 4 : *Dapsilidinium warrenii* (HABIB, 1976) LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 5 : *Exochosphaeridium muelleri* YUN, 1981 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H11 ; M.E.B.

Fig. 6 : *Endoscrinium campanula* subsp. *campanula* (GOCHT, 1959) VOZZHENNIKOVA, 1967 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

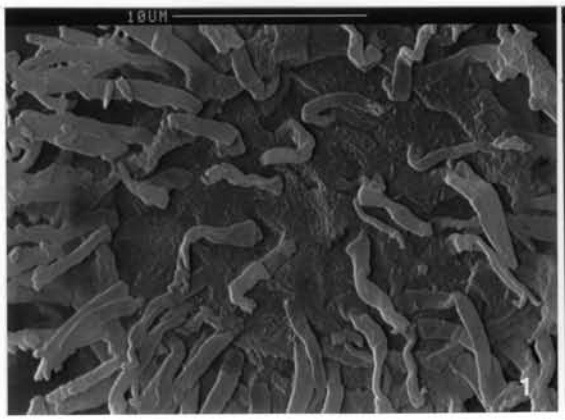
Fig. 7 : *Florentinia laciniata* subsp. *laciniata* DAVEY & VERDIER, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 8 : *Exochosphaeridium phragmites* DAVEY *et al.*, 1966 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

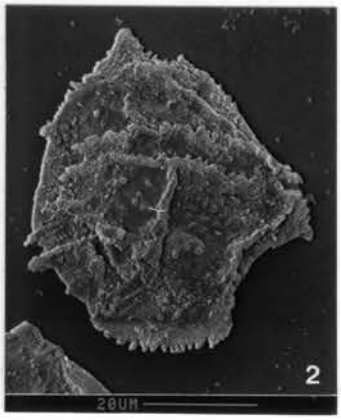
Fig. 9 : *Kiokansium polypes* subsp. *polypes* (COOKSON & EISENACK, 1962b) BELOW, 1982c ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 10 : *Meiourogonyaulax bulloidea* (COOKSON & EISENACK, 1960b) SARJEANT, 1969 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

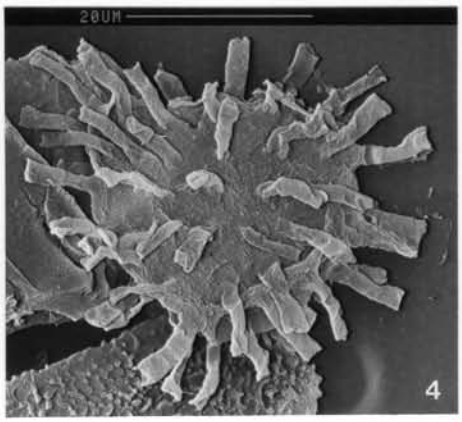
Fig. 11 : *Meiourogonyaulax bulloidea* (COOKSON & EISENACK, 1960b) SARJEANT, 1969 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

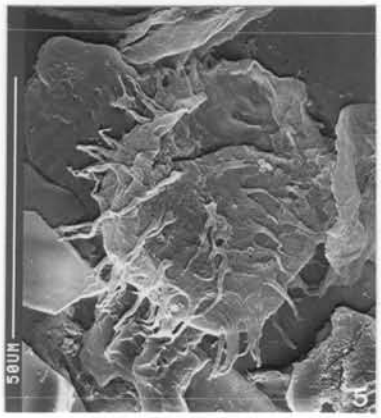

10UM
1


20UM
1

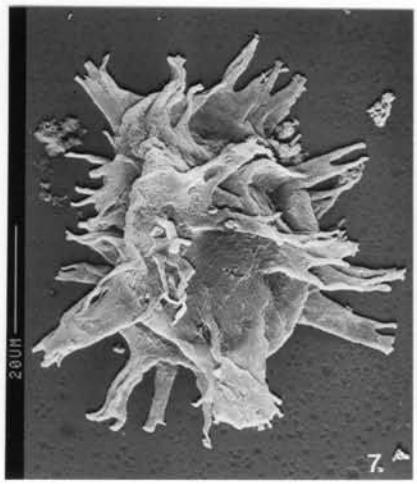

2
20UM


20UM
3

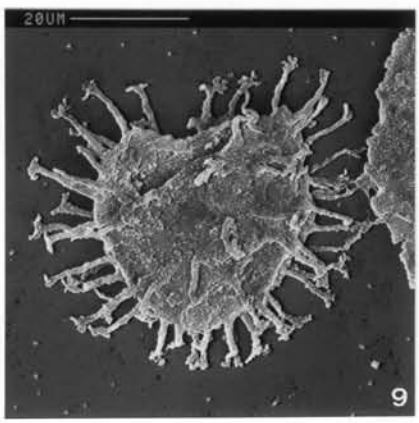

20UM
4

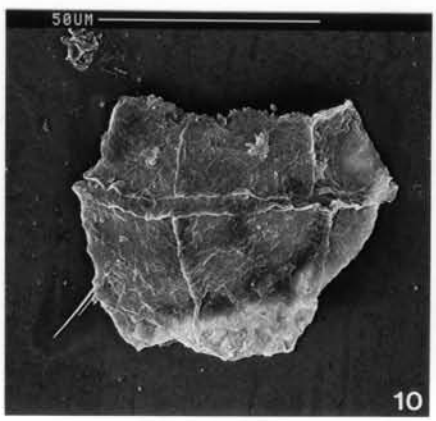

50UM
5


50UM
6


20UM
7


50UM
8


20UM
9


50UM
10

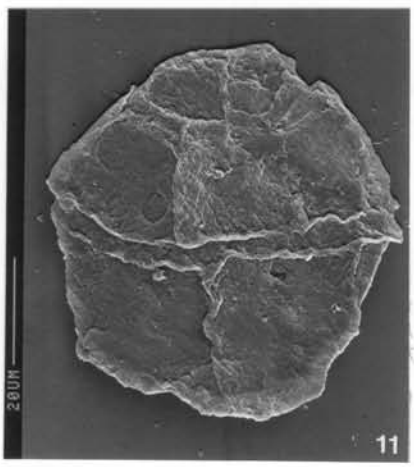

20UM
11

PLANCHE XX

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Heslertonia heslertonensis* (NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1966b *emend.* DUXBURY, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Contraste interférentiel.

Fig. 2 : *Heslertonia pellucida* GITMEZ, 1970 ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H13 ; Contraste interférentiel.

Fig. 3 : *Hystrichosphaeridium duplum* subsp. *duplum* LENTIN & WILLIAMS, 1989 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H58 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Hystrichosphaeridium duplum* subsp. *duplum* LENTIN & WILLIAMS, 1989 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H50 ; Contraste interférentiel.

Fig. 5 : *Heslertonia heslertonensis* (NEALE & SARJEANT, 1962) SARJEANT, 1966b *emend.* DUXBURY, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

Fig. 6 : *Hystrichodinium furcatum* ALBERTI, 1961 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Hystrichodinium voigtii* (ALBERTI, 1961 *emend.* SARJEANT, 1966b) DAVEY, 1974 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau Bu37 ; Contraste de phase.

Fig. 8 : *Hystrichodinium pulchrum* subsp. *pulchrum* DEFLANDRE, 1935 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H32 ; Contraste interférentiel.

Fig. 9 : *Kiokansium polypes* subsp. *polypes* (COOKSON & EISENACK, 1962b) BELOW, 1982c ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : *Hystrichostrogylon membraniphorum* AGELOPOULOS, 1964 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

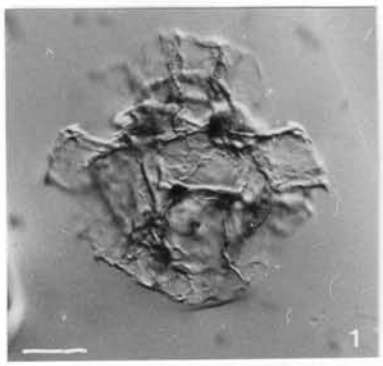
Fig. 11 : *Hystrichostrogylon stolidotum* (DUXBURY, 1980) STOVER & WILLIAMS, 1987 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste interférentiel.

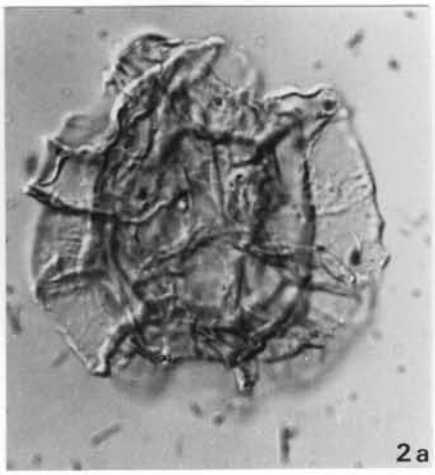
Fig. 12 : *Hystrichostrogylon coninckii* HEILMANN-CLAUSEN, 1985 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H50 ; Contraste interférentiel.

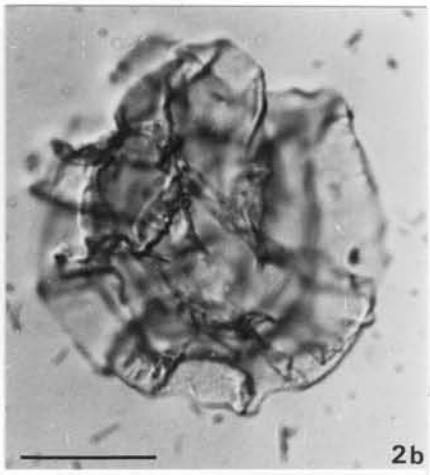
Fig. 13 : *Meiourogonyaulax bulloidea* (COOKSON & EISENACK, 1960b) SARJEANT, 1969 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

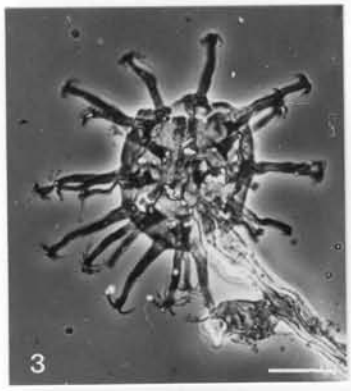
Fig. 14 : *Meiourogonyaulax bulloidea* (COOKSON & EISENACK, 1960b) SARJEANT, 1969 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

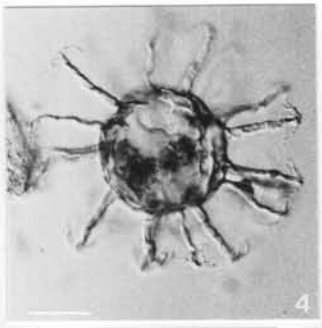
Fig. 15 : *Meiourogonyaulax pertusa* subsp. *pertusa* (DUXBURY, 1977) BELOW, 1981a ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; Contraste interférentiel.

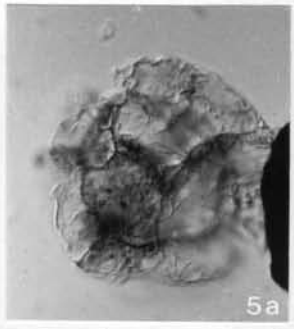

1

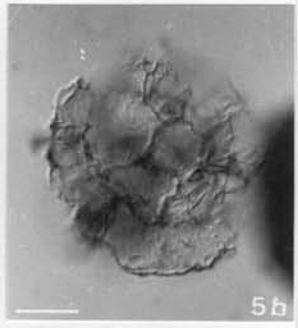

2a

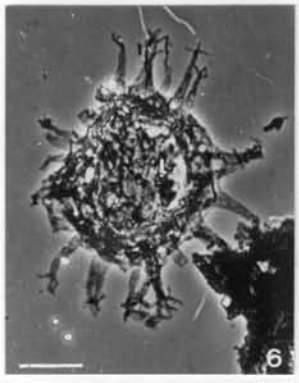

2b

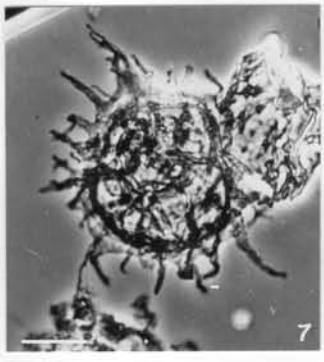

3

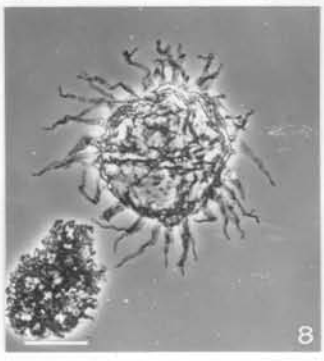

4

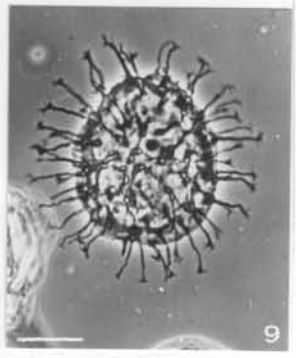

5a

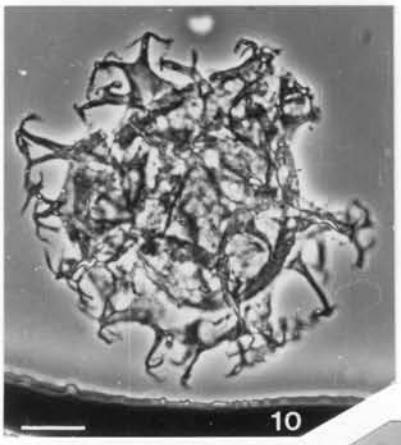

5b

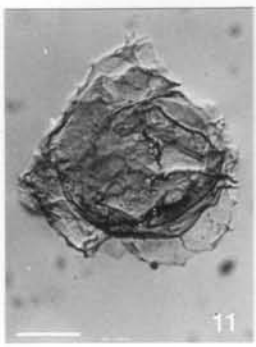

6

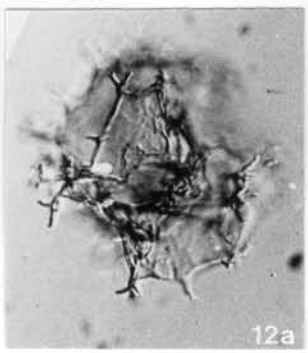

7

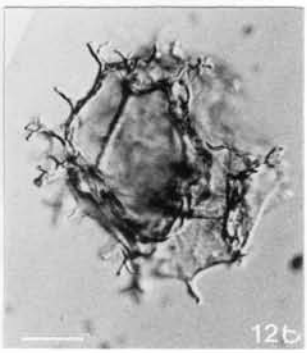

8

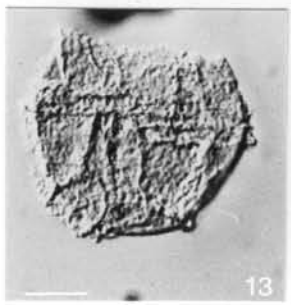

9


10


11


12a


12b


13


14


15a


15b

PLANCHE XXI

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Kleithriasphaeridium corrugatum* DAVEY, 1974 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Lumière naturelle.

Fig. 2 : *Kleithriasphaeridium eoinodes* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1974 *emend.* SARJEANT, 1985 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Kleithriasphaeridium fasciatum* (DAVEY & WILLIAMS, 1966b) DAVEY, 1974 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Pervosphaeridium pseudhystrichodinium* (DEFLANDRE, 1937b) YUN, 1981 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Microdinium opacum* BRIDEAUX, 1971 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; Contraste interférentiel.

Fig. 6 : *Microdinium opacum* BRIDEAUX, 1971 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H05 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Occisucysta duxburyi* JAN DU CHENE *et al.*, 1986b ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H52 ; Contraste de phase.

Fig. 8 : *Occisucysta duxburyi* JAN DU CHENE *et al.*, 1986b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 9 : *Occisucysta tentoria* DUXBURYI, 1977 *emend.* JAN DU CHENE *et al.*, 1986b ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau Bu31 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : *Oligosphaeridium* ? *asterigerum* (GOCHT, 1959) DAVEY & WILLIAMS, 1969 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu45' ; Contraste de phase.

Fig. 11 : *Oligosphaeridium* ? *asterigerum* (GOCHT, 1959) DAVEY & WILLIAMS, 1969 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste interférentiel.

Fig. 12 : *Mendicodinium reticulatum* MORGENROTH, 1970 ; Hauterivien inférieur, zone à *radiatus*, niveau H05 ; Contraste de phase.

Fig. 13 : *Nelchinopsis kostromiensis* (VOZZHENNIKOVA, 1967) WIGGINS, 1972 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau Bu26 ; Contraste de phase.

Fig. 14 : *Oligosphaeridium porosum* LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H03 ; Contraste de phase.

Fig. 15 : *Oligosphaeridium poculum* JAIN, 1977b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Contraste de phase.

Fig. 16 : *Oligosphaeridium poculum* JAIN, 1977b ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

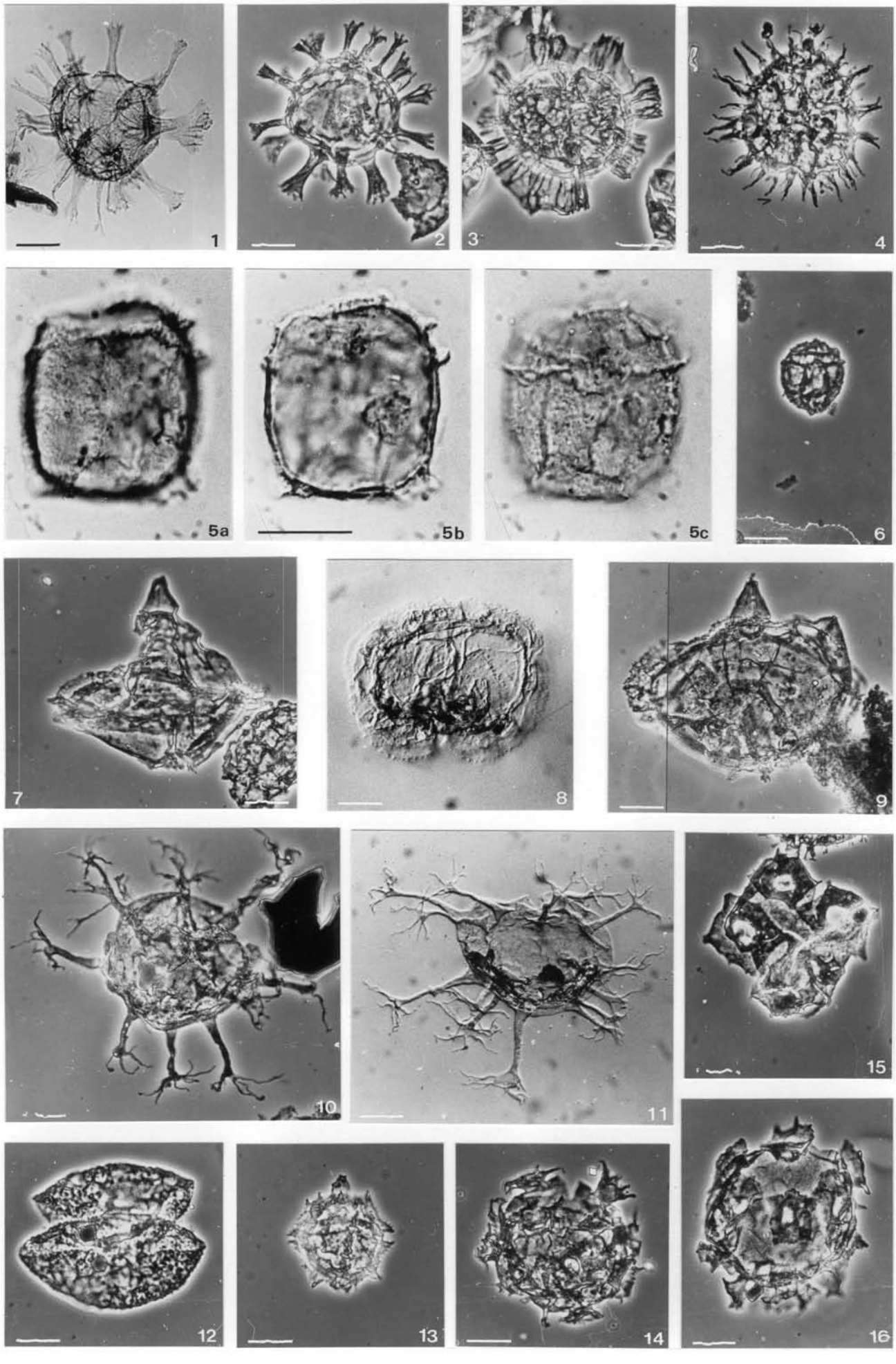

1
2
3
4
5a
5b
5c
6
7
8
9
10
11
15
12
13
14
16

PLANCHE XXII

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Oligosphaeridium complex* (WHITE, 1842) DAVEY & WILLIAMS, 1966b ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau H19 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Oligosphaeridium complex* (WHITE, 1842) DAVEY & WILLIAMS, 1966b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Oligosphaeridium* cf. *intermedium* CORRADINI, 1973 ; Hauterivien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Oligosphaeridium dividuum* WILLIAMS, 1978 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H46 ; Lumière naturelle.

Fig. 5 : *Oligosphaeridium dividuum* WILLIAMS, 1978 ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H14' ; Contraste de phase.

Fig. 6 : *Protoellipsodinium touile* subsp. *mugatae* BELOW, 1981a ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Protoellipsodinium touile* subsp. *mugatae* BELOW, 1981a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; Contraste interférentiel.

Fig. 8 : *Pterodinium* ? cf. *cornutum* COOKSON & EISENACK, 1962b ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste de phase.

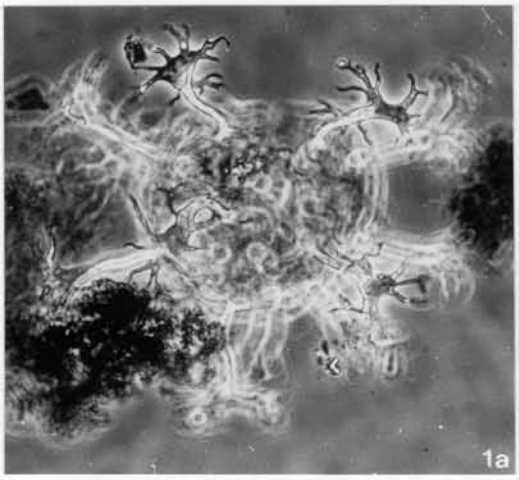
Fig. 9 : *Pterodinium* ? cf. *cornutum* COOKSON & EISENACK, 1962b ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H49 ; Contraste de phase.

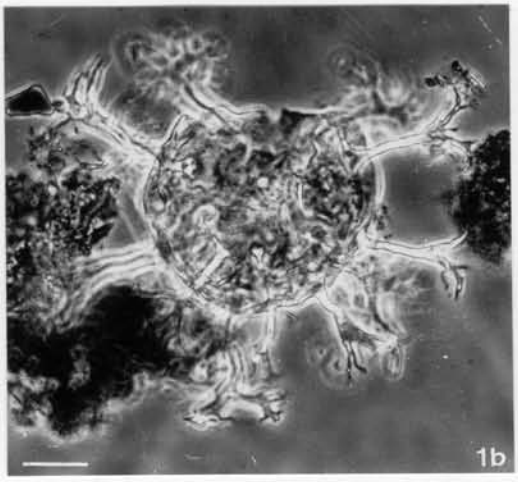
Fig. 10 : *Pterodinium* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H21' ; Contraste de phase.

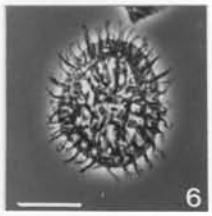
Fig. 11 : *Pterodinium* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H21' ; Contraste interférentiel.

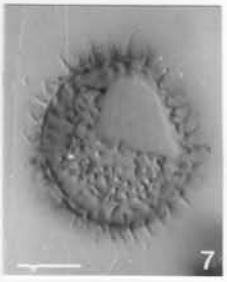
Fig. 12 : *Pterodinium* ? cf. *cornutum* COOKSON & EISENACK, 1962b ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H50 ; Contraste de phase.

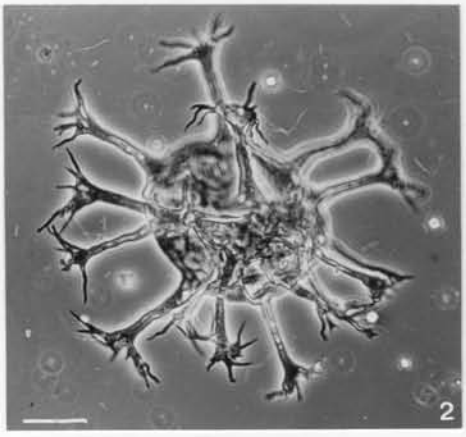
Fig. 13 : *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum* (O. WETZEL, 1933b) BELOW, 1981a ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H50 ; Contraste de phase.

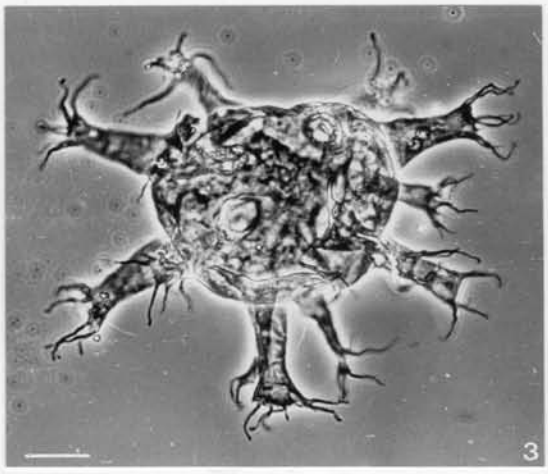

1a

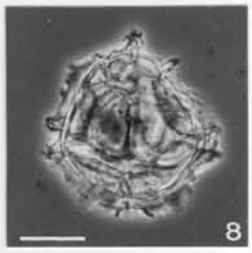

1b

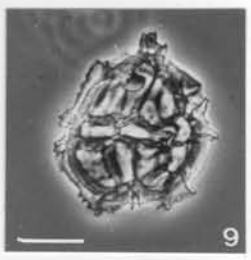

6

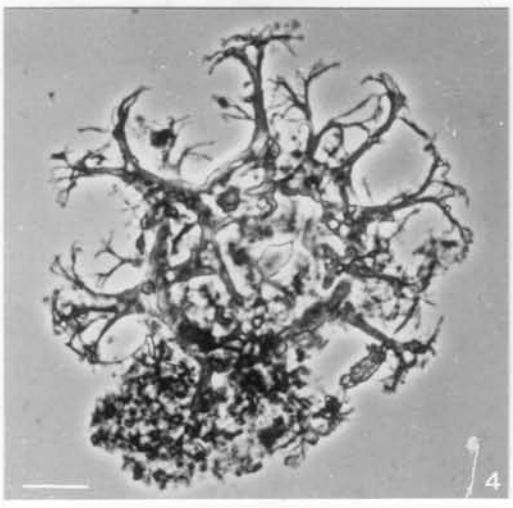

7

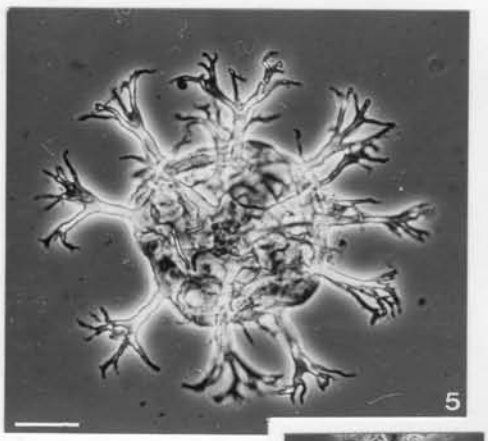

2

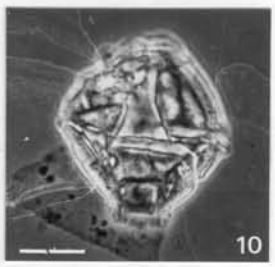

3

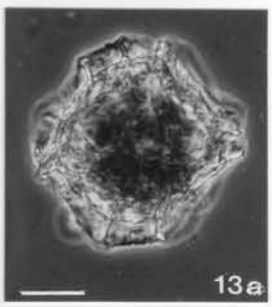

8

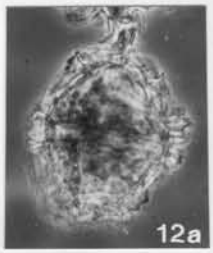

9

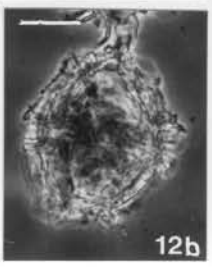

4

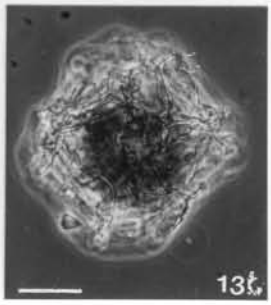

5

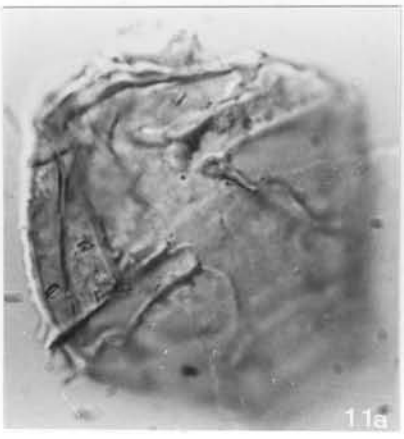

10


13a


12a


12b


13b


11a


11b

PLANCHE XXIII

Fig. 1 : *Oligosphaeridium porosum* LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 2 : *Oligosphaeridium porosum* LENTIN & WILLIAMS, 1981 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 3 : *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum* (O. WETZEL, 1933b) BELOW, 1981a ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H50 ; M.E.B

Fig. 4 : *Oligosphaeridium dividuum* WILLIAMS, 1978 ; Hauterivien inférieur, zone à *Callidiscus*, niveau H02 ; M.E.B. (stéréo-photographie).

Fig. 5 : *Oligosphaeridium complex* (WHITE, 1842) DAVEY & WILLIAMS, 1966b ; Opercule seul ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 6 : *Oligosphaeridium complex* (WHITE, 1842) DAVEY & WILLIAMS, 1966b ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; M.E.B.

Fig. 7 : *Kleithriasphaeridium corrugatum* DAVEY, 1974 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 8 : *Kleithriasphaeridium fasciatum* (DAVEY & WILLIAMS, 1966b) DAVEY, 1974 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 9 : *Kleithriasphaeridium eoinodes* (EISENACK, 1958) DAVEY, 1974 *emend.* SARJEANT, 1985 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

Fig. 10 : *Rhynchodiniopsis aptiana* DEFLANDRE, 1935 *emend.* SARJEANT, 1982b ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H50 ; M.E.B.

Fig. 11 : *Rhynchodiniopsis* cf. *fimbriata* (DUXBURY, 1980) SARJEANT, 1982b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

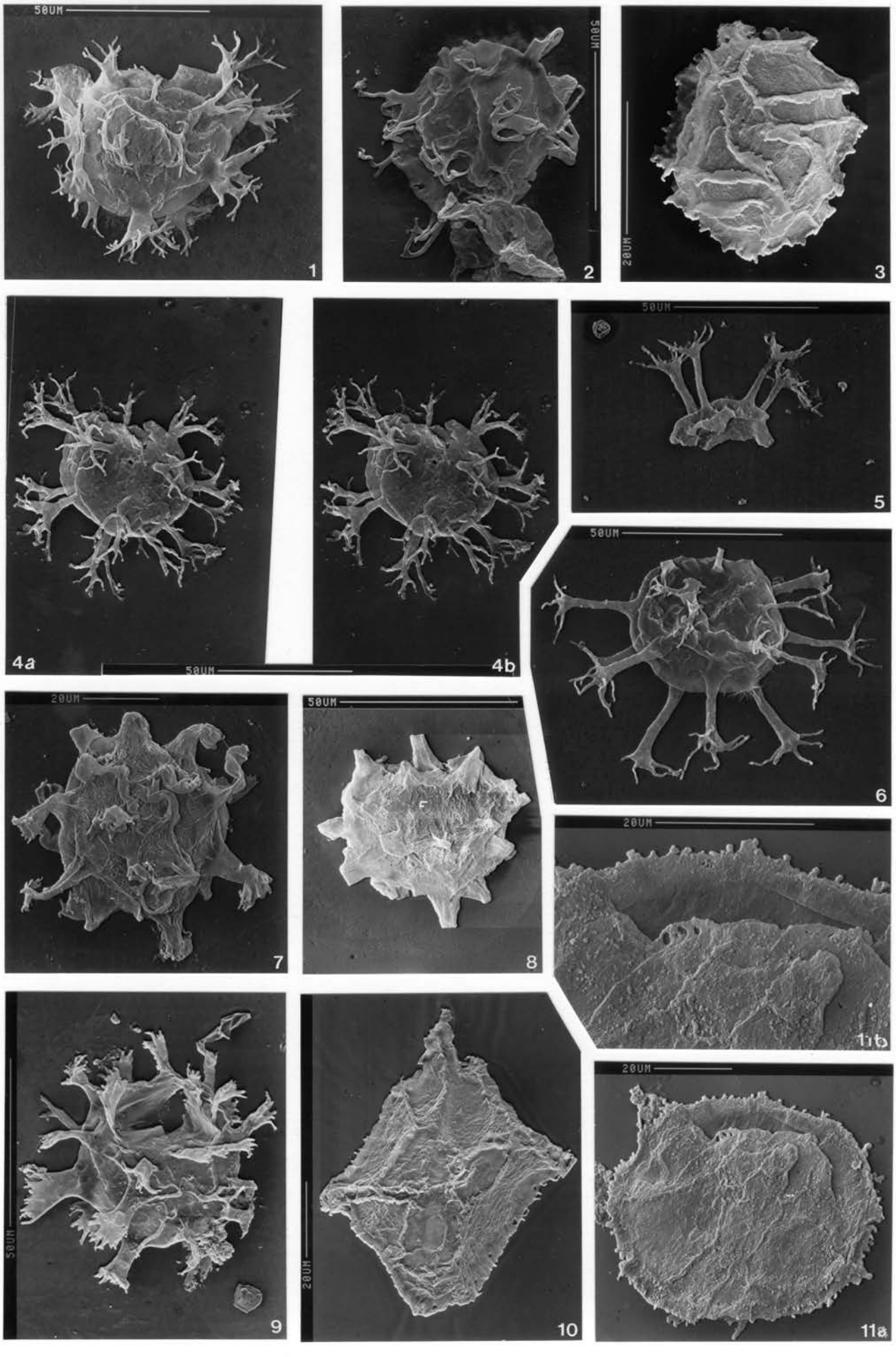

50UM
1
50UM
2
20UM
3
4a
50UM
4b
50UM
5
50UM
6
20UM
7
50UM
8
20UM
11b
50UM
9
20UM
10
20UM
11a

PLANCHE XXIV

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Rhynchodiniopsis aptiana* DEFLANDRE, 1935 *emend.* SARJEANT, 1982b ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste interférentiel.

Fig. 2 : *Rhynchodiniopsis aptiana* DEFLANDRE, 1935 *emend.* SARJEANT, 1982b ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste interférentiel.

Fig. 3 : *Rhynchodiniopsis* cf. *fimbriata* (DUXBURY, 1980) SARJEANT, 1982b ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Rhynchodiniopsis* cf. *fimbriata* (DUXBURY, 1980) SARJEANT, 1982b ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Sentusidinium* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H17' ; Contraste de phase.

Fig. 6 : *Spiniferites dentatus* (GOCHT, 1959) LENTIN & WILLIAMS, 1973 *emend.* DUXBURY, 1977 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H58 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Spiniferites cornutus* subsp. *laevimurus* (DAVEY & WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

Fig. 8 : *Spiniferites cornutus* subsp. *laevimurus* (DAVEY & WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau H19 ; Contraste de phase.

Fig. 9 : *Spiniferites* ? *magnoserratus* (COOKSON & EISENACK, 1962b) STOVER & EVITT, 1978 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

Fig. 10 : *Spiniferites* ? *magnoserratus* (COOKSON & EISENACK, 1962b) STOVER & EVITT, 1978 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H39 ; Contraste de phase.

Fig. 11 : *Spiniferites multibrevis* subsp. *multibrevis* (DAVEY & WILLIAMS, 1966a), BELOW, 1982c ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 12 : *Spiniferites multibrevis* subsp. *multibrevis* (DAVEY & WILLIAMS, 1966a), BELOW, 1982c ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 13 : *Spiniferites ramosus* subsp. *reticulatus* (DAVEY &WILLIAMS, 1966a) LENTIN & WILLIAMS, 1973 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H57 ; Contraste de phase.

Fig. 14 : *Spiniferites ramosus* subsp. *reticulatus* (DAVEY &WILLIAMS, 1966a) LENTIN

& WILLIAMS, 1973 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; Lumière naturelle.

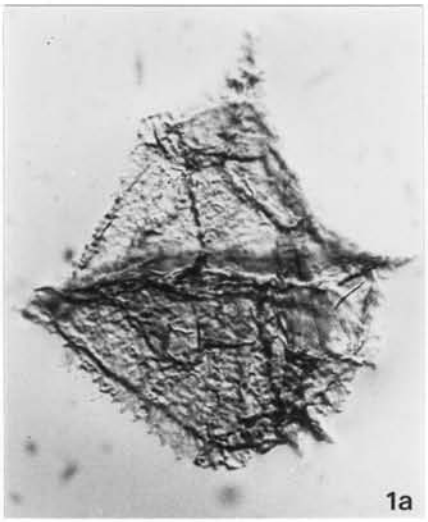
Fig. 15 : *Spiniferites ramosus* subsp. *ramosus* (EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste de phase.

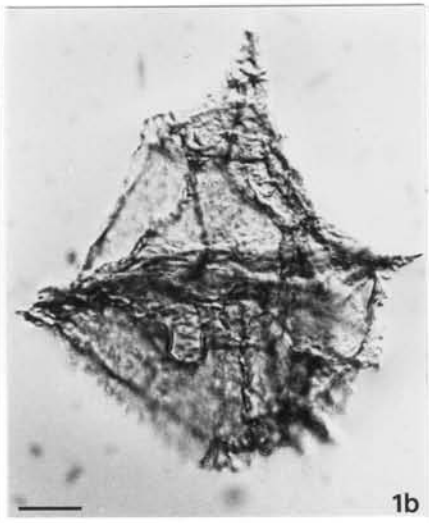
Fig. 16 : *Spiniferites multibrevis* subsp. *seghiris* BELOW, 1982c ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Contraste de phase.

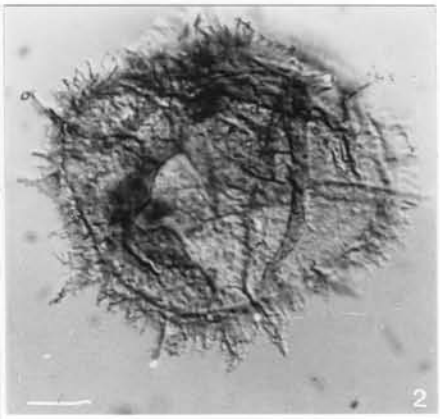
Fig. 17 : *Spiniferites ramosus* subsp. *brevifurcatus* (COOKSON & EISENACK, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1977b ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste interférentiel.

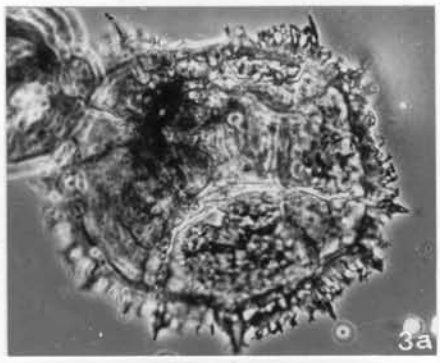
Fig. 18 : *Spiniferites ramosus* subsp. *brevifurcatus* (COOKSON & EISENACK, 1974) LENTIN & WILLIAMS, 1977b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Contraste de phase.

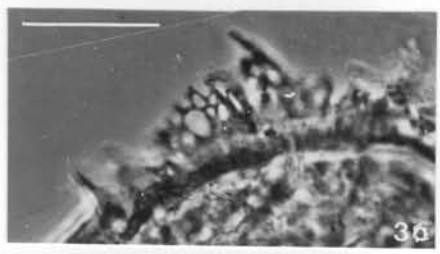
Fig. 19 : *Spiniferites multibrevis* subsp. *chebca* BELOW, 1982c ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Contraste de phase.

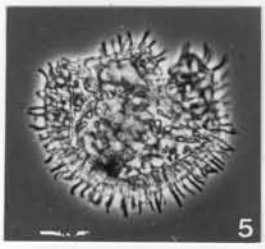

1a

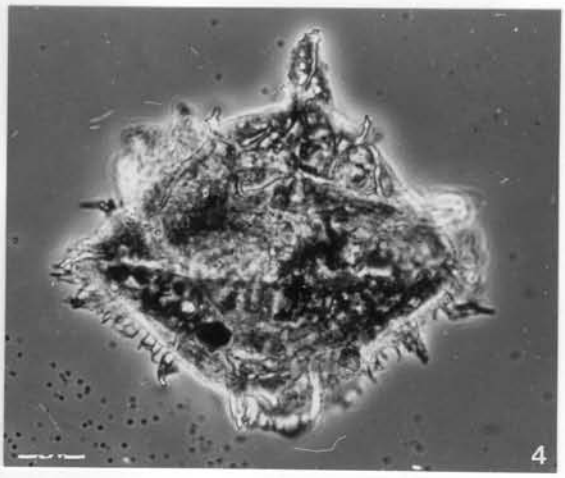

1b

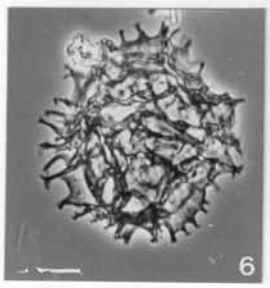

2


3a


3b

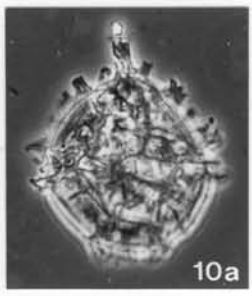

5

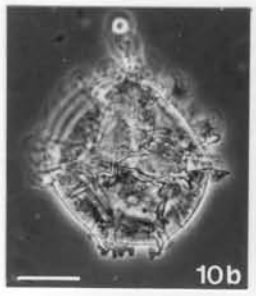

4


6

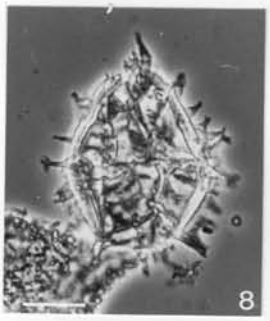

7

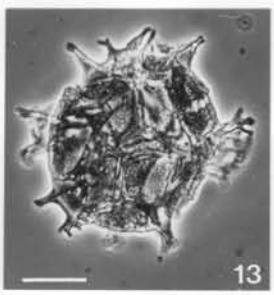

9

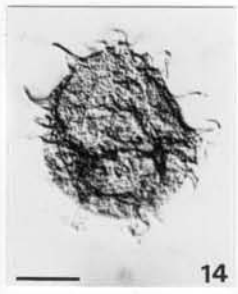

10a

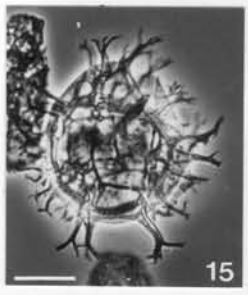

10b


11

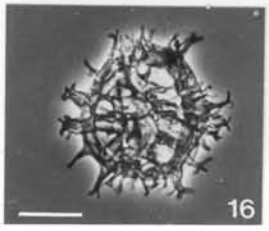

8

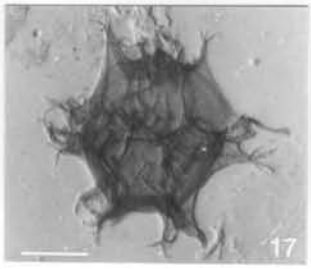

13

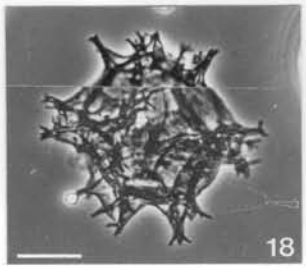

14


15


12


16


17


18

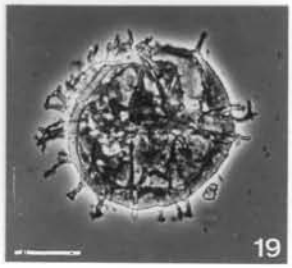

19

PLANCHE XXV

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Spiniferites lenzii* BELOW, 1982c ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H45 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Spiniferites lenzii* BELOW, 1982c ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu44 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Spiniferites lenzii* BELOW, 1982c ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau H21 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : *Spiniferites lenzii* BELOW, 1982c ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu44 ; Contraste interférentiel.

Fig. 5 : *Systematophora cretacea* DAVEY, 1979b ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H50 ; Contraste interférentiel.

Fig. 6 : *Systematophora scoriacea* (RAYNAUD, 1978) POURTOY, 1989 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau Bu25' ; Contraste interférentiel.

Fig. 7 : *Systematophora scoriacea* (RAYNAUD, 1978) POURTOY, 1989 ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau Bu30 ; Contraste interférentiel.

Fig. 8 : *Systematophora scoriacea* (RAYNAUD, 1978) POURTOY, 1989 ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H13 ; Contraste de phase.

Fig. 9 : *Taleisphaera hydra* DUXBURY, 1979a *emend.* HARDING, 1986a ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Lumière naturelle.

Fig. 10 : *Systematophora silyba* DAVEY, 1979a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

Fig. 11 : *Systematophora silyba* DAVEY, 1979a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

Fig. 12 : *Trichodinium spinosum* CH. SINGH, 1971 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Contraste interférentiel.

Fig. 13 : *Systematophora* sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H46 ; Contraste de phase.

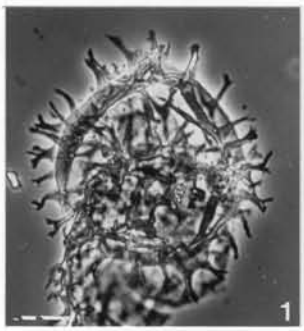
Fig. 14 : *Tanyosphaeridium boletus* DAVEY, 1974 ; Hauterivien supérieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H16 ; Contraste de phase.

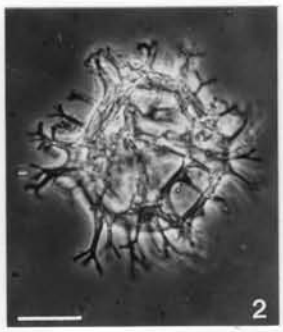
Fig. 15 : *Tanyosphaeridium variecalamus* DAVEY & WILLIAMS, 1966b ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H58 ; Contraste de phase.

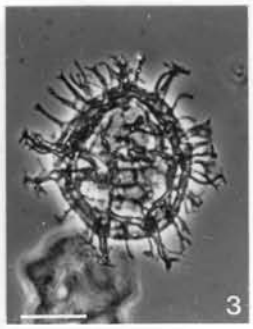
Fig. 16 : *Tanyosphaeridium regulare* DAVEY & WILLIAMS, 1966b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H29 ; Contraste de phase.

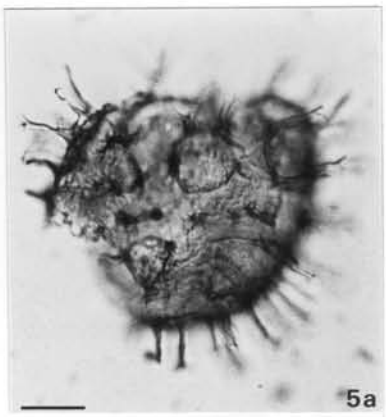
Fig. 17 : *Tanyosphaeridium regulare* DAVEY & WILLIAMS, 1966b ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste de phase.

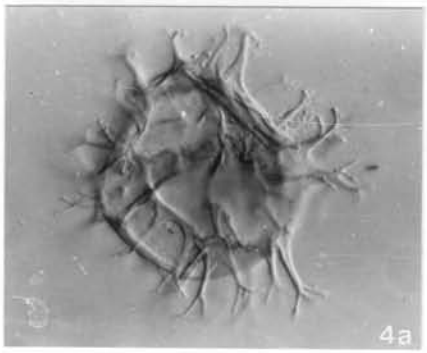
Fig. 18 : *Tanyosphaeridium magneticum* DAVIES, 1983 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H06 ; Contraste de phase.

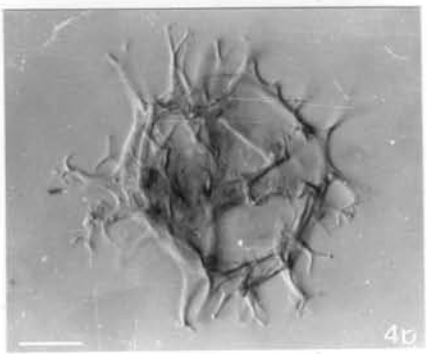

1

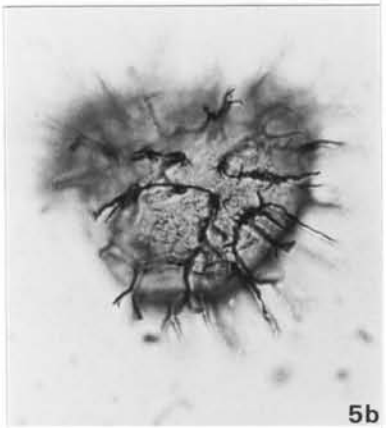

2

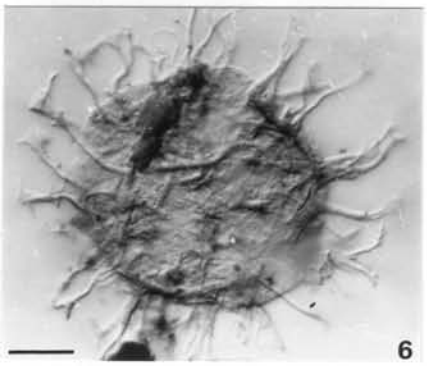

3


5a

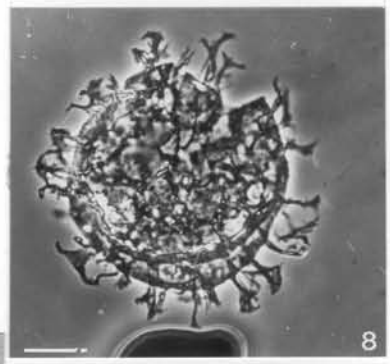

4a

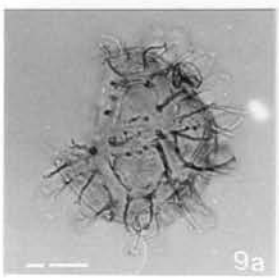

4b

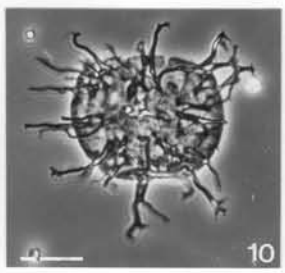

5b

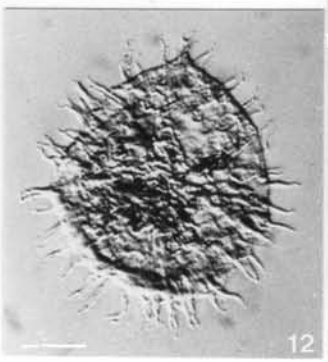

6

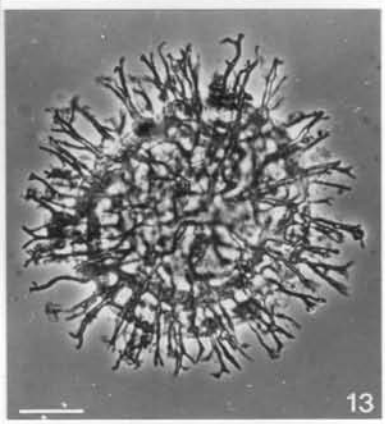

7

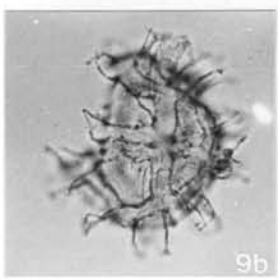

8

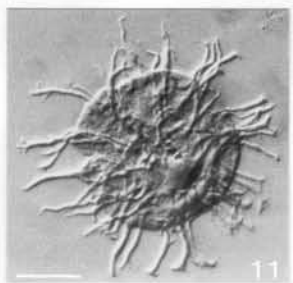

9a


10

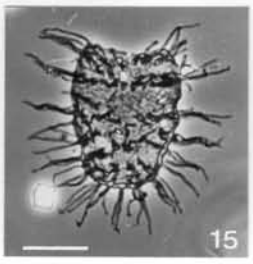

12

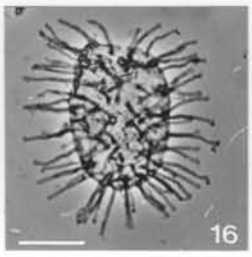

13

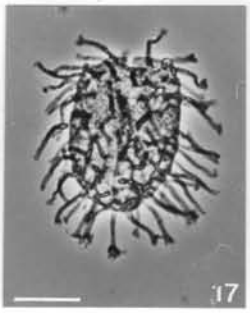

9b


11


14


15


16


17

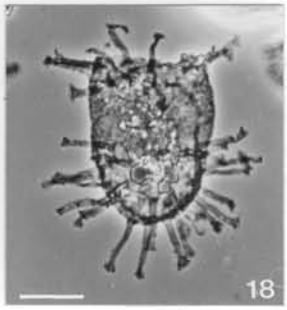

18

PLANCHE XXVI

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Occisucysta duxburyi* JAN DU CHENE *et al.*, 1986b ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; M.E.B.

Fig. 2 : *Sentusidinium* sp. A ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 3 : *Pervosphaeridium pseudhystrichodinium* (DEFLANDRE, 1937b) YUN, 1981 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

Fig. 4 : *Spiniferites dentatus* (GOCHT, 1959) LENTIN & WILLIAMS, 1973 *emend.* DUXBURY, 1977 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H02 ; M.E.B.

Fig. 5 : *Spiniferites dentatus* (GOCHT, 1959) LENTIN & WILLIAMS, 1973 *emend.* DUXBURY, 1977 ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; M.E.B.

Fig. 6 : *Spiniferites* ? *magnoserratus* (COOKSON & EISENACK, 1962b) STOVER & EVITT, 1978 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

Fig. 7 : *Systematophora silyba* DAVEY, 1979a ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; M.E.B.

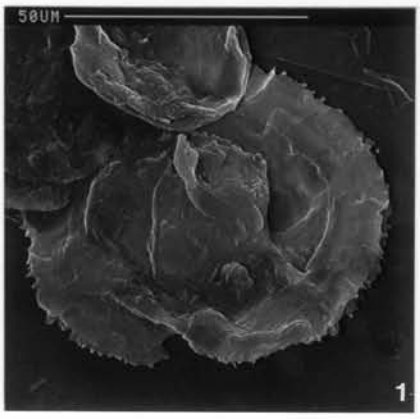
Fig. 8 : *Spiniferites ramosus* subsp. *ramosus* (EHRENBERG, 1838) LOEBLICH & LOEBLICH, 1966 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; M.E.B.

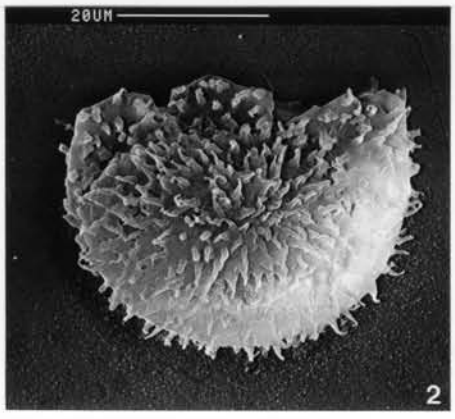
Fig. 9 : *Spiniferites multibrevis* subsp. *seghiris* BELOW, 1982c ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; M.E.B.

Fig. 10 : *Tanyosphaeridium boletus* DAVEY, 1974 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; M.E.B.

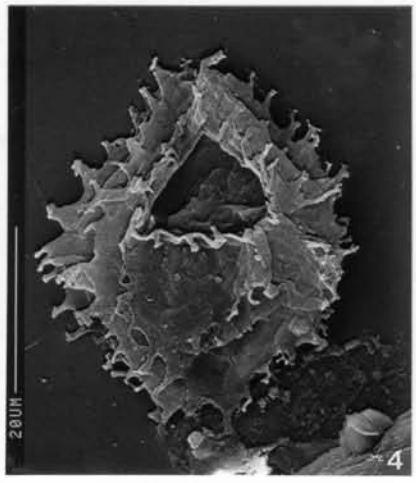
Fig. 11 : *Tanyosphaeridium magneticum* DAVIES, 1983 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; M.E.B.

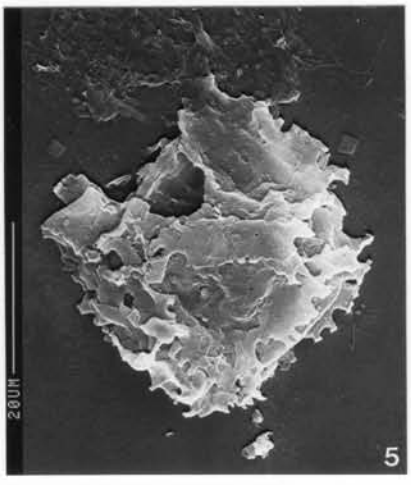
Fig. 12 : *Tanyosphaeridium variecalamus* DAVEY & WILLIAMS, 1966b ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H14' ; M.E.B.

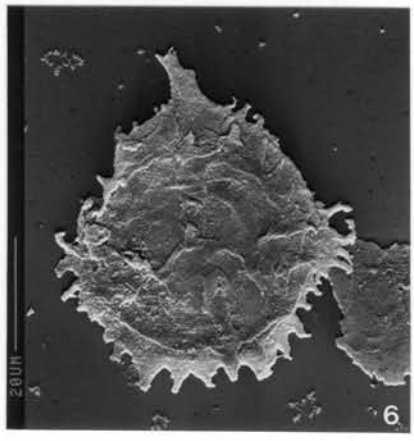

50UM
1


20UM
2

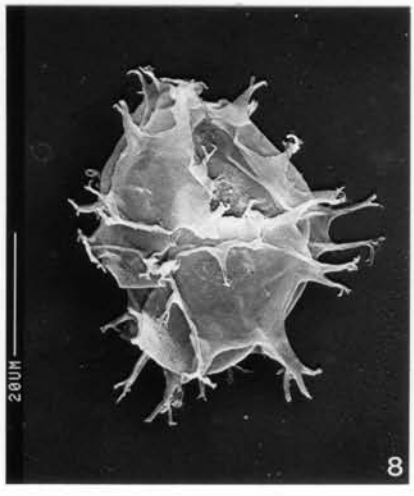

50UM
3

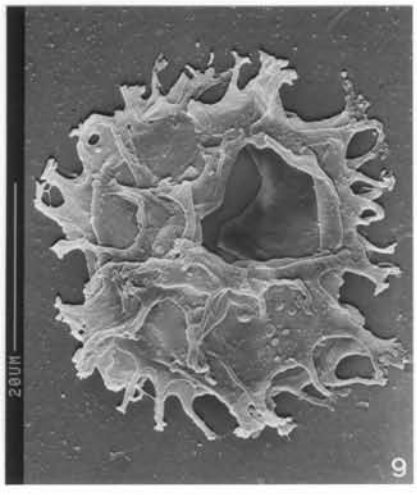

20UM
4


20UM
5


20UM
6


20UM
7


20UM
8


20UM
9


20UM
10


20UM
11

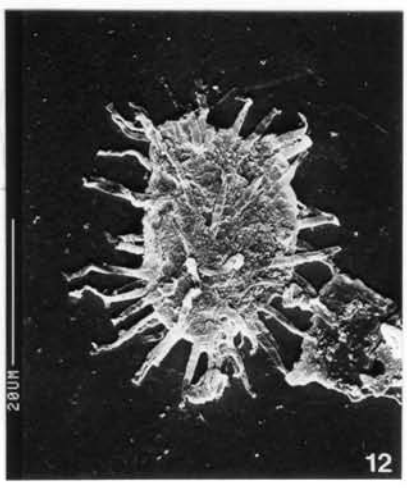

20UM
12

PLANCHE XXVII

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : *Dinogymnium* sp. A ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H12 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Dinogymnium* sp. B ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H12 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Dinogymnium* sp. C ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H12 ; Lumière naturelle.

Fig. 4 : *Rhombodella vesca* DUXBURY, 1980 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H32 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : *Rhombodella paucispina* (ALBERTI, 1961) DUXBURY, 1980 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H15 ; Contraste de phase.

Fig. 6 : *Rhombodella paucispina* (ALBERTI, 1961) DUXBURY, 1980 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau Bu25' ; Contraste de phase.

Fig. 7 : *Nummus monoculatus* MORGAN, 1975 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste interférentiel.

Fig. 8 : Genre indéterminé sp. B ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste interférentiel.

Fig. 9 : Genre indéterminé sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste interférentiel.

Fig. 10 : Genre indéterminé sp. A ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau Bu46 ; Contraste interférentiel.

Fig. 11 : *Micrhystridium* sp. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Lumière naturelle.

Fig. 12 : *Micrhystridium* sp. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste interférentiel.

Fig. 13 : *Cometodinium comatum* SRIVASTAVA, 1984 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H49 ; Contraste de phase.

Fig. 14 : *Tasmanites* sp. ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H42 ; Lumière naturelle.

Fig. 15 : *Cithariplana* sp. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H38 ; Contraste de phase.

Fig. 16 : *Cithariplana* sp. ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H43 ; Contraste de phase.

Fig. 17 : *Veryhachium* sp. ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H45 ; Contraste de phase.

Fig. 18 : Incertæ sedis type 04 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Contraste de phase.

Fig. 19 : Incertæ sedis type 01 ; Hauterivien supérieur, zone à *Angulicostata*, niveau H45 ; Contraste de phase.

Fig. 20 : Incertæ sedis type 01 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H21' ; Contraste de phase.

Fig. 21 : Incertæ sedis type 02 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau Bu27 ; Contraste de phase.

Fig. 22 : Spore (*Cyathidites*) ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau H20 ; Contraste interférentiel.

Fig. 23 : Spore (*Triplanosporites*) ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste Lumière naturelle.

Fig. 24 : Spore trilète (*Gleicheniidites senonicus*) ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H44 ; Lumière naturelle.

Fig. 25 : Spore trilète (? *Contignisporites*) ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H55 ; Lumière naturelle.

Fig. 26 : Spore trilète (*Cicatrisporites*) ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17 ; Lumière naturelle.

Fig. 27 : Pollen dissacate ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H28 ; Contraste interférentiel.

Fig. 28 : Débris ligneux vacuolaire ; Hauterivien supérieur, zone à *Balearis*, niveau H43 ; Lumière naturelle.

Fig. 29 : Scolécodonte ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau Bu30 ; Lumière naturelle.

Fig. 30 : Débris ligneux ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H13 ; Lumière naturelle.

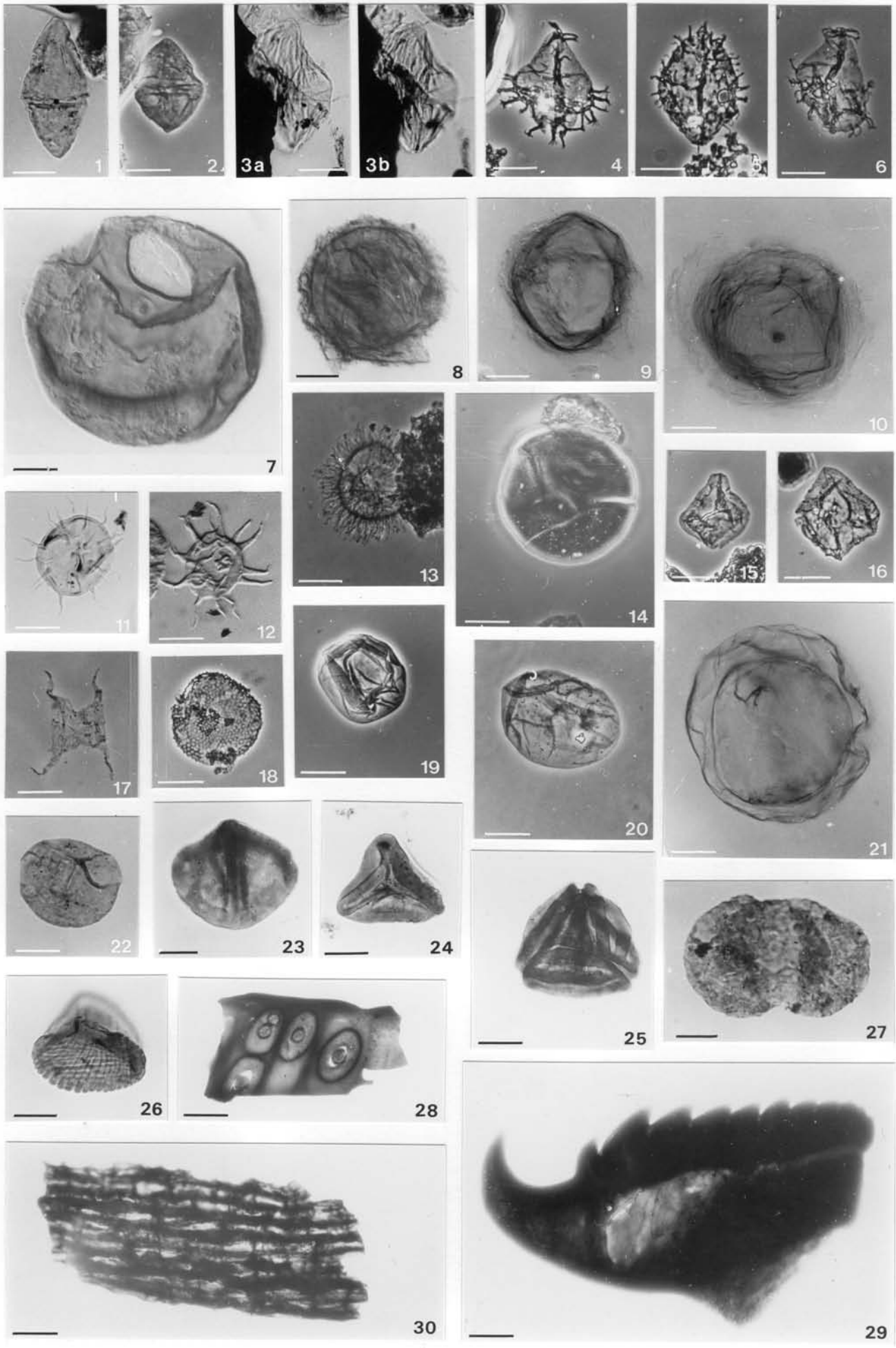

1
2
3a
3b
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
27
26
28
30
29

PLANCHE XXVIII

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : Foraminifère type Bi 09 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H16 ; Lumière naturelle.

Fig. 2 : Foraminifère type Bi 05 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Lumière naturelle.

Fig. 3 : Foraminifère type PE 03 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; a) Contraste de phase, b) Lumière naturelle.

Fig. 4 : Foraminifère type PE 02 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; Lumière naturelle.

Fig. 5 : Foraminifère type PI 01 ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu12 ; Contraste de phase.

Fig. 6 : Foraminifère type PE 01 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; Contraste de phase.

Fig. 7 : Foraminifère type PEl 01 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; Contraste de phase.

Fig. 8 : Foraminifère type Tr 02 ; Hauterivien inférieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu14 ; Lumière naturelle.

Fig. 9 : Foraminifère type Tr 01 ; Hauterivien inférieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu12 ; Contraste de phase.

Fig. 10 : Foraminifère type Tr 03 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Lumière naturelle.

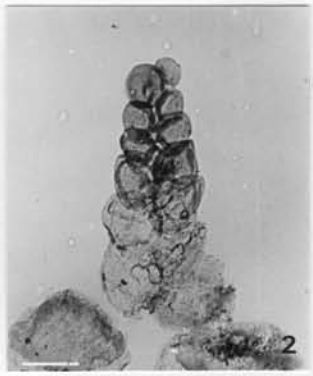
Fig. 11 : Foraminifère type Tr 06 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H55 ; Contraste de phase.

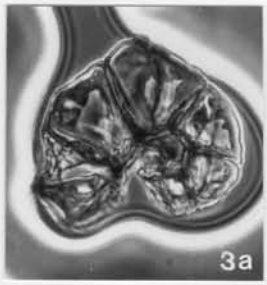
Fig. 12 : Foraminifère type Sto 01 ; Hauterivien inférieur, zone à *Cruasense*, niveau H19 ; Contraste de phase.

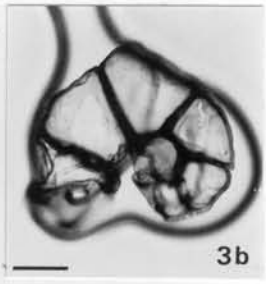
Fig. 13 : Foraminifère type Sto 03 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H57 ; Lumière naturelle.

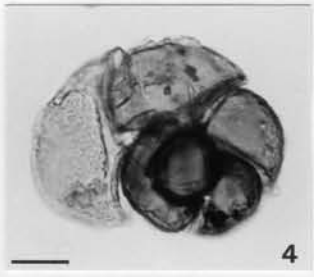
Fig. 14 : Foraminifère type Sto 02 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H58 ; Lumière naturelle.

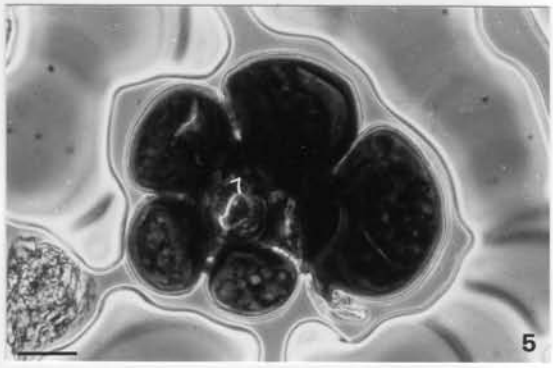


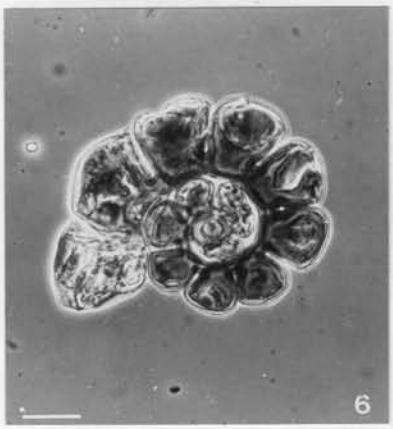

2

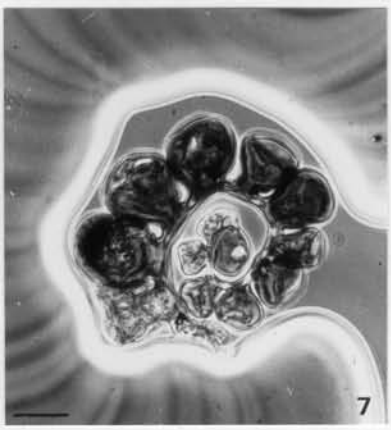

3a

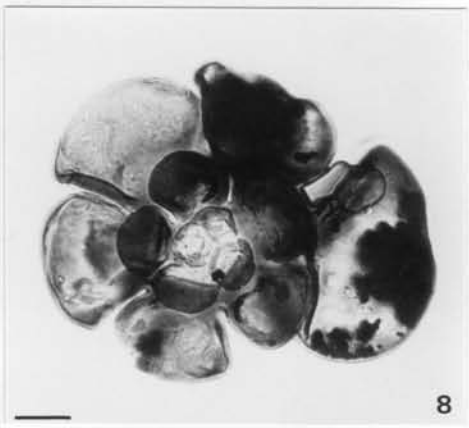

3b

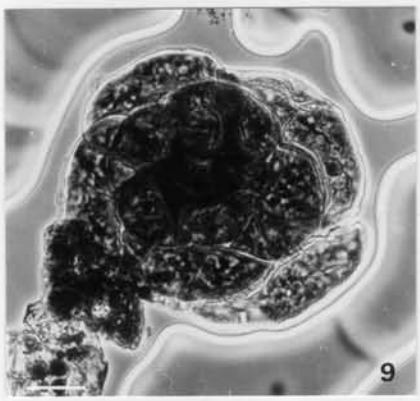

4

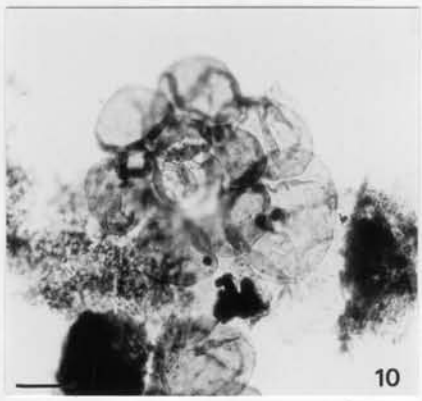

1
5

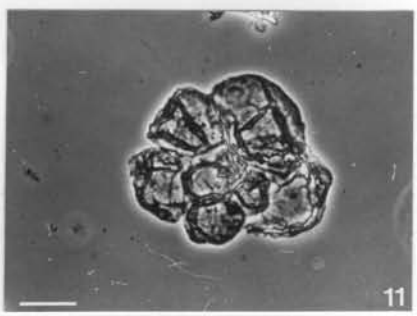

6

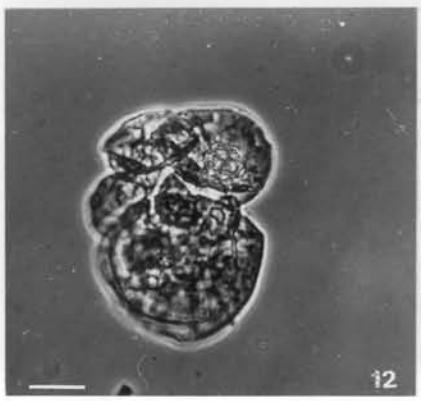

7

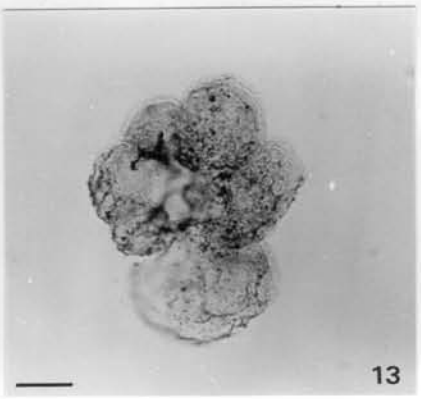

8


9


10


11


12


13


14

PLANCHE XXIX

Echelle : 20 µm.

Fig. 1 : Foraminifère type Un 03 ; Hauterivien inférieur, zone à *Loryi*, niveau H14 ; Lumière naturelle.

Fig. 2 : Foraminifère type Un 02 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Contraste de phase.

Fig. 3 : Foraminifère type Un 01 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H05 ; Contraste de phase.

Fig. 4 : Foraminifère type Un 04 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H31 ; Lumière naturelle.

Fig. 5 : Foraminifère type Bi 06 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H16 ; Lumière naturelle.

Fig. 6 : Foraminifère type Bi 03 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; Contraste de phase.

Fig. 7 : Foraminifère type Bi 03 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau Bu42''' ; Lumière naturelle.

Fig. 8 : Foraminifère type Bi 03 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H35 ; Contraste de phase.

Fig. 9 : Foraminifère type Bi 08 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H29 ; Lumière naturelle.

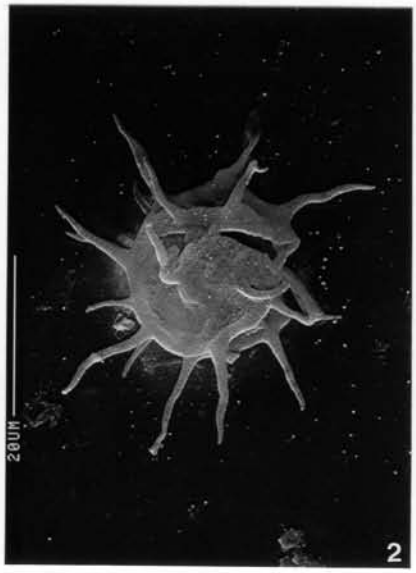
Fig. 10 : Foraminifère type Bi 01 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H25 ; Contraste interférentiel.

Fig. 11 : Foraminifère type Bi 02 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H28 ; Lumière naturelle.

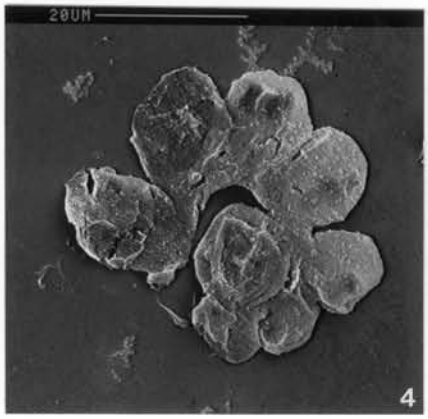
Fig. 12 : Foraminifère type Bi 10 ; Barrémien inférieur, zone à *Compressissima*, niveau H56 ; Lumière naturelle.

Fig. 13 : Foraminifère type Bi 04 ; Hauterivien inférieur, zone à *Nodosoplicatum*, niveau H17' ; Lumière naturelle.

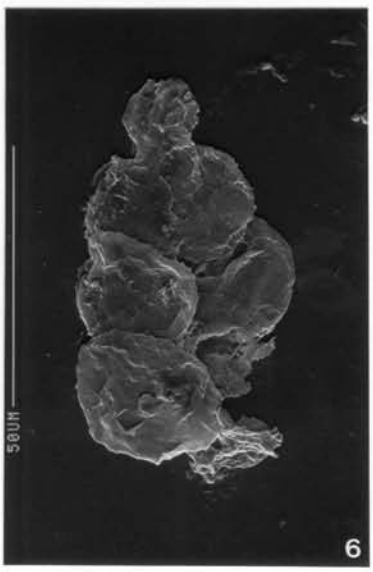

20UM
1


20UM
2


20UM
3


20UM
4


50UM
5


50UM
6


20UM
7

PLANCHE XXX

Fig. 1 : *Micrhystridium* sp. ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; Contraste de phase.

Fig. 2 : *Micrhystridium* sp. ; Valanginien supérieur, zone à *Callidiscus*, niveau Bu10 ; Contraste de phase.

Fig. 3 : *Pterospermella* sp. ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

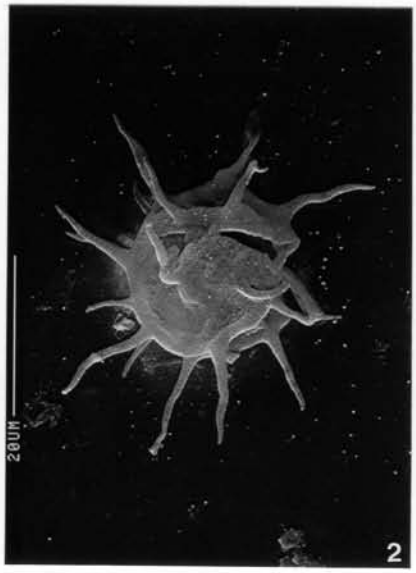
Fig. 4 : Foraminifère type PE 01 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

Fig. 5 : Foraminifère type Tr 02 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

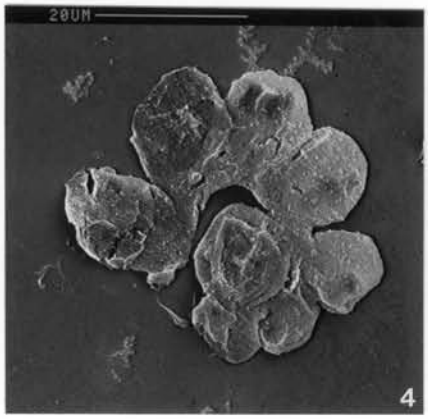
Fig. 6 : Foraminifère type Bi 01 ; Hauterivien inférieur, zone à *Radiatus*, niveau H11 ; Contraste de phase.

Fig. 7 : Foraminifère type PEl 01 ; Hauterivien supérieur, zone à *Sayni*, niveau H40 ; Contraste de phase.

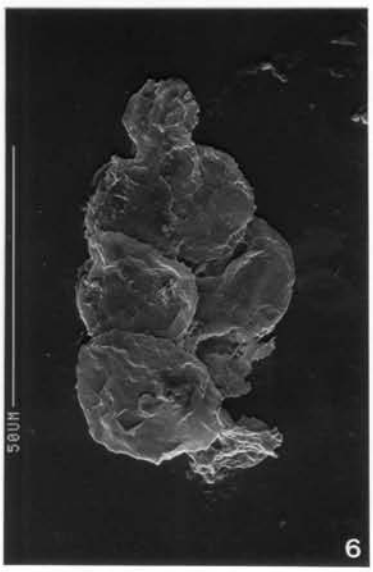

20UM
1


20UM
2


20UM
3


20UM
4


50UM
5


50UM
6


20UM
7

VALANGINIEN — supérieur — *Callidiscus*

HAUTERIVIEN — inférieur — *Radiatus* | *Lorvi* | *Nodosoplicatum* | *Cruasense*

HAUTERIVIEN — supérieur — *Sayni* | *Bal.* | *Angulicostata*

Bu | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 12' | 13 | 14 | 16' | 24 | 24' | 25 | 25' | 26 | 27 | 27' | 28 | 29 | 30 | 31 | 31' | 31'' | 32 | 33 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 40' | 41 | 42 | 42' | 42'' | 42''' | 43 | 44 | 45 | 45' | 46 | 47

	Taxons
1	*Batiacasphaera sp. A*
2	*Cyclonephelium brevispinatum*
3	*Oligosphaeridium dividuum*
4	*Cyclonephelium hystrix*
5	*Oligosphaeridium complex*
6	*Pervosph. pseudhystrichodinium*
7	*Cymososphaeridium validum*
8	*Phoberocysta neoc. cruciformis*
9	*Cribroperidinium orthoceras*
10	*Kiokansium polypes polypes*
11	*Exochosphaeridium phragmites*
12	*Gardodinium albertii*
13	*Aptea securigera*
14	*Cribroperidinium cf. aparsium*
15	*Batioladinium ? exiguum*
16	*Kleithriasphaeridium eoinodes*
17	*Rhynchodiniopsis aptiana*
18	*Cassiculosphaeridia magna*
19	*Cauca parva*
20	*Gardodinium ordinale*
21	*Systematophora scoriacea*
22	*Achomosphaera cf. neptunii*
23	*Rhombodella paucispina*
24	*Oligosphaeridium porosum*
25	*Sentusidinium sp. A*
26	*Tanyosphaeridium regulare*
27	*Muderongia extensiva extensiva*
28	*Muderongia cf. simplex*
29	*Dingodinium cerviculum albertii*
30	*Dissiliodinium cf. globulum*
31	*Pseudoceratium pellif. pelliferum*
32	*Canningia colliveri*
33	*Cassiculosphaeridia pygmaea*
34	*Adnatosphaeridium caulleryi*
35	*Hystrichodinium pulchrum*
36	*Muderongia tomaszowensis*
37	*Avellodinium cf. lepidum*
38	*Subtilisphaera scabrata*
39	*Dapsilidinium multispinosum*
40	*Meiourogonyaulax pertusa pertusa*
41	*Dapsilidinium warrenii*
42	*Oligosphaeridium poculum*
43	*Discorsia nanna*
44	*Systematophora silyba*
45	*Spiniferites lenzii*
46	*Cribroperidinium edwardsii*
47	*Wallodinium krutzschii*
48	*Spiniferites ramosus ramosus*
49	*Hystrichodinium voigtii*
50	*Avellodinium lepidum*
51	*Tanyosphaeridium magnelicum*
52	*Cleistosphaeridium ? aciculare*
53	*Tanyosphaeridium boletus*
54	*Exochosphaeridium muelleri*
55	*Cassiculosphaeridia reticulata*
56	*Spiniferites ramosus brevifurcatus*
57	*Tanyosphaeridium variecalamus*
58	*Canningia sp. E*
59	*Achomosphaera ramulif. ramosasimilis*
60	*Cyclonephelium densebarbatum*
61	*Phoberocysta "tomaszowensis"*
62	*Systematophora cretacea*
63	*Spiniferites multibrevis multibrevis*
65	*Cyclonephelium distinctum distinctum*
64	*Heslertonia heslertonensis*
66	*Batioladinium ? pelliferum*
67	*Gonyaulacysta fastigiata*
68	*Meiourogonyaulax bulloidea*
69	*Spiniferites multibrevis seghiris*
70	*Cribroperidinium sepimentum*
71	*Cleistosphaeridium polytrichum*
72	*Cyclonephelium hirtellum*
73	*Gonyaulacysta diutina*
74	*Hystrichosphaeridium duplum duplum*
75	*Cyclonephelium paucispinum*
76	*Mendicodinium reticulatum*
77	*Spiniferites ? dentatus*
78	*Cleistosphaeridium multispinosum*
79	*Callaiosphaeridium asymmetricum*
80	*Cribroperidinium sp. C*
81	*Oligosphaeridium ? asterigerum*
82	*Rhynchodiniopsis cf. fimbriata*
83	*Batiacasphaera macrogranulata*
84	*Muderongia tomaszowensis A*
85	*Muderongia sp. A*
86	*Occisucysta tentoria*
87	*Phoberocysta "extensiva extensiva"*
88	*Bourkidinium cf. psilatum A*
89	*Phoberocysta "simplex"*
90	*Callaiosphaeridium trycherium*
91	*Cyclonephelium paucimarginatum*
92	*Cyclonephelium vannophorum*
93	*Spiniferites ? magnoserratus*
94	*Muderongia simplex simplex*
95	*Muderongia parista*
96	*Kleithriasphaeridium corrugatum*
97	*Spiniferites ramosus reticulatus*
98	*Phoberocysta "cf. staurota"*
99	*Phoberocysta "cf. simplex"*
100	*Cribroperidinium confossum*
101	*Gonyaulacysta helicoidea*
102	*Bourkidinium cf. psilatum B*
103	*Batiacasphaera sp. H*
104	*Melchinopsis kostromiensis*
105	*Phoberocysta neocomica convexa*
106	*Muderongia staurota*
107	*Pterodinium ? cf. cornutum*
108	*Occisucysta duxburyi*
109	*Gonyaulacysta perforobtusa*
110	*Phoberocysta "staurota"*
111	*Trichodinium spinosum*
112	*Spiniferites cornutus laevimurus*
113	*Pareodinia ceratophora ceratophora*
114	*Cribroperidinium palla*
115	*Batiacasphaera sp. P*
116	*Batioladinium varigranosum*
117	*Cleistosphaeridium sp. A*
118	*Ctenidodinium elegantulum*
119	*Batioladinium jaegeri*
120	*Batioladinium longicornutum*
121	*Ovoidinium diversum*
122	*Muderongia imparilis*
123	*Aprobolocysta trycheria*
124	*Muderongia extensiva A*
125	*Bourkidinium granulatum*
126	*Hystrichodinium furcatum*
127	*Endoscrinium campanula campanula*
128	*Hystrichostrogylon membraniphorum*
129	*Dingodinium cerviculum europaeum*
130	*Muderongia sp. C*
131	*Phoberocysta "extensiva bicornuta"*
132	*Muderongia crucis*
133	*Callaiosphaeridium sp. A*
134	*Subtilisphaera perlucida*
135	*Wallodinium ? luna*
136	*Oligosphaeridium cf. intermedium*
137	*Florentinia laciniata laciniata*
138	*Pseudoceratium gochtii*
139	*Cribroperidinium ? sp. B*
140	*Aprobolocysta neistosa*
141	*Aprobolocysta eilema*
142	*Coronifera albertii*
143	*Muderongia extensiva bicornuta*
144	*Gonyaulacysta cretacea*
145	*Muderongia cf. staurota*
146	*Pterodinium cingulatum cingulatum*
147	*Taleisphaera hydra*
148	*Druggidium deflandrei*
149	*Microdinium opacum*
150	*Pterodinium sp. A*
151	*Phoberocysta "australis"*
152	*Systematophora sp. A*
153	*Hystrichostrogylon stolidotum*
154	*Ovoidinium sp. A*
155	*Coronifera oceanica*
156	*Exochosphaeridium ? sp. A*
157	*Gen. ind. sp. A*
158	*Gen. ind. sp. B*
159	*Nummus monoculatus*

- : Très abondant (plus de 8,0%)
- : Abondant (de 3,0 à 7,9%)
- : Commun (de 0,6 à 2,9%)
- : Assez rare (de 0,2 à 0,5%)
- : Rare (moins de 0,2%)
- : Présence extrapolée
- ? ? ? : Détermination incertaine

	Taxons
22	*Achomosphaera cf. neptunii*
59	*Achomosphaera ramulifera ramosasimilis*
34	*Adnatosphaeridium caulleryi*
141	*Aprobolocysta eilema*
140	*Aprobolocysta neistosa*
123	*Aprobolocysta trycheria*
13	*Aptea securigera*
50	*Avellodinium lepidum*
37	*Avellodinium cf. lepidum*
83	*Batiacasphaera macrogranulata*
1	*Batiacasphaera sp. A*
103	*Batiacasphaera sp. H*
115	*Batiacasphaera sp. P*
15	*Batioladinium ? exiguum*
119	*Batioladinium jaegeri*
120	*Batioladinium longicornutum*
66	*Batioladinium ? pelliferum*
116	*Batioladinium varigranosum*
125	*Bourkidinium granulatum*
88	*Bourkidinium cf. psilatum A*
102	*Bourkidinium cf. psilatum B*
79	*Callaiosphaeridium asymmetricum*
90	*Callaiosphaeridium trycherium*
133	*Callaiosphaeridium sp. A*
32	*Canningia colliveri*
58	*Canningia sp. E*
18	*Cassiculosphaeridia magna*
33	*Cassiculosphaeridia pygmaea*
55	*Cassiculosphaeridia reticulata*
19	*Cauca parva*
52	*Cleistosphaeridium ? aciculare*
78	*Cleistosphaeridium multispinosum*
71	*Cleistosphaeridium polytrichum*
117	*Cleistosphaeridium sp. A*
142	*Coronifera albertii*
155	*Coronifera oceanica*
14	*Cribroperidinium cf. aparsium*
100	*Cribroperidinium confossum*
46	*Cribroperidinium edwardsii*
9	*Cribroperidinium orthoceras*
114	*Cribroperidinium palla*
70	*Cribroperidinium sepimentum*
139	*Cribroperidinium ? sp. B*
80	*Cribroperidinium sp. C*
118	*Ctenidodinium elegantulum*
2	*Cyclonephelium brevispinatum*
60	*Cyclonephelium densebarbatum*
65	*Cyclonephelium distinctum distinctum*
72	*Cyclonephelium hirtellum*
4	*Cyclonephelium hystrix*
91	*Cyclonephelium paucimarginatum*
75	*Cyclonephelium paucispinum*
92	*Cyclonephelium vannophorum*
7	*Cymososphaeridium validum*
39	*Dapsilidinium multispinosum*
41	*Dapsilidinium warrenii*
29	*Dingodinium cerviculum albertii*
129	*Dingodinium cerviculum europaeum*
43	*Discorsia nanna*
30	*Dissiliodinium cf. globulum*
148	*Druggidium deflandrei*
127	*Endoscrinium campanula campanula*
54	*Exochosphaeridium muelleri*
11	*Exochosphaeridium phragmites*
156	*Exochosphaeridium ? sp. A*
137	*Florentinia laciniata laciniata*
12	*Gardodinium albertii*
20	*Gardodinium ordinale*
157	*Gen. ind. sp. A*
158	*Gen. ind. sp. B*
144	*Gonyaulacysta cretacea*
73	*Gonyaulacysta diutina*
67	*Gonyaulacysta fastigiata*
101	*Gonyaulacysta helicoidea*
109	*Gonyaulacysta perforobtusa*
64	*Heslertonia heslertonensis*
126	*Hystrichodinium furcatum*
35	*Hystrichodinium pulchrum*
49	*Hystrichodinium voigtii*
74	*Hystrichosphaeridium duplum duplum*
128	*Hystrichostrogylon membraniphorum*
153	*Hystrichostrogylon stolidotum*
10	*Kiokansium polypes polypes*
96	*Kleithriasphaeridium corrugatum*
16	*Kleithriasphaeridium eoinodes*
68	*Meiourogonyaulax bulloidea*
40	*Meiourogonyaulax pertusa pertusa*
76	*Mendicodinium reticulatum*
149	*Microdinium opacum*
132	*Muderongia crucis*
27	*Muderongia extensiva extensiva*
124	*Muderongia extensiva A*
143	*Muderongia extensiva bicornuta*
122	*Muderongia imparilis*
95	*Muderongia parista*
94	*Muderongia simplex simplex*
28	*Muderongia cf. simplex*
106	*Muderongia staurota*
145	*Muderongia cf. staurota*
36	*Muderongia tomaszowensis*
84	*Muderongia tomaszowensis A*
85	*Muderongia sp. A*
130	*Muderongia sp. C*
104	*Melchinopsis kostromiensis*
159	*Nummus monoculatus*
108	*Occisucysta duxburyi*
86	*Occisucysta tentoria*
81	*Oligosphaeridium ? asterigerum*
136	*Oligosphaeridium cf. intermedium*
5	*Oligosphaeridium complex*
3	*Oligosphaeridium dividuum*
42	*Oligosphaeridium poculum*
24	*Oligosphaeridium porosum*
121	*Ovoidinium diversum*
154	*Ovoidinium sp. A*
113	*Pareodinia ceratophora ceratophora*
6	*Pervosphaeridium pseudhystrichodinium*
105	*Phoberocysta neocomica convexa*
8	*Phoberocysta neocomica cruciformis*
151	*Phoberocysta "australis"*
87	*Phoberocysta "extensiva extensiva"*
131	*Phoberocysta "extensiva bicornuta"*
110	*Phoberocysta "staurota"*
98	*Phoberocysta "cf. staurota"*
89	*Phoberocysta "simplex"*
99	*Phoberocysta "cf. simplex"*
61	*Phoberocysta "tomaszowensis"*
138	*Pseudoceratium gochtii*
31	*Pseudoceratium pelliferum pelliferum*
146	*Pterodinium cingulatum cingulatum*
107	*Pterodinium ? cf. cornutum*
150	*Pterodinium sp. A*
23	*Rhombodella paucispina*
17	*Rhynchodiniopsis aptiana*
82	*Rhynchodiniopsis cf. fimbriata*
25	*Sentusidinium sp. A*
112	*Spiniferites cornutus laevimurus*
77	*Spiniferites ? dentatus*
45	*Spiniferites lenzii*
93	*Spiniferites ? magnoserratus*
63	*Spiniferites multibrevis multibrevis*
69	*Spiniferites multibrevis seghiris*
56	*Spiniferites ramosus brevifurcatus*
48	*Spiniferites ramosus ramosus*
97	*Spiniferites ramosus reticulatus*
134	*Subtilisphaera perlucida*
38	*Subtilisphaera scabrata*
62	*Systematophora cretacea*
21	*Systematophora scoriacea*
44	*Systematophora silyba*
152	*Systematophora sp. A*
147	*Taleisphaera hydra*
53	*Tanyosphaeridium boletus*
51	*Tanyosphaeridium magneticum*
26	*Tanyosphaeridium regulare*
57	*Tanyosphaeridium variecalamus*
111	*Trichodinium spinosum*
47	*Wallodinium krutzschii*
135	*Wallodinium ? luna*

TABLEAU A : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES DINOFLAGELLES DE LA COUPE DES BUISSIERES ; PAR ORDRE D'APPARITION.

HAUTERIVIEN — BARREMIEN

inférieur — supérieur — inférieur

Radiatus | *Loryi* | *Nodosoplicatum* | *Crusense* | *Sayni* | *Balearis* | *Angulicostata* | *Hugii* | *Compressissima*

H01 H02 H03 H04 H05 H06 H08 H09 H10 H11 H12 H13 H14' H15 H17 H17' H18 H19 H20 H21 H21' H23 H25 H28 H32 H33 H35 H38 H39 H40 H42 H43 H44 H45 H48 H51 H52 H53 H55 H56 H58

: Très abondant (plus de 10%)
: Abondant (5 à 9,9%)
: Commun (1 à 4,9%)
: Assez rare (0,5 à 0,9%)
: Rare (moins de 0,5%)
: Présence extrapolée
? ? ? : Détermination incertaine

	Taxons
1	*Achomosphaera ramulifera ramosasimilis*
2	*Dinogymnium sp. B*
3	*Dinogymnium sp. A*
4	*Cyclonephelium paucimarginatum*
5	*Batioladinium ? gochtii*
6	*Dinogymnium sp. C*
7	*Bourkidinium granulatum*
8	*Nelchinopsis kostromiensis*
9	*Hapsocysta peridictya*
10	*Spiniferites multibrevis chebca*
11	*Canningia colliveri*
12	*Phoberocysta "australis"*
13	*Muderongia extensiva bicornuta*
14	*Gonyaulacysta perforobtusa*
15	*Phoberocysta "cf. staurota"*
16	*Phoberocysta "crucis"*
17	*Chytroeisphaeridia sp. A*
18	*Rhombodella vesca*
19	*Muderongia tomaszowensis A*
20	*Phoberocysta "sp. A"*
21	*Muderongia imparilis*
22	*Meiourogonyaulax pertusa pertusa*
23	*Gonyaulacysta fastigiata*
24	*Phoberocysta "extensiva bicornuta"*
25	*Chlamydophorella nyei*
26	*Muderongia sp. A*
27	*Pseudoceratium gochtii*
28	*Muderongia extensiva extensiva*
29	*Muderongia australis*
30	*Cyclonephelium vannophorum*
31	*Heslertonia pellucida*
32	*Microdinium opacum*
33	*Cyclonephelium distinctum distinctum*
34	*Bourkidinium cf. psilatum A*
35	*Batioladinium varigranosum*
36	*Hystrichostrogylon membraniphorum*
37	*Callaiosphaeridium sp. A*
38	*Phoberocysta tabulata*
39	*Dapsilidinium ? deflandrei*
40	*Taleisphaera hydra*
41	*Muderongia crucis*
42	*Pervosphaeri. pseudhystrichodinium*
43	*Aprobolocysta eilema*
44	*Cribroperidinium sepimentum*
45	*Atopodinium haromense*
46	*Cauca parva*
47	*Systematophora scoriacea*
48	*Muderongia extensiva A*
49	*Mendicodinium reticulatum*
50	*Muderongia cf. staurota*
51	*Phoberocysta "extensiva extensiva"*
52	*Trichodinium spinosum*
53	*Chytroeisphaeridia cerastes*
54	*Chytroeisphaeridia scabrata*
55	*Cribroperidinium confossum*
56	*Systematophora cretacea*
57	*Spiniferites cornutus laevimurus*
58	*Aprobolocysta trycheria*
59	*Phoberocysta "staurota"*
60	*Florentinia laciniata laciniata*
61	*Coronifera albertii*
62	*Phoberocysta "simplex"*
63	*Wallodinium ? luna*
64	*Wallodinium cylindricum*
65	*Phoberocysta "cf. simplex"*
66	*Occisucysta duxburyi*
67	*Kleithriasphaeridium fasciatum*
68	*Cleistosphaeridium polytrichum*
69	*Bourkidinium cf. psilatum B*
70	*Pareodinia ceratoph. ceratophora*
71	*Aptea securigera*
72	*Batiacasphaera sp. H*
73	*Cyclonephelium densebarbatum*
74	*Batiacasphaera sp. A*
75	*Gonyaulacysta diutina*
76	*Cleistosphaeridium sp. A*
77	*Aprobolocysta neistosa*
78	*Callaiosphaeridium trycherium*
79	*Adnatosphaeridium caulleryi*
80	*Oligosphaeridium porosum*
81	*Hystrichodinium voigtii*
82	*Oligosphaeridium poculum*
83	*Tanyosphaeridium magneticum*
84	*Cyclonephelium hirtellum*
85	*Nummus monoculatus*
86	*Muderongia sp. C*
87	*Discorsia nanna*
88	*Batioladinium ? exiguum*
89	*Rhombodella paucispina*
90	*Muderongia simplex simplex*
91	*Kleithriasphaeridium corrugatum*
92	*Batioladinium jaegeri*
93	*Muderongia cf. simplex*
94	*Endoscrinium campanula campanula*
95	*Cometodinium comatum*
96	*Gonyaulacysta helicoidea*
97	*Heslertonia heslertonensis*
98	*Spiniferites ? magnoserratus*
99	*Callaiosphaeridium asymmetricum*
100	*Tanyosphaeridium boletus*
101	*Phoberocysta "pariata"*
102	*Batioladinium longicornutum*
103	*Systematophora silyba*
104	*Systematophora sp. A*
105	*Hystrichodinium furcatum*
106	*Occisucysta tentoria*
107	*Cribroperidinium orthoceras*
108	*Hystrichodinium pulchrum*
109	*Sentusidinium sp. A*
110	*Subtilisphaera terrula*
111	*Odontochitina operculata*
112	*Druggidium deflandrei*
113	*Cribroperidinium sp. C*
114	*Phoberocysta neoc. cruciformis*
115	*Phoberocysta "tomaszowensis"*
116	*Muderongia tomaszowensis*
117	*Meiourogonyaulax bulloidea*
118	*Subtilisphaera perlucida*
119	*Avellodinium cf. lepidum*
120	*Spiniferites ramosus ramosus*
121	*Spiniferites ramos. brevifurcatus*
122	*Cribroperidinium cf. sparsium*
123	*Dissiliodinium cf. globulum*
124	*Cyclonephelium brevispinatum*
125	*Batiacasphaera sp. P*
126	*Rhynchodiniopsis cf. fimbriata*
127	*Cleistosphaeridium ? aciculare*
128	*Oligosphaeridium dividuum*
129	*Pseudoceratium pelliferum solocispinum*
130	*Hystrichostrogylon coninckii*
131	*Pterodinium cingulatum cingulatum*
132	*Tanyosphaeridium variecalamus*
133	*Batioladinium ? pelliferum*
134	*Spiniferites ? dentatus*
135	*Achomosphaera cf. neptunii*
136	*Avellodinium lepidum*
137	*Cymososphaeridium validum*
138	*Exochosphaeridium ? sp. A*
139	*Kleithriasphaeridium eoinodes*
140	*Spiniferites ramosus reticulatus*
141	*Dapsilidinium multispinosum*
142	*Dapsilidinium warrenii*
143	*Cribroperidinium edwardsii*
144	*Pterodinium sp. A*
145	*Hystrichostrogylon stolidotum*
146	*Spiniferites lenzii*
147	*Spiniferites multibrevis multibrevis*
148	*Phoberocysta neocomica convexa*
149	*Exochosphaeridium muelleri*
150	*Cribroperidinium palla*
151	*Cassiculosphaeridia reticulata*
152	*Wallodinium krutzschii*
153	*Gardodinium albertii*
154	*Hystrichosphaeridium duplum duplum*
155	*Cleistosphaeridium chems*
156	*Oligosphaeridium complex*
157	*Gonyaulacysta cretacea*
158	*Rhynchodiniopsis aptiana*
159	*Subtilisphaera scabrata*
160	*Cassiculosphaeridia magna*
161	*Oligosphaeridium cf. intermedium*
162	*Spiniferites multibrevis seghiris*
163	*Cleistosphaerid. multispinosum*
164	*Muderongia pariata*
165	*Ctenidodinium elegantulum*
166	*Tanyosphaeridium regulare*
167	*Coronifera oceanica*
168	*Batiacasphaera macrogranulata*
169	*Dingodinium cerviculum europaeum*
170	*Cassiculosphaeridia pygmaea*
171	*Exochosphaeridium phragmites*
172	*Pseudoceratium pell. pelliferum*
173	*Pterodinium ? cf. cornutum*
174	*Kiokansium polypes polypes*
175	*Canningia sp. E*
176	*Gardodinium ordinale*
177	*Muderongia staurota*
178	*Oligosphaeridium ? asterigerum*
179	*Cyclonephelium hystrix*
180	*Dingodinium cerviculum albertii*

	Taxons
135	*Achomosphaera cf. neptunii*
1	*Achomosphaera ramulifera ramosasimilis*
79	*Adnatosphaeridium caulleryi*
43	*Aprobolocysta eilema*
77	*Aprobolocysta neistosa*
58	*Aprobolocysta trycheria*
71	*Aptea securigera*
45	*Atopodinium haromense*
136	*Avellodinium lepidum*
119	*Avellodinium cf. lepidum*
168	*Batiacasphaera macrogranulata*
74	*Batiacasphaera sp. A*
72	*Batiacasphaera sp. H*
125	*Batiacasphaera sp. P*
88	*Batioladinium ? exiguum*
5	*Batioladinium ? gochtii*
92	*Batioladinium jaegeri*
102	*Batioladinium longicornutum*
133	*Batioladinium ? pelliferum*
35	*Batioladinium varigranosum*
7	*Bourkidinium granulatum*
34	*Bourkidinium cf. psilatum A*
69	*Bourkidinium cf. psilatum B*
99	*Callaiosphaeridium asymmetricum*
78	*Callaiosphaeridium trycherium*
37	*Callaiosphaeridium sp. A*
11	*Canningia colliveri*
175	*Canningia sp. E*
160	*Cassiculosphaeridia magna*
170	*Cassiculosphaeridia pygmaea*
151	*Cassiculosphaeridia reticulata*
46	*Cauca parva*
25	*Chlamydophorella nyei*
53	*Chytroeisphaeridia cerastes*
54	*Chytroeisphaeridia scabrata*
17	*Chytroeisphaeridia sp. A*
163	*Cleistosphaeridium ? aciculare*
127	*Cleistosphaeridium chems*
155	*Cleistosphaeridium multispinosum*
68	*Cleistosphaeridium polytrichum*
76	*Cleistosphaeridium sp. A*
95	*Cometodinium comatum*
61	*Coronifera albertii*
167	*Coronifera oceanica*
122	*Cribroperidinium cf. sparsium*
55	*Cribroperidinium confossum*
143	*Cribroperidinium edwardsii*
107	*Cribroperidinium orthoceras*
150	*Cribroperidinium palla*
44	*Cribroperidinium sepimentum*
113	*Cribroperidinium sp. C*
165	*Ctenidodinium elegantulum*
124	*Cyclonephelium brevispinatum*
73	*Cyclonephelium densebarbatum*
4	*Cyclonephelium paucimarginatum*
30	*Cyclonephelium vannophorum*
137	*Cymososphaeridium validum*
39	*Dapsilidinium ? deflandrei*
141	*Dapsilidinium multispinosum*
142	*Dapsilidinium warrenii*
180	*Dingodinium cerviculum albertii*
169	*Dingodinium cerviculum europaeum*
3	*Dinogymnium sp. A*
2	*Dinogymnium sp. B*
6	*Dinogymnium sp. C*
87	*Discorsia nanna*
123	*Dissiliodinium cf. globulum*
112	*Druggidium deflandrei*
94	*Endoscrinium campanula campanula*
149	*Exochosphaeridium muelleri*
171	*Exochosphaeridium phragmites*
138	*Exochosphaeridium ? sp. A*
60	*Florentinia laciniata laciniata*
153	*Gardodinium albertii*
176	*Gardodinium ordinale*
157	*Gonyaulacysta cretacea*
75	*Gonyaulacysta diutina*
23	*Gonyaulacysta fastigiata*
96	*Gonyaulacysta helicoidea*
14	*Gonyaulacysta perforobtusa*
9	*Hapsocysta peridictya*
97	*Heslertonia heslertonensis*
31	*Heslertonia pellucida*
105	*Hystrichodinium furcatum*
108	*Hystrichodinium pulchrum*
81	*Hystrichodinium voigtii*
154	*Hystrichosphaeridium duplum duplum*
130	*Hystrichostrogylon coninckii*
36	*Hystrichostrogylon membraniphorum*
145	*Hystrichostrogylon stolidotum*
174	*Kiokansium polypes polypes*
91	*Kleithriasphaeridium corrugatum*
139	*Kleithriasphaeridium eoinodes*
67	*Kleithriasphaeridium fasciatum*
117	*Meiourogonyaulax bulloidea*
22	*Meiourogonyaulax pertusa pertusa*
49	*Mendicodinium reticulatum*
32	*Microdinium opacum*
29	*Muderongia australis*
41	*Muderongia crucis*
28	*Muderongia extensiva extensiva*
48	*Muderongia extensiva A*
13	*Muderongia extensiva bicornuta*
21	*Muderongia imparilis*
164	*Muderongia pariata*
90	*Muderongia simplex simplex*
93	*Muderongia cf. simplex*
177	*Muderongia staurota*
50	*Muderongia cf. staurota*
116	*Muderongia tomaszowensis*
19	*Muderongia tomaszowensis A*
26	*Muderongia sp. A*
86	*Muderongia sp. C*
8	*Nelchinopsis kostromiensis*
85	*Nummus monoculatus*
66	*Occisucysta duxburyi*
106	*Occisucysta tentoria*
111	*Odontochitina operculata*
178	*Oligosphaeridium ? asterigerum*
161	*Oligosphaeridium cf. intermedium*
156	*Oligosphaeridium complex*
128	*Oligosphaeridium dividuum*
82	*Oligosphaeridium poculum*
80	*Oligosphaeridium porosum*
70	*Pareodinia ceratophora ceratophora*
42	*Pervosphaeridium pseudhystrichodinium*
114	*Phoberocysta neocomica convexa*
148	*Phoberocysta neocomica cruciformis*
38	*Phoberocysta tabulata*
12	*Phoberocysta "australis"*
16	*Phoberocysta "crucis"*
24	*Phoberocysta "extensiva bicornuta"*
51	*Phoberocysta "extensiva extensiva"*
101	*Phoberocysta "pariata"*
59	*Phoberocysta "staurota"*
15	*Phoberocysta "cf. staurota"*
62	*Phoberocysta "simplex"*
65	*Phoberocysta "cf. simplex"*
115	*Phoberocysta "tomaszowensis"*
20	*Phoberocysta "sp. A"*
27	*Pseudoceratium gochtii*
172	*Pseudoceratium pelliferum pelliferum*
129	*Pseudoceratium pelliferum solocispinum*
131	*Pterodinium cingulatum cingulatum*
173	*Pterodinium ? cf. cornutum*
144	*Pterodinium sp. A*
89	*Rhombodella paucispina*
18	*Rhombodella vesca*
158	*Rhynchodiniopsis aptiana*
126	*Rhynchodiniopsis cf. fimbriata*
109	*Sentusidinium sp. A*
57	*Spiniferites cornutus laevimurus*
134	*Spiniferites ? dentatus*
146	*Spiniferites lenzii*
98	*Spiniferites ? magnoserratus*
10	*Spiniferites multibrevis chebca*
147	*Spiniferites multibrevis multibrevis*
162	*Spiniferites multibrevis seghiris*
121	*Spiniferites ramosus brevifurcatus*
120	*Spiniferites ramosus ramosus*
140	*Spiniferites ramosus reticulatus*
118	*Subtilisphaera perlucida*
159	*Subtilisphaera scabrata*
110	*Subtilisphaera terrula*
56	*Systematophora cretacea*
47	*Systematophora scoriacea*
103	*Systematophora silyba*
104	*Systematophora sp. A*
40	*Taleisphaera hydra*
100	*Tanyosphaeridium boletus*
83	*Tanyosphaeridium magneticum*
166	*Tanyosphaeridium regulare*
132	*Tanyosphaeridium variecalamus*
52	*Trichodinium spinosum*
64	*Wallodinium cylindricum*
152	*Wallodinium krutzschii*
63	*Wallodinium ? luna*

TABLEAU B' : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES DINOFLAGELLES DE LA COUPE DE VERGONS ; PAR ORDRE D'EXTINCTION.

HAUTERIVIEN — BARREMIEN

inférieur — supérieur — inférieur

Radiatus | Loryi | Nodosoplicatum | Cruasense | Sayni | Balearis | Angulicostata | Hugii | Compressissima

H01 H02 H03 H04 H05 H06 H08 H09 H10 H11 | H12 H13 H14' | H15 H17 H17' H18 | H19 H20 H21 | H21' H23 H25 H28 H32 H33 H35 H38 H39 H40 | H42 H43 H44 | H45 H48 H51 H52 | H53 | H55 H56 H58

Taxons

1 Batiacasphaera sp. A
2 Cyclonephelium hystrix
3 Gardodinium albertii
4 Dissiliodinium cf. globulum
5 Cymososphaeridium validum
6 Mendicodinium reticulatum
7 Cribroperidinium edwardsii
8 Oligosphaeridium complex
9 Pseudoceratium pell. pelliferum
10 Cribroperidinium palla
11 Oligosphaeridium dividuum
12 Cribroperidinium cf. aparsium
13 Cassiculosphaeridia magna
14 Systematophora scoriacea
15 Cleistosphaeridium ? aciculare
16 Sentusidinium sp. A
17 Dapsilidinium warrenii
18 Dapsilidinium multispinosum
19 Meiourogonyaulax bulloidea
20 Phoberocysta neoc. cruciformis
21 Muderongia extensiva extensiva
22 Hystrichodinium pulchrum
23 Exochosphaeridium muelleri
24 Tanyosphaeridium magneticum
25 Achomosphaera cf. neptunii
26 Pareodinia ceratop. ceratophora
27 Cleistosphaerid. multispinosum
28 Muderongia tomaszowensis
29 Kleithriasphaeridium eoinodes
30 Tanyosphaeridium regulare
31 Batioladinium varigranosum
32 Aprobolocysta trycheria
33 Oligosphaeridium porosum
34 Wallodinium krutzschii
35 Systematophora silyba
36 Spiniferites ? dentatus
37 Cyclonephelium vannophorum
38 Bourkidinium cf. psilatum A
39 Batioladinium ? exiguum
40 Rhynchodiniopsis aptiana
41 Hystrichodinium voigtii
42 Avellodinium lepidum
43 Tanyosphaeridium boletus
44 Batioladinium ? pelliferum
45 Batioladinium ? gochtii
46 Cyclonephelium brevispinatum
47 Exochosphaeridium phragmites
48 Gardodinium ordinale
49 Spiniferites ramos. brevifurcatus
50 Phoberocysta "tomaszowensis"
51 Cyclonephelium paucimarginatum
52 Spiniferites multibrevis seghiris
53 Bourkidinium cf. psilatum B
54 Cribroperidinium orthoceras
55 Callaiosphaeridium asymmetricum
56 Pervosphaeri. pseudhystrichodinium
57 Cassiculosphaeridia pygmaea
58 Gonyaulacysta fastigiata
59 Spiniferites multibrevis multibrevis
60 Discorsia nanna
61 Cyclonephelium densebarbatum
62 Tanyosphaeridium variecalamus
63 Cassiculosphaeridia reticulata
64 Oligosphaeridium poculum
65 Phoberocysta neocomica convexa
66 Oligosphaeridium ? asterigerum
67 Adnatosphaeridium caulleryi
68 Gonyaulacysta diutina
69 Endoscrinium campanula campanula
70 Dingodinium cerviculum albertii
71 Kleithriasphaeridium corrugatum
72 Hystrichosphaeridium duplum duplum
73 Cyclonephelium hirtellum
74 Phoberocysta "extensiva extensiva"
75 Kiokansium polypes polypes
76 Cribroperidinium confossum
77 Meiourogonyaulax pertusa pertusa
78 Cribroperidinium sp. C
79 Aptea securigera
80 Gonyaulacysta cretacea
81 Cleistosphaeridium polytrichum
82 Nelchinopsis kostromiensis
83 Batiacasphaera sp. H
84 Muderongia simplex simplex
85 Gonyaulacysta helicoidea
86 Chytroeisphaeridia scabrata
87 Kleithriasphaeridium fasciatum
88 Rhynchodiniopsis cf. fimbriata
89 Occisucysta duxburyi
90 Canningia colliveri
91 Achomosphaera ramulifera ramosasimilis
92 Muderongia extensiva A
93 Phoberocysta "cf. simplex"
94 Hapsocysta peridictya
95 Subtilisphaera scabrata
96 Pterodinium ? cf. cornutum
97 Ctenidodinium elegantulum
98 Microdinium opacum
99 Muderongia cf. simplex
100 Muderongia crucis
101 Spiniferites ramosus ramosus
102 Muderongia extensiva bicornuta
103 Muderongia australis
104 Occisucysta tentoria
105 Muderongia pariata
106 Spiniferites cornutus laevimurus
107 Muderongia sp. A
108 Canningia sp. E
109 Cauca parva
110 Bourkidinium granulatum
111 Rhombodella paucispina
112 Batiacasphaera macrogranulata
113 Cleistosphaeridium sp. A
114 Spiniferites lenzii
115 Cometodinium comatum
116 Muderongia staurota
117 Hystrichodinium furcatum
118 Pterodinium cingulatum cingulatum
119 Dinogymnium sp. C
120 Chytroeisphaeridia sp. A
121 Dinogymnium sp. A
122 Dinogymnium sp. B
123 Dingodinium cerviculum europaeum
124 Heslertonia pellucida
125 Alopodinium haromense
126 Wallodinium cylindricum
127 Spiniferites multibrevis chebca
128 Hystrichostrogylon membraniphorum
129 Callaiosphaeridium trycherium
130 Aprobolocysta neistosa
131 Batioladinium longicornutum
132 Spiniferites ? magnoserratus
133 Spiniferites ramosus reticulatus
134 Cleistosphaeridium chems
135 Muderongia cf. staurota
136 Hystrichostrogylon coninckii
137 Avellodinium cf. lepidum
138 Cribroperidinium sepimentum
139 Callaiosphaeridium sp. A
140 Systematophora cretacea
141 Phoberocysta "australis"
142 Gonyaulacysta perforobtusa
143 Phoberocysta "sp. A"
144 Pterodinium sp. A
145 Oligosphaeridium cf. intermedium
146 Wallodinium ? luna
147 Muderongia imparilis
148 Pseudoceratium pelliferum solocispinum
149 Muderongia tomaszowensis A
150 Phoberocysta "cf. staurota"
151 Phoberocysta "simplex"
152 Phoberocysta "crucis"
153 Rhombodella vesca
154 Druggidium deflandrei
155 Aprobolocysta eilema
156 Coronifera oceanica
157 Coronifera albertii
158 Chlamydophorella nyei
159 Phoberocysta "extensiva bicornuta"
160 Cyclonephelium distinctum distinctum
161 Florentinia laciniata laciniata
162 Chytroeisphaeridia cerastes
163 Phoberocysta "staurota"
164 Pseudoceratium gochtii
165 Systematophora sp. A
166 Heslertonia heslertonensis
167 Subtilisphaera perlucida
168 Batioladinium jaegeri
169 Trichodinium spinosum
170 Taleisphaera hydra
171 Dapsilidinium ? deflandrei
172 Phoberocysta tabulata
173 Batiacasphaera sp. P
174 Hystrichostrogylon stolidotum
175 Muderongia sp. C
176 Nummus monoculatus
177 Exochosphaeridium ? sp. A
178 Phoberocysta "pariata"
179 Odontochitina operculata
180 Subtilisphaera terrula

: Très abondant (plus de 10%)
: Abondant (5 à 9,9%)
: Commun (1 à 4,9%)
: Assez rare (0,5 à 0,9%)
: Rare (moins de 0,5%)
: Présence extrapolée
? ? ? : Détermination incertaine.

Taxons

25 Achomosphaera cf. neptunii
91 Achomosphaera ramulifera ramosasimilis
67 Adnatosphaeridium caulleryi
155 Aprobolocysta eilema
130 Aprobolocysta neistosa
32 Aprobolocysta trycheria
79 Aptea securigera
125 Atopodinium haromense
42 Avellodinium lepidum
137 Avellodinium cf. lepidum
112 Batiacasphaera macrogranulata
1 Batiacasphaera sp. A
83 Batiacasphaera sp. H
173 Batiacasphaera sp. P
39 Batioladinium ? exiguum
45 Batioladinium ? gochtii
168 Batioladinium jaegeri
131 Batioladinium longicornutum
44 Batioladinium ? pelliferum
31 Batioladinium varigranosum
110 Bourkidinium granulatum
38 Bourkidinium cf. psilatum A
53 Bourkidinium cf. psilatum B
55 Callaiosphaeridium asymmetricum
129 Callaiosphaeridium trycherium
139 Callaiosphaeridium sp. A
90 Canningia colliveri
108 Canningia sp. E
13 Cassiculosphaeridia magna
57 Cassiculosphaeridia pygmaea
63 Cassiculosphaeridia reticulata
109 Cauca parva
158 Chlamydophorella nyei
162 Chytroeisphaeridia cerastes
86 Chytroeisphaeridia scabrata
120 Chytroeisphaeridia sp. A
15 Cleistosphaeridium ? aciculare
134 Cleistosphaeridium chems
27 Cleistosphaeridium multispinosum
81 Cleistosphaeridium polytrichum
113 Cleistosphaeridium sp. A
115 Cometodinium comatum
157 Coronifera albertii
156 Coronifera oceanica
12 Cribroperidinium cf. aparsium
76 Cribroperidinium confossum
7 Cribroperidinium edwardsii
54 Cribroperidinium orthoceras
10 Cribroperidinium palla
138 Cribroperidinium sepimentum
78 Cribroperidinium sp. C
97 Ctenidodinium elegantulum
46 Cyclonephelium brevispinatum
61 Cyclonephelium densebarbatum
160 Cyclonephelium distinctum distinctum
73 Cyclonephelium hirtellum
2 Cyclonephelium hystrix
51 Cyclonephelium paucimarginatum
37 Cyclonephelium vannophorum
5 Cymososphaeridium validum
171 Dapsilidinium ? deflandrei
18 Dapsilidinium multispinosum
17 Dapsilidinium warrenii
70 Dingodinium cerviculum albertii
123 Dingodinium cerviculum europaeum
121 Dinogymnium sp. A
122 Dinogymnium sp. B
119 Dinogymnium sp. C
60 Discorsia nanna
4 Dissiliodinium cf. globulum
154 Druggidium deflandrei
69 Endoscrinium campanula campanula
23 Exochosphaeridium muelleri
47 Exochosphaeridium phragmites
177 Exochosphaeridium ? sp. A
161 Florentinia laciniata laciniata
3 Gardodinium albertii
48 Gardodinium ordinale
80 Gonyaulacysta cretacea
68 Gonyaulacysta diutina
58 Gonyaulacysta fastigiata
85 Gonyaulacysta helicoidea
142 Gonyaulacysta perforobtusa
94 Hapsocysta peridictya
166 Heslertonia heslertonensis
124 Heslertonia pellucida
117 Hystrichodinium furcatum
22 Hystrichodinium pulchrum
41 Hystrichodinium voigtii
72 Hystrichosphaeridium duplum duplum
136 Hystrichostrogylon coninckii
128 Hystrichostrogylon membraniphorum
174 Hystrichostrogylon stolidotum
75 Kiokansium polypes polypes
71 Kleithriasphaeridium corrugatum
29 Kleithriasphaeridium eoinodes
87 Kleithriasphaeridium fasciatum
19 Meiourogonyaulax bulloidea
77 Meiourogonyaulax pertusa pertusa
6 Mendicodinium reticulatum
98 Microdinium opacum
103 Muderongia australis
100 Muderongia crucis
21 Muderongia extensiva extensiva
92 Muderongia extensiva A
102 Muderongia extensiva bicornuta
147 Muderongia imparilis
105 Muderongia pariata
84 Muderongia simplex simplex
99 Muderongia cf. simplex
116 Muderongia staurota
135 Muderongia cf. staurota
28 Muderongia tomaszowensis
149 Muderongia tomaszowensis A
107 Muderongia sp. A
175 Muderongia sp. C
82 Nelchinopsis kostromiensis
176 Nummus monoculatus
89 Occisucysta duxburyi
104 Occisucysta tentoria
179 Odontochitina operculata
66 Oligosphaeridium ? asterigerum
145 Oligosphaeridium cf. intermedium
8 Oligosphaeridium complex
11 Oligosphaeridium dividuum
64 Oligosphaeridium poculum
33 Oligosphaeridium porosum
26 Pareodinia ceratophora ceratophora
56 Pervosphaeridium pseudhystrichodinium
65 Phoberocysta neocomica convexa
20 Phoberocysta neocomica cruciformis
172 Phoberocysta tabulata
141 Phoberocysta "australis"
152 Phoberocysta "crucis"
159 Phoberocysta "extensiva bicornuta"
74 Phoberocysta "extensiva extensiva"
178 Phoberocysta "pariata"
163 Phoberocysta "staurota"
150 Phoberocysta "cf. staurota"
151 Phoberocysta "simplex"
93 Phoberocysta "cf. simplex"
50 Phoberocysta "tomaszowensis"
143 Phoberocysta "sp. A"
164 Pseudoceratium gochtii
9 Pseudoceratium pelliferum pelliferum
148 Pseudoceratium pelliferum solocispinum
118 Pterodinium cingulatum cingulatum
96 Pterodinium ? cf. cornutum
144 Pterodinium sp. A
111 Rhombodella paucispina
153 Rhombodella vesca
40 Rhynchodiniopsis aptiana
88 Rhynchodiniopsis cf. fimbriata
16 Sentusidinium sp. A
106 Spiniferites cornutus laevimurus
36 Spiniferites ? dentatus
114 Spiniferites lenzii
132 Spiniferites ? magnoserratus
127 Spiniferites multibrevis chebca
59 Spiniferites multibrevis multibrevis
52 Spiniferites multibrevis seghiris
49 Spiniferites ramosus brevifurcatus
101 Spiniferites ramosus ramosus
133 Spiniferites ramosus reticulatus
167 Subtilisphaera perlucida
95 Subtilisphaera scabrata
180 Subtilisphaera terrula
140 Systematophora cretacea
14 Systematophora scoriacea
35 Systematophora silyba
165 Systematophora sp. A
170 Taleisphaera hydra
43 Tanyosphaeridium boletus
24 Tanyosphaeridium magneticum
30 Tanyosphaeridium regulare
62 Tanyosphaeridium variecalamus
169 Trichodinium spinosum
126 Wallodinium cylindricum
34 Wallodinium krutzschii
146 Wallodinium ? luna

TABLEAU B : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES DINOFLAGELLES DE LA COUPE DE VERGONS ; PAR ORDRE D'APPARITION.

VALANGINIEN — supérieur — *Callidiscus*

HAUTERIVIEN — inférieur — *Radiatus* | *Loryi* | *Nodosoplicatum* | *Cruasense*

HAUTERIVIEN — supérieur — *Sayni* | *Bal.* | *Angulicostata*

Bu 08 09 10 11 12 12' 13 14 16' 24 24' 25 25' 26 27 27' 28 29 30 31 31' 31'' 32 33 35 36 37 38 39 40 40' 41 42 42' 42'' 42''' 43 44 45 45' 46 47

- : Très abondant (plus de 8,0%)
- : Abondant (de 3,0 à 7,9%)
- : Commun (de 0,6 à 2,9%)
- : Assez rare (de 0,2 à 0,5%)
- : Rare (moins de 0,2%)
- : Présence extrapolée
- ? ? ? : Détermination incertaine

1 *Cyclonephelium distinctum distinctum*
2 *Cyclonephelium paucispinum*
3 *Muderongia sp. A*
4 *Canningia colliveri*
5 *Phoberocysta "simplex"*
6 *Spiniferites ramosus reticulatus*
7 *Gonyaulacysta perforobtusa*
8 *Nelchinopsis kostromiensis*
9 *Gardodinium ordinale*
10 *Batioladinium jaegeri*
11 *Batioladinium ? pelliferum*
12 *Mendicodinium reticulatum*
13 *Achomosphaera ramulifera ramosasimilis*
14 *Phoberocysta "extensiva bicornuta"*
15 *Batioladinium varigranosum*
16 *Bourkidinium granulatum*
17 *Cleistosphaeridium polytrichum*
18 *Gardodinium albertii*
19 *Cyclonephelium paucimarginatum*
20 *Phoberocysta "cf. simplex"*
21 *Bourkidinium cf. psilatum A*
22 *Cauca parva*
23 *Systematophora scoriacea*
24 *Aptea securigera*
25 *Pseudoceratium gochtii*
26 *Muderongia extensiva A*
27 *Cribroperidinium edwardsii*
28 *Muderongia imparilis*
29 *Hystrichosphaeridium duplum duplum*
30 *Hystrichostrogylon membraniphorum*
31 *Muderongia extensiva bicornuta*
32 *Batioladinium longicornutum*
33 *Cribroperidinium confossum*
34 *Phoberocysta "cf. staurota"*
35 *Aprobolocysta neistosa*
36 *Pareodinia ceratophora ceratophora*
37 *Trichodinium spinosum*
38 *Muderongia sp. C*
39 *Aprobolocysta eilema*
40 *Callaiosphaeridium sp. A*
41 *Meiourogonyaulax pertusa pertusa*
42 *Achomosphaera cf. neptunii*
43 *Cyclonephelium densebarbatum*
44 *Pterodinium sp. A*
45 *Cribroperidinium palla*
46 *Batiacasphaera sp. H*
47 *Bourkidinium cf. psilatum B*
48 *Phoberocysta "lomaszowensis"*
49 *Batioladinium ? exiguum*
50 *Muderongia extensiva extensiva*
51 *Systematophora sp. A*
52 *Oligosphaeridium cf. intermedium*
53 *Cyclonephelium vannophorum*
54 *Phoberocysta "extensiva extensiva"*
55 *Spiniferites ? dentatus*
56 *Tanyosphaeridium boletus*
57 *Oligosphaeridium porosum*
58 *Cribroperidinium ? sp. B*
59 *Cleistosphaeridium sp. A*
60 *Batiacasphaera sp. P*
61 *Phoberocysta "staurota"*
62 *Gonyaulacysta diutina*
63 *Gonyaulacysta fastigiata*
64 *Heslertonia heslertonensis*
65 *Oligosphaeridium poculum*
66 *Achatosphaeridium caulleryi*
67 *Rhombodella paucispina*
68 *Cassiculosphaeridia magna*
69 *Pervosph. pseudhystrichodinium*
70 *Oligosphaeridium dividuum*
71 *Spiniferites multibrevis multibrevis*
72 *Avellodinium cf. lepidum*
73 *Meiourogonyaulax bulloidea*
74 *Hystrichostrogylon stolidotum*
75 *Canningia sp. E*
76 *Hystrichodinium voigtii*
77 *Occisucysta duxburyi*
78 *Cleistosphaeridium multispinosum*
79 *Rhynchodiniopsis cf. fimbriata*
80 *Avellodinium lepidum*
81 *Dapsilidinium multispinosum*
82 *Rhynchodiniopsis aptiana*
83 *Exochosphaeridium ? sp. A*
84 *Microdinium opacum*
85 *Druggidium deflandrei*
86 *Spiniferites cornutus laevimurus*
87 *Tanyosphaeridium magneticum*
88 *Discorsia nanna*
89 *Dissiliodinium cf. globulum*
90 *Gonyaulacysta helicoidea*
91 *Muderongia pariata*
92 *Exochosphaeridium muelleri*
93 *Batiacasphaera sp. A*
94 *Cyclonephelium hystrix*
95 *Coronifera albertii*
96 *Hystrichodinium furcatum*
97 *Occisucysta tentoria*
98 *Muderongia tomaszowensis A*
99 *Batiacasphaera macrogranulata*
100 *Cribroperidinium sp. C*
101 *Spiniferites multibrevis seghiris*
102 *Spiniferites ramosus brevifurcatus*
103 *Subtilisphaera scabrata*
104 *Muderongia cf. simplex*
105 *Cymososphaeridium validum*
106 *Muderongia cf. staurota*
107 *Endoscrinium campanula campanula*
108 *Florentinia laciniata laciniata*
109 *Tanyosphaeridium variecalamus*
110 *Spiniferites lenzii*
111 *Dapsilidinium warrenii*
112 *Exochosphaeridium phragmites*
113 *Dingodinium cerviculum europaeum*
114 *Oligosphaeridium ? asterigerum*
115 *Ovoidinium sp. A*
116 *Pterodinium cingulatum cingulatum*
117 *Muderongia crucis*
118 *Aprobolocysta trycheria*
119 *Phoberocysta "australis"*
120 *Pterodinium ? cf. cornutum*
121 *Muderongia simplex simplex*
122 *Spiniferites ? magnoserratus*
123 *Callaiosphaeridium trycherium*
124 *Cyclonephelium hirtellum*
125 *Cribroperidinium sepimentum*
126 *Systematophora cretacea*
127 *Cassiculosphaeridia reticulata*
128 *Cassiculosphaeridia pygmaea*
129 *Cribroperidinium cf. aparsium*
130 *Kleithriasphaeridium corrugatum*
131 *Sentusidinium sp. A*
132 *Coronifera oceanica*
133 *Hystrichodinium pulchrum*
134 *Tanyosphaeridium regulare*
135 *Phoberocysta neoc. cruciformis*
136 *Nummus monoculatus*
137 *cf. Disphaeria sp. B*
138 *cf. Disphaeria sp. A*
139 *Gonyaulacysta cretacea*
140 *Wallodinium ? luna*
141 *Ovoidinium diversum*
142 *Phoberocysta neocomica convexa*
143 *Callaiosphaeridium asymmetricum*
144 *Cleistosphaeridium ? aciculare*
145 *Wallodinium krutzschii*
146 *Spiniferites ramosus ramosus*
147 *Kleithriasphaeridium eoinodes*
148 *Ctenidodinium elegantulum*
149 *Taleisphaera hydra*
150 *Subtilisphaera perlucida*
151 *Muderongia tomaszowensis*
152 *Muderongia staurota*
153 *Dingodinium cerviculum albertii*
154 *Cyclonephelium brevispinatum*
155 *Oligosphaeridium complex*
156 *Systematophora silyba*
157 *Pseudoceratium pellifer. pelliferum*
158 *Kiokansium polypes polypes*
159 *Cribroperidinium orthoceras*

Taxons
42 *Achomosphaera cf. neptunii*
13 *Achomosphaera ramulifera ramosasimilis*
66 *Achatosphaeridium caulleryi*
39 *Aprobolocysta eilema*
35 *Aprobolocysta neistosa*
118 *Aprobolocysta trycheria*
24 *Aptea securigera*
80 *Avellodinium lepidum*
72 *Avellodinium cf. lepidum*
99 *Batiacasphaera macrogranulata*
93 *Batiacasphaera sp. A*
46 *Batiacasphaera sp. H*
60 *Batiacasphaera sp. P*
49 *Batioladinium ? exiguum*
10 *Batioladinium jaegeri*
32 *Batioladinium longicornutum*
11 *Batioladinium ? pelliferum*
15 *Batioladinium varigranosum*
16 *Bourkidinium granulatum*
21 *Bourkidinium cf. psilatum A*
47 *Bourkidinium cf. psilatum B*
143 *Callaiosphaeridium asymmetricum*
123 *Callaiosphaeridium trycherium*
40 *Callaiosphaeridium sp. A*
4 *Canningia colliveri*
75 *Canningia sp. E*
68 *Cassiculosphaeridia magna*
128 *Cassiculosphaeridia pygmaea*
127 *Cassiculosphaeridia reticulata*
22 *Cauca parva*
144 *Cleistosphaeridium ? aciculare*
78 *Cleistosphaeridium multispinosum*
17 *Cleistosphaeridium polytrichum*
59 *Cleistosphaeridium sp. A*
95 *Coronifera albertii*
132 *Coronifera oceanica*
129 *Cribroperidinium cf. aparsium*
33 *Cribroperidinium confossum*
27 *Cribroperidinium edwardsii*
159 *Cribroperidinium orthoceras*
45 *Cribroperidinium palla*
125 *Cribroperidinium sepimentum*
58 *Cribroperidinium ? sp. B*
100 *Cribroperidinium sp. C*
148 *Ctenidodinium elegantulum*
154 *Cyclonephelium brevispinatum*
43 *Cyclonephelium densebarbatum*
1 *Cyclonephelium distinctum distinctum*
124 *Cyclonephelium hirtellum*
94 *Cyclonephelium hystrix*
19 *Cyclonephelium paucimarginatum*
2 *Cyclonephelium paucispinum*
53 *Cyclonephelium vannophorum*
105 *Cymososphaeridium validum*
81 *Dapsilidinium multispinosum*
111 *Dapsilidinium warrenii*
153 *Dingodinium cerviculum albertii*
113 *Dingodinium cerviculum europaeum*
88 *Discorsia nanna*
89 *Dissiliodinium cf. globulum*
85 *Druggidium deflandrei*
107 *Endoscrinium campanula campanula*
92 *Exochosphaeridium muelleri*
112 *Exochosphaeridium phragmites*
83 *Exochosphaeridium ? sp. A*
108 *Florentinia laciniata laciniata*
18 *Gardodinium albertii*
9 *Gardodinium ordinale*
138 *Gen. ind. sp. A*
137 *Gen. ind. sp. B*
139 *Gonyaulacysta cretacea*
62 *Gonyaulacysta diutina*
63 *Gonyaulacysta fastigiata*
90 *Gonyaulacysta helicoidea*
7 *Gonyaulacysta perforobtusa*
64 *Heslertonia heslertonensis*
96 *Hystrichodinium furcatum*
133 *Hystrichodinium pulchrum*
76 *Hystrichodinium voigtii*
29 *Hystrichosphaeridium duplum duplum*
30 *Hystrichostrogylon membraniphorum*
74 *Hystrichostrogylon stolidotum*
158 *Kiokansium polypes polypes*
130 *Kleithriasphaeridium corrugatum*
147 *Kleithriasphaeridium eoinodes*
73 *Meiourogonyaulax bulloidea*
41 *Meiourogonyaulax pertusa pertusa*
12 *Mendicodinium reticulatum*
84 *Microdinium opacum*
117 *Muderongia crucis*
50 *Muderongia extensiva extensiva*
26 *Muderongia extensiva A*
31 *Muderongia extensiva bicornuta*
28 *Muderongia imparilis*
91 *Muderongia pariata*
121 *Muderongia simplex simplex*
104 *Muderongia cf. simplex*
152 *Muderongia staurota*
106 *Muderongia cf. staurota*
151 *Muderongia tomaszowensis*
98 *Muderongia tomaszowensis A*
3 *Muderongia sp. A*
38 *Muderongia sp. C*
8 *Nelchinopsis kostromiensis*
136 *Nummus monoculatus*
77 *Occisucysta duxburyi*
97 *Occisucysta tentoria*
114 *Oligosphaeridium ? asterigerum*
52 *Oligosphaeridium cf. intermedium*
155 *Oligosphaeridium complex*
70 *Oligosphaeridium dividuum*
65 *Oligosphaeridium poculum*
57 *Oligosphaeridium porosum*
141 *Ovoidinium diversum*
115 *Ovoidinium sp. A*
36 *Pareodinia ceratophora ceratophora*
69 *Pervosphaeridium pseudhystrichodinium*
142 *Phoberocysta neocomica convexa*
135 *Phoberocysta neocomica cruciformis*
119 *Phoberocysta "australis"*
54 *Phoberocysta "extensiva extensiva"*
14 *Phoberocysta "extensiva bicornuta"*
61 *Phoberocysta "staurota"*
34 *Phoberocysta "cf. staurota"*
5 *Phoberocysta "simplex"*
20 *Phoberocysta "cf. simplex"*
48 *Phoberocysta "lomaszowensis"*
25 *Pseudoceratium gochtii*
157 *Pseudoceratium pelliferum pelliferum*
116 *Pterodinium cingulatum cingulatum*
120 *Pterodinium ? cf. cornutum*
44 *Pterodinium sp. A*
67 *Rhombodella paucispina*
82 *Rhynchodiniopsis aptiana*
79 *Rhynchodiniopsis cf. fimbriata*
131 *Sentusidinium sp. A*
86 *Spiniferites cornutus laevimurus*
55 *Spiniferites ? dentatus*
110 *Spiniferites lenzii*
122 *Spiniferites ? magnoserratus*
71 *Spiniferites multibrevis multibrevis*
101 *Spiniferites multibrevis seghiris*
102 *Spiniferites ramosus brevifurcatus*
146 *Spiniferites ramosus ramosus*
6 *Spiniferites ramosus reticulatus*
150 *Subtilisphaera perlucida*
103 *Subtilisphaera scabrata*
126 *Systematophora cretacea*
23 *Systematophora scoriacea*
156 *Systematophora silyba*
51 *Systematophora sp. A*
149 *Taleisphaera hydra*
56 *Tanyosphaeridium boletus*
87 *Tanyosphaeridium magneticum*
134 *Tanyosphaeridium regulare*
109 *Tanyosphaeridium variecalamus*
37 *Trichodinium spinosum*
145 *Wallodinium krutzschii*
140 *Wallodinium ? luna*

TABLEAU A' : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES DINOFLAGELLES DE LA COUPE DES BUISSIERES ; PAR ORDRE D'EXTINCTION.