

THESE

N<sup>o</sup>d'ordre: 904 50376 1981 80**=1** 

présentée à

# L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour obtenir le titre de

## DOCTEUR DE TROISIEME CYCLE

MENTION GEOLOGIE APPLIQUEE

par

HENRI DECOMMER

ETUDE PALYNOPLANCTOLOGIQUE ET CADRE

SEDIMENTOLOGIQUE DU JURASSIQUE ET

DU CRETACE DU NOR

Tome |

A FRANCE

soutenue le 29 juin 1981 devant la commission d'examen:

MM. J.P. LAVEINE Président H. CHAMLEY R. COQUEL S. JARDINÉ J. PAQUET

CIENCES

 $L \Pi \Lambda$ 

#### AVANT-PROPOS

Au moment d'exposer les résultats de ce travail, c'est pour moi un plaisir et un devoir de remercier toutes les personnes qui m'ont permis de l'entreprendre et de le mener à bien.

Monsieur Jean Pierre LAVEINE, Professeur de Paléobotanique à l'Université des Sciences et Techniques de Lille, m'a accepté dans son laboratoire à l'issue de mon second cycle. Il a suivi avec une attention constante la progression de mon travail en me prodiguant des conseils toujours judicieux et constructifs. Je le remercie sincèrement.

A Monsieur Hervé CHAMLEY, Professeur de Sédimentologie à l'Université des Sciences et Techniques de Lille, j'exprime ma profonde reconnaissance. Il m'a initié à l'étude des minéraux argileux et m'a fait partager son enthousiasme pour cette discipline. Il ne m'a jamais ménagé son temps aussi bien au laboratoire que pour la correction du manuscrit.

Monsieur Robert COQUEL, Maître-Assistant à l'Université des Sciences et Techniques de Lille, m'a enseigné les méthodes et techniques de la Palynologie et n'a jamais hésité à me consacrer une partie de son temps précieux. Qu'il me soit permis de lui exprimer ma profonde gratitude.

Monsieur Serge JARDINE, Chef de Division à la Compagnie ELF-AQUITAINE, m'a accueilli chaleureusement lors de mon stage à Boussens au laboratoire de Palynoplanctologie. Il a accepté, malgré ses multiples et importantes occupations, de participer à mon Jury d'examen. Je lui exprime ma très respectueuse reconnaissance.

Je sais gré à Monsieur Jacques PAQUET, Professeur à l'Université des Sciences et Techniques de Lille, d'avoir bien voulu juger ce travail malgré ses nombreuses charges universitaires. Je remercie Monsieur LEPLAT, Ingénieur-géologue, de m'avoir autorisé à prélever des échantillons dans la carothèque du Bureau de Recherches Géologiques et Minières du Fort de Lezennes.

Monsieur Pierre-Charles de GRACIANSKY, Professeur à l'Ecole des Mines de Paris, m'a accueilli avec beaucoup de gentillesse. Je lui suis reconnaissant de la confiance qu'il a bien voulu m'accorder.

Je remercie également Mademoiselle A.M. CANDILIER et Monsieur MOUSSAVOU-DOUKAGA pour tous leurs conseils avisés.

Je n'oublie pas ceux sans qui la réalisation de ce travail n'aurait pu être menée à bien :

Madame T. FLORENT qui a assuré la dactylographie de ce mémoire avec beaucoup de patience et de compétence.

Madame A. BREBION qui en a réalisé le tirage rapidement avec beaucoup de gentillesse.

Monsieur R. BALLENGHIEN qui s'est chargé de la reliure. Monsieur J. CARPENTIER qui a tiré les photographies. Qu'ils en soient ici vivement remerciés.

Je ne saurai terminer sans associer à ce travail ma femme et ma famille qui m'ont soutenu moralement et matériellement tout au long de cette étude. C'est à eux que je dédie ce mémoire.

## TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES DANS LE TEXTE (TOME I)

LISTE DES TABLEAUX HORS-TEXTE (TOME 11)

	Pages
INTRODUCTION	ſ
PREMIERE PARTIE : CADRE DE L'ÉTUDE	3
Chapitre 1 : GENERALITES	5
A) CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE	5
B) HISTOIRE TECTONIQUE ET SEDIMENTAIRE DU NORD DE LA FRANCE.	5
1) L'ère primaire	5
2) L'ère secondaire	7
3) Les ères tertiaire et quaternaire	10
Chapitre 2 : MATERIEL ETUDIE	11
A) SITUATION GEOGRAPHIQUE DES SONDAGES ETUDIES	11
B) DESCRIPTION LITHOLOGIQUE DES SONDAGES DU NORD DE LA	
FRANCE	11
1) Description lithologique des sédiments d'âge juras-	
sique	13
2) Description lithologique des sédiments d'âge crétacé	18

DEUXIÈME PARTIE : ETUDE PALYNOLOGIQUE	23
CHAPITRE 1 : RAPPEL DES TRAVAUX ANTERIEURS PUBLIES EN PALVNOLOGIE.	25
CHAPITRE 2 : TECHNIQUES D'ETUDE	27
A) ECHANTILLONNAGE	27
B) TECHNIQUES DE PREPARATION	27
1) Traitement mécanique	29
2) Traitement chimique	29
3) Montage des préparations	30
C) TECHNIQUES D'OBSERVATION	30
CHAPITRE 3 : DESCRIPTION DES MICROORGANISMES OBSERVES ET SYSTEMA-	
TIQUE	31
A) GENERALITES	31
B) SYSTEMATIQUE DESCRIPTIVE DES DINOFLACELLES	35
1) Classification utilisée	35
2) Description systématique des dinoflagellés	38
C) SYSTEMATIQUE DESCRIPTIVE DES ACRITARCHES	89
D) SYSTEMATIQUE DESCRIPTIVE DES SPORES ET POLLENS	90
!) Classification utilisée	90
2) Description systématique des spores et pollens	92
CHAPITRE 4 : RESULTATS	113
A) INTRODUCTION	113
B) RESULTATS SUCCINCTE DE L'ETUDE DES SITES DE L'ATLANTIQUE	
NORD	114
C) ZONATION PALYNOSTRATIGRAPHIQUE	115
D) EVOLUTION VERTICALE ET LATERALE DES PALYNOMORPHES	124
CHAPITRE 5 : COMPARAISONS AVEC LES REGIONS VOISINES	141
A) COMPARAISON AVEC LES POLLENOSPORES DU JURASSIQUE EN	
ALLEMAGNE ET AUX PAYS-BAS	141
B) COMPARAISON AVEC LES DINOFLAGELLES DU JURASSIQUE EN EUROPE	144
C) COMPARAISON AVEC LES DINOFLAGELLES DU CRETACE DU BASSIN	
PARISIEN ET DE L'ILE DE WIGHT	147
CHAPITRE 6 : CONCLUSIONS	151

177

TROISIEME PARTIE : ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE	153
CHAPITRE 1 : GENERALITES	155
A) INTRODUCTION	155
B) TECHNIQUES D'ETUDE	155
1) Préparation des échantillons	155
2) Analyse par diffraction des rayons X	156
3) Analyse par microscopie électronique à transmission	157
C) ORIGINE DES MINERAUX ARGILEUX DES SEDIMENTS MARINS	157
CHAPITRE 2 : RESULTATS - COMMENTAIRES	161
A) SONDAGE APO 1 bis	161
1) Résultats	161
2) Commentaires	163
B) SONDACE DE VERMANDOVILLERS	165
1) Résultats	165
2) Commentaires	165
C) SONDAGE DE WAVANS	167
1) Résultats	167
2) Commentaires	169
D) SONDAGE DE THIVENCELLES	171
1) Résultats	171
2) Commentaires	172
E) SONDAGE DE BELLONNE	172
1) Résultats	174
2) Commentaires	174
CHAPITRE 3 : CORRELATIONS MINERALOGIQUES ENTRE LES DIFFERENTS	
SONDAGES	177
A) INTRODUCTION	177

B) LES SERIES JURASSIQUES..... C) LES SERIES CRETACEES..... 179

QUATRIEME PARTIE : CORRELATIONS ENTRE LES RESULTATS DE LA PALYNOLOGIE	
ET DE LA SEDIMENTOLOGIE	181
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	183
CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION	185
REMARQUE PRELIMINAIRE	185
A) LES SERIES JURASSIQUES	185
l) Relations entre la minéralogie de la fraction argi-	
leuse et les fréquences des grands groupes palyno-	
logiques	185
2) Relations entre la minéralogie de la fraction argi-	
leuse et les fréquences des grands groupes des spo-	
res et pollens	189
3) Utilisation de la palynologie et de la sédimentelo-	
gie dans les corrélations stratigraphiques entre	
sondages	191
B) LES SERIES CRETACEES	196
CHAPITRE 3 : CONCLUSIONS	197
CONCLUSIONS GENERALES	199
BIBLIOGRAPHIE	205

1 - GEOLOGIE GENERALE ET PALYNOLOGIE	207
11 - SEDIMENTOLOGIE	231

## PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

## LISTE DES FIGURES DANS LE TEXTE (TOME I)

1	Cadre géographique de l'étude. Situation des sondages étudiés	4
2	La transgression des assises jurassiques marines sur le bord septentrional du Bassin de Paris	6
3	Les plates-formes carbonatées du Jurassique moyen	6
4	La transgression du Crétacé supérieur	8
5	Situation géographique des sondages océaniques	12
6	Coupes et corrélations lithologiques entre les sondages d'âge jurassique	14
7	Coupes lithologiques des sondages d'âge crétacé	19
8	Traitement chimique des échantillons	28
9	Principaux types de kystes de dinoflagellés	32
10	Terminologie descriptive utilisée pour les dinoflagellés	32
11	Différents types d'archaeopyles	34
12	Comparaison des pollenospores du Nord de la France avec ceux d'Allemagne et des Pays-Bas au Jurassique	142
13	Comparaison des dinoflagellés du Nord de la France avec ceux d'Europe au Jurassique	145
14	Comparaison des dinoflagellés du Nord de la France avec ceux du Bassin Parisien et de l'Ile de Wight au Crétacé	148
15	Légende des figures et tableaux	154

.

16	<u>APO 1 bis</u> : Minéralogie de la fraction sédimentaire argileuse	162
17	<u>VERMANDOVILLERS</u> : Minéralogie de la fraction sédimentaire ar- gileuse	166
18	WAVANS : Minéralogie de la fraction sédimentaire argileuse	168
19	THIVENCELLES : Minéralogie de la fraction sédimentaire argileuse	170
20	BELLONNE : Minéralogie de la fraction sédimentaire argileuse	173
21	<u>APO 1 bis</u> : Corrélations entre les résultats palynologiques et minéralogiques	186
22	VERMANDOVILLERS : Corrélations entre les résultats palynologiques et minéralogiques	188
23	WAVANS : Corrélations entre les résultats palynologiques et miné- ralogiques	190
24	Essai de corrélations stratigraphiques indirectes dans le Juras- sique supérieur, grâce aux résultats de la palynologie et de la minéralogie	192
25	THIVENCELLES : Corrélations entre les résultats palynologiques et minéralogiques	194
26	BELLONNE : Corrélations entre les résultats palynologiques et minéralogiques	195
27	Synthèse des résultats palynologiques et minéralogiques - et interprétations	200

## LISTE DES TABLEAUX HORS-TEXTE (TOME 11)

TABLEAU 1 : ZONATION PALYNOPLANCTOLOGIQUE SYNTHETIQUE

TABLEAUX 2 à 15 : REPARTITION DES PRINCIPAUX TAXONS DE POLLENOSPORES ET DINOFLAGELLES DES DIFFERENTS SONDAGES :

TABLEAUX 2, 3, 4 : APO 1 bis,
TABLEAUX 5, 6, 7 : VERMANDOVILLERS
TABLEAUX 8, 9, 10, 11 : WAVANS
TABLEAUX 12, 13 : BELLONNE
TABLEAUX 14, 15 : THIVENCELLES

TABLEAU 16 : CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES LATERALES

#### INTRODUCTION

Cette étude est une contribution à la connaissance de la palynoplanctologie et de la minéralogie argileuse du Jurassique et du Crétacé du Nord de la France.

Le matériel étudié provient de cinq sondages situés (fig. 1) dans la partie septentrionale du Bassin de Paris et regroupant des sédiments d'âges jurassique (Lias à Kimméridgien) et crétacé (Albien à Sénonien).

Ce travail avait pour objectifs principaux :

- l'observation systématique des éléments palynologiques continentaux et marins dans le but d'établir une zonation palynostratigraphique régionale,
- la comparaison avec les associations palynologiques mises en évidence dans les régions voisines,
- l'étude de la fraction minéralogique argileuse contenue dans les sédiments pour tenter de cerner les conditions climatiques, tectoniques et paléogéographiques ayant prévalu sur le Nord de la France au Secondaire,
- l'étude des relations pouvant exister entre les résultats de la Palynologie et ceux de la Sédimentologie.

## PREMIERE PARTIE

### CADRE DE L'ÉTUDE



fig. 1- Cadre géographique de l'étude. Situation des sondages étudiés.



#### CHAPITRE 1 : GENERALITES

#### A) CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE.

La région étudiée (fig. 1) constitue la partie septentrionale du Bassin Parisien. Elle est limitée, à l'Ouest et au Nord-Ouest par les côtes de la Manche et de la Mer du Nord, au Sud par une ligne passant par la vallée de la Somme - Amiens - St-Quentin, à l'Est par une ligne approximative St-Quentin - Valenciennes et au Nord-Est par la frontière franco-belge.

#### B) HISTOIRE TECTONIQUE ET SEDIMENTAIRE DU NORD DE LA FRANCE.

#### 1) L'ère primaire.

Le socle paléozoïque du Nord de la France, dont la structure est due à l'orogenèse hercynienne, peut être divisé en deux domaines séparés par un anticlinal faillé : la faille du Midi.

- Le domaine Nord comprend du Nord au Sud : une fraction de l'anticlinal du Brabant occupée par des sédiments siluriens schistoquartzitiques, un vaste bassin carbonifère correspondant au synclinal ardennais de Namur. Le sommet du calcaire carbonifère dinantien surmonté par le bassin houiller d'âge namurien-westphalien en occupe le centre et est limité au Sud par la faille du Midi, prolongement occidental de l'anticlinal faillé du Condroz.

- Le domaine Sud correspond au synclinorium ardennais de Dinant dont le coeur est occupé par les formations carbonifères.





fig. 3- Les plates-formes carbonatées du Jurassique moyen (adapté d'après B. PURSER).

- En grisé: Aires restées émergées.
- I: Plate-forme bourguignone
- II: Contour approximatif de la plate-forme armoricaine
- III: Contour approximatif de la plate-forme ardennaise et lorraine.

- 6 -

#### 2) L'ère secondaire.

Elle marque le début du cycle alpin.

a) Le Jurassique (fig. 2).

La mer venant du Sud-Est n'atteint le Nord du Bassin Parisien qu'au Charmouthien, époque à laquelle la région d'Hirson et le Boulonnais sont submergés. Au Toarcien et à l'Aalénien, des argiles pyriteuses se déposent dans le Boulonnais.

A partir du Jurassique moyen, la transgression est plus nette et on assiste au développement de faciès carbonatés de plate-forme (fig. 3). Dans le Boulonnais, la série bajocienne est complète et composée de calcaires gréseux, oolithiques, marneux et calcaires à polypiers. Au Bathonien, la mer s'avance encore plus loin et les dépôts peuvent reposer directement sur le Paléozoïque. La sédimentation est essentiellement calcaire avec en particulier des calcaires oolithiques et pseudoolithiques.

Au Jurassique supérieur, la mer reste relativement stable et on assiste à une sédimentation marno-calcaire et calcaire.

Les dépôts, au Jurassique, se sont produits, dans l'ensemble du Bassin Parisien, sous une faible profondeur d'eau, entraînant la formation d'argiles avec des bancs de lumachelles. A la fin du Jurassique s'opère une régression générale. Des calcaires lacustres représentant le Purbeckien se déposent sur les plates-formes libérées.

b) Le Crétacé inférieur.

La mer revient sur le Bassin de Paris par le Sud-Est et on peut le diviser en deux parties :

- le golfe bourguignon, dans la moitié Sud du Bassin, est un golfe marin qui s'avance du Sud-Est au Nord-Ouest et dont les contours varient du Valanginien à l'Aptien.

- Le bassin wealdien dans le centre, le Nord et le Nord-Ouest, connaît une sédimentation détritique, sableuse ou argileuse en milieu continental. Dans le Nord de la France les dépôts se trouvent sous forme de poches et peuvent reposer directement sur le Paléozoïque dans les régions qui n'ont pas été soumises à la transgression jurassique.

- 7 -



fig. 4- La transgression du Crétacé supérieur(d'après Colloque sur le Cénomanien, adapté)

> Limites de l'extension marine: A. Albien B. Cénomanien inférieur C. Cénomanien supérieur I: Craies; 2: Marnes; 3: Détritiques sableux ou sabloargileux; 4: Gaize à Spongiaires; 5: Couches à Huitres; 6 : Calcaires à Rudistes.

> Les stratotypes: M.: Le Mans(Cénomanien); T.: Tours(Turonien); S.: Sens(Sénonien); V.: Vendée.

h.Front hercynien, B.Ride du Bray, R. Ride de Rouen.



c) Le Crétacé supérieur (fig. 4).

Il est marqué par une transgression importante avec le dépôt, dans le temps, de sédiments de plus en plus calcaires avec grossièrement la succession : sables, argiles, marnes, marnes crayeuses, craies.

- Après la faible avancée de la mer à l'Aptien, la transgression albienne progresse largement vers l'Est grâce à la réunion des mers boréale et mésogéenne. Cette transgression dépose des sables verts, puis des argiles bleues pyriteuses très fossilifères.

- Au Cénomanien, la mer 's'étend encore plus vers l'Est. Les dépôts sont constitués, selon les régions, de marnes crayeuses, craies marneuses, craies ou marnes. Dans le Nord de la France se dépose le tourtia : conglomérat à galets de phtanite et grès carbonifère cimentés par une argile sableuse et glauconieuse avec des nodules de phosphate de chaux. Ce tourtia est de plus en plus récent lorsque l'on se dirige vers l'Est. Ainsi, dans la région lilloise le tourtia est d'âge turonien et représente le premier dépôt crétacé.

- A partir du Turonien les faciès ont tendance à s'uniformiser avec des marnes crayeuses et des craies. Le Turonien inférieur est constitué de marnes crayeuses légèrement verdâtres à *Inoceramus labiatus* ("Dièves vertes"). Le Turonien moyen est représenté par des marnes crayeuses ou craies marneuses à reflets gris-bleutés ("Dièves bleues") ayant livré *Terebratulina rigida*. Le Turonien supérieur est caractérisé par une craie grise à silex comprenant *Micraster leskei*. Le sommet de cette craie peut être durci et porte le nom de "meule". Dans la région lilloise ce même banc durci est remanié et congloméroïde, il porte alors le nom de "tun". Ce niveau témoigne d'un arrêt provisoire de la sédimentation à cette époque.

- C'est au Sénonien que le faciès craie blanche est réalisé dans le Nord de la France avec d'abord une craie blanche à silex renfermant *Micraster decipiens* (Coniacien), puis une craie blanche sans silex contenant *Micraster cor-anguinum* (Santonien). La limite entre ces deux

- 9 -

formations est souvent difficile à définir. Les termes les plus élevés du Sénonien sont présents en Picardie et dans le Bassin de Mons. Ils sont constitués de craie phosphatée et représentent le Campanien.

#### 3) Les ères tertiaire et quaternaire.

Après la régression du Crétacé terminal, la mer venant du Nord envahit et abandonne à plusieurs reprises le Bassin de Londres - Bruxelles -Paris. Au Lutétien moyen a lieu la surrection de l'anticlinal de l'Artois qui sépare définitivement le Bassin Anglo-Belge du Bassin Parisien. A l'Oligocène, la mer se retire et la région du Nord subit depuis cette époque une longue période d'évolution continentale.

#### CHAPITRE 2 : MATERIEL ETUDIE

#### A) SITUATION GEOGRAPHIQUE DES SONDAGES ETUDIES (fig. 1).

Cinq sondages ont été étudiés dans le Nord de la France : - Trois d'entre eux ont été forés par les H.B.N.P.C.

. Le sondage de Thivencelles (1921) en cuttings.

. Le sondage de Wavans (1954) carotté.

. Le sondage de Vermandovillers (1958) carotté.

Le sondage APO 1 bis a été foré dans le port de Boulogne (1960-1961) sous forme de cuttings jusqu'à 232 m puis carotté de 232 m à 324 m.
Le sondage de Bellonne a été réalisé par le B.R.G.M. (1961) sous forme de carottes.

D'autre part, une étude a été réalisée sur un nombre restreint d'échantillons provenant de 4 sites du Deep-Sea Drilling Project forés dans l'Atlantique Nord (fig. 5). Elle se proposait plusieurs buts :

- confirmer les datations obtenues par la palynologie ou par d'autres méthodes et comparer avec les résultats obtenus "à terre",

- essayer de séparer et d'identifier, par examen de la matière organique amorphe et des éléments figurés observables sur les préparations palynologiques, les influences marine et continentale au moment du dépôt des sédiments.

#### B) DESCRIPTION LITHOLOGIQUE DES SONDAGES DU NORD DE LA FRANCE.

Sur les 5 sondages étudiés, 2 présentent des sédiments d'âge jurassique : APO 1 bis (Lias à Kimméridgien) et Vermandovillers (Bajocien à Kimméridgien). Le sondage de Wavans montre à sa base une série d'âge bathonien-callovien directement surmontée par une série crétacée



fig. 5- Situation géographique des sondages océaniques.

(BUS)

(Albien à Turonien). Enfin, les sondages de Thivencelles et Bellonne sont constitués par des sédiments d'âge crétacé (Albien à Sénonien).

Dans un souci d'ordre pratique, la description lithologique sera présentée étage par étage (ou série d'étages), à partir des sédiments les plus anciens jusqu'aux plus récents et en séparant les sédiments d'âge jurassique et crétacé sur 2 tableaux. Le sondage de Wavans sera donc coupé en deux parties.

## <u>Description lithologique des sédiments d'âge jurassique</u> (fig. 6).

a) Lias.

Il n'est représenté que dans le sondage APO 1 bis (324 m à 294,30 m).

- De 324 m à 308,20 m on a une série gréso-argileuse avec des passages ligniteux et carbonatés. Ces sédiments ont fait l'objet d'une étude palynologique par LEVET-CARETTE (1963) qui leur a attribué un âge "infraliasique". Mes observations ne m'ont permis de relever dans ces sédiments aucune forme caractéristique du Trias. Il semble donc que l'on puisse attribuer à cette partie du sondage un âge lias (cf. 2ème partie, chapitre 4).

- De 308,20 m à 299,20 m : alternance de marnes, marnes gréseuses, calcaires marneux et grès calcaires.

A 307,50 m, présence de lumachelles à Astarte striatosulcata qui caractérisent dans la région d'Hirson la zone à Davoei du Pliensbachien inférieur (BONTE, 1974).

A 307,70 m : présence de*Rhynchonella amalthei* et Dactylioceras tenuicostatum correspondants au Toarcien inférieur (zone à Tenuicostatum) (BONTE, 1974).

- De 299,20 m à 296,70 m : argiles gris clair à filets sableux et lits gréseux. Une étude palynologique (DANZE & LAVEINE, 1963) a attribué ces sédiments à la limite Lias-Dogger.

- De 296,70 m à 294,30 m : marno-calcaires conglomératiques à Bellemnites pouvant être attribués à l'Aalénien par comparaison avec les marnes foncées du sondage de Ferrières-en-Bray (PRUVOST, 1928 ; BONTE, 1974).

- 13 -



fig. 6- Coupes et corrélations lithologiques entre les sondages d'âge jurassique.

- 14 -

#### b) Bajocien.

Il est complet pour le sondage APO 1 bis. Pour le sondage de Vermandovillers, il marque le début de la série jurassique.

## Bajocien inférieur :

Pour le sondage APO I bis (294,30 m à 281,20 m) il est représenté par des sables argileux, grès ligniteux et calcaires gréseux. <u>Remarque</u> : Le sondage APO I bis a livré, d'une part de 299,20 à 296,70 m et d'autre part à l'extrême base du Bajocien (294,30 à 294 m), des galets de schistes gréseux rouges et des grains de charbon datés Westphalien B (BONTE, 1974) qui laissent penser que le Famennien et le Houiller devaient former des reliefs proches à l'époque de la transgression Lias-Dogger.

## Bajocien moyen :

APO 1 bis (281,20 m à 259,60 m) : calcaires à polypiers et calcaires variés, coupés de lits marneux noirs.

Vermandovillers (633,90 m à 632 m) : calcaires à polypiers et lumachelle jaune.

Bajocien supérieur :

APO 1 bis (259,60 m à 258,55 m) marnes compactes à Ostrea sowerbyi.

## <u>Remarque</u> : Pour les auteurs anglais (AGER, 1966 ; AGER & WALLACE, 1966) Ostrea sowerbyi est une espèce bathonienne.

Vermandovillers (632 m à 622 m) calcaires marno-gréseux à fines oolithes et débris ligniteux à la base.

c) Bathonien.

Il marque le début de la série jurassique pour le sondage de Wavans. Cet étage manifeste une constance remarquable pour les 3 sondages concernés ainsi que le montre l'étude effectuée par BONTE (1978). On peut le diviser en 3 parties :

- un Bathonien inférieur oolithique ou microdétritique,

- un Bathonien moyen récifal,

- un Bathonien supérieur calcaréo-marneux.

## Bathonien inférieur :

Il est représenté pour le sondage APO 1 bis (258,55 m à 250,45 m) par des calcaires microdétritiques alors que pour les sondages de Vermandovillers (622 m à 615,15 m) et Wavans (229 m à 219,55 m) il s'agit de calcaires oolithiques à débris de lamellibranches.

#### Bathonien moyen :

APO 1 bis (250,45 m à 236 m) ; Vermandovillers (615,15 m à 570,50 m) ; Wavans (219,55 m à 189,50 m) : calcaires pseudoolithiques avec à la base quelques passages d'argiles noires.

#### Bathonien supérieur :

APO 1 bis (236 m à 232 m) ; Vermandovillers (570,50 m à 565,20 m) ; Wavans (189,50 m à 185 m) : alternance de calcaires marneux gris et de marnes et argiles noires.

<u>Remarque</u> : Ces calcaires marneux et argiles noires représentent la partie inférieure du Calcaire des Pichottes, formation définie dans le Boulonnais. Ils sont coiffés par un banc calcaire à oolithes et débris coquilliers que l'on trouve dans les sondages APO 1 bis, Vermandovillers et Wavans. BONTE (1978) considère ce banc calcaire comme étant d'âge bathonien supérieur alors que les calcaires marneux et argiles sous-jacents représenteraient une zone de passage entre le Bathonien moyen et le Bathonien supérieur. Cependant, les calcaires marneux ont livré *Rhynchonella elegantula*, ce qui leur donne un âge bathonien supérieur alors que les calcaires sus-jacents ont livré *Macrocephalites macrocephalus*, ce qui leur donne un âge callovien inférieur. C'est pourquoi j'ai placé le banc sommital du Calcaire des Pichottes dans le Callovien inférieur.

#### d) Callovien.

La base de cet étage est représenté pour les 3 sondages par des calcaires oolithiques, APO 1 bis (232 m à 228,50 m) ; Vermandovillers (565,20 m à 553,10 m) ; Wavans (185 m à 174 m). Ces calcaires constituent le banc sommital du Calcaire des Pichottes. Le reste de l'étage APO 1 bis (228,50 m à 208,50 m) ; Vermandovillers (553,10 m à 522,60 m) et Wavans (174 m à 173,60 m) est représenté principalement par des marnes grises. Elles ont livré Serpula vertebralis dans APO 1 bis et renferment des oolithes ferrugineuses dans Vermandovillers et Wavans. Pour ce dernier sondage, la série jurassique s'arrête à ce niveau.

#### e) Oxfordien.

Les termes Argovien, Rauracien et Séquanien utilisés par BONTE (1978) pour dater ces sondages ont été abandonnés dans cette étude au profit d'un Oxfordien au sens large comprenant des parties inférieure, moyenne et supérieure (ENAY, 1980).

## Oxfordien inférieur :

APO 1 bis (208,50 m à 182,50 m) ; Vermandovillers (522,60 m à 483 m) : marnes gris foncé, un peu sableuses avec pour le sondage de Vermandovillers quelques passages de marnes coquillières, calcaires marneux et lumachelles.

#### Oxfordien moyen :

APO 1 bis (182,50 m à 135,50 m) ; Vermandovillers (483 m à 434,85 m) : alternance de calcaires marneux gris clair et de marnes gris foncé.

### Oxfordien supérieur :

APO 1 bis (135,50 m à 75 m) ; Vermandovillers (434,85 m à 349,30 m). Pour APO 1 bis, on observe un ensemble de marnes gris foncé (135,50 m à 101 m), un ensemble gréseux et glauconieux (101 m à 95 m), un complexe de calcaires oolithiques et pseudoolithiques avec des passages plus gréseux (95 m à 75 m).

Pour Vermandovillers, on note un ensemble de calcaires compacts avec des passages oolithiques ou pseudoolithiques et des intercalations marneuses (434,85 m à 403,60 m), un ensemble de marnes gris foncé et sableuses (403,60 m à 378,60 m) et enfin un complexe de calcaires oolithiques et pseudoolithiques avec des passages plus gréseux (378,60 m à 349,30 m).

<u>Remarque</u> : Il semble que le sommet de ces formations appartienne déjà au Kimméridgien inférieur car on y trouve associées dans le Boulonnais des faunes typiques de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur (RIOULT, 1980).

f) Kimméridgien.

Il est divisé en plusieurs assises :

- Ensemble de calcaires compacts (APO 1 bis : 75 m à 61 m) ou variés (Vermandovillers : 349,30 m à 325,70 m) coupés de lits marneux noirs.

- Alternance de marnes gris noir et de calcaires marneux (APO 1 bis : 61 m à 35 m ; Vermandovillers : 325,70 m à 313,80 m). Cet ensemble représente le dernier terme de la série jurassique du sondage de Vermandovillers, alors que, à APO 1 bis, on trouve ensuite :

- un sable gris clair glauconieux et pyriteux (35 m à 26,30 m),

- des calcaires gris-bleu et gris clair, calcaires marneux et marnes noires (26,30 m à 13 m),

- un grès grossier gris bleuté et un sable roux glauconieux (13 m à 9,30 m).

#### 2) Description lithologique des sédiments d'âge crétacé (fig. 7).

#### a) Albien.

Il est surtout représenté pour le sondage de Wavans (173,60 m à 133,80 m) par un ensemble de sables verts calcareux à la base (173,60 m à 146 m), surmonté de sables argileux noirâtres et d'argiles noires.

Les sondages de Thivencelles et Bellonne ont livré une série albienne beaucoup moins importante et reposant directement sur les terrains primaires.

Les sédiments albiens du sondage de Thivencelles (283 m à 270,70 m) montrent une alternance de marnes grises ou vertes, sableuses et glauconieuses et de calcaires cohérents. Ceux du sondage de Bellonne (175,35 m à 170,60 m) sont constitués d'une marne très glauconieuse.

- 18 -



fig. 7- Coupes lithologiques des sondages d'âge crétacé.

b) Cénomanien.

Il débute pour les sondages de Thivencelles et de Wavans par un tourtia constitué par une marne sableuse glauconieuse à nodules phosphatés (Thivencelles 270,70 m à 266 m) ou par une craie marneuse glauconieuse à nodules phosphatés (Wavans 133,80 m à 133 m). Ce tourtia est surmonté :

- pour le sondage de Thivencelles (266 m à 248,55 m) par une marne verte,

- pour le sondage de Wavans (133 m à 63 m) par une craie marneuse gris verdâtre passant vers le sommet à une craie blanche.

Le Cénomanien du sondage de Bellonne (170,60 m à 148,50 m) est constitué d'une marne crayeuse se terminant par un banc peu épais de craie argileuse grise.

c) Turonien.

Le Turonien du sondage de Wavans est constitué (63 m à 8,5 m) par un ensemble homogène de craies marneuses devenant grisâtres au sommet.

Turonien inférieur :

Thivencelles (248,55 m à 218 m) ; Bellonne (148,50 m à 114,90 m). Il est représenté par des marnes vertes (dièves vertes).

Turonien moyen :

A Thivencelles (218 m à 188,20 m) on note une alternance de marnes crayeuses vertes et craies marneuses grisâtres (dièves bleues), tandis qu'à Bellonne (114,90 m à 85 m) on observe des marnes gris-bleu surmontées par une marne grise.

Turonien supérieur :

Thivencelles (188,20 m à 168,75 m) ; Bellonne (85 m à 65,80 m). Les sédiments comprennent, pour les deux sondages, un ensemble de craie marneuse surmonté par une craie grise à silex, plus ou moins marneuse pour le sondage de Thivencelles. Dans le sondage de Bellonne, ces sédiments sont terminés par un banc de tun (66,80 m à 65,80 m) constitué de craie phosphatée.

d) <u>Sénonien</u>.

En ce qui concerne le sondage de Bellonne, les sédiments d'âge sénonien sont indifférenciés et comprennent une craie grise à silex (65,80 m à 44 m) surmontée par une craie blanche (44 m à 14,70 m).

Le sondage de Thivencelles montre une série sénonienne plus complète allant jusqu'au Campanien. L'âge maestrichtien attribué par DEHEE (1927) au sommet de la série apparaît erroné compte-tenu des corrélations lithologiques que j'ai pu effectuer avec les formations du Bassin de Mons (fig. 7). Au-dessus des sédiments du Turonien, on trouve donc :

- de 168,75 m à 164,50 m, une craie glauconieuse d'âge coniacien inférieur,

- de 164,50 m à 125 m, une craie grisâtre légèrement marneuse passant progressivement à une craie blanche à *Micraster decipiens*. Cette craie est d'âge coniacien supérieur-santonien.

- de 125 m à 31,75 m, une craie blanche ayant livré Actinocamax quadrata et Belemnitella mucronata ce qui, compte-tenu des corrélations lithologiques avec les formations du Bassin de Mons, lui donne un âge campanien (MONCIARDINI, 1980).

## **DEUXIEME PARTIE**

## **ETUDE PALYNOLOGIQUE**
### CHAPITRE 1 : RAPPEL DES TRAVAUX ANTERIEURS PUBLIES EN PALVNOLOGIE

Si la documentation palynologique concernant le Jurassique et le Crétacé est très abondante, les études ayant trait au Nord de la France sont plus rares et plus ponctuelles.

En ce qui concerne les spores et grains de pollen du Jurassique, les premières études datent de 1962-1963 (BONTE & LAVEINE, 1962 ; DANZE & LAVEINE, 1963 ; BRICHE, DANZE-CORSIN & LAVEINE, 1963) et ont essentiellement porté sur le Lias. LEVET-CARETTE avait entrepris une étude palynologique d'ensemble du Jurassique et du Crétacé de nos régions, mais l'a abandonnée après quelques publications (LEVET-CARETTE, 1963, 1964a, 1964b).

Quant aux dinoflagellés du Jurassique et du Crétacé, les premières études sont dues à DEFLANDRE qui publia par la suite de nombreux articles aussi bien sur le Jurassique que sur le Crétacé (DEFLANDRE, 1934, 1935, 1936, 1937a, 1937b, 1943, 1947a, 1947b, 1966, 1968). On peut également citer : DEFLANDRE & COURTEVILLE, 1939 ; DEFLANDRE & FOUCHER, 1967; DEFLANDRE-RICAUD, 1954 ; VALENSI, 1947, 1948, 1955a, 1955b.

Plus récemment, plusieurs auteurs ont publié sur le Crétacé du Bassin de Paris avec quelques mentions particulières sur le Nord de la France :

- FOUCHER, 1971, 1972, 1974, 1976c sur le Crétacé supérieur de la Somme et du Pas-de-Calais.

- FOUCHER & TAUGOURDEAU, 1975 ; VERDIER, 1975 ; FAUCONIER, 1975 sur l'Albo-Cénomanien de Wissant.

DAVEY & VERDIER, 1976 sur le Crétacé supérieur du Douaisis.
DAVEY, 1969, 1970 sur le Cénomanien du Boulonnais.

# CHAPITRE 2 : TECHNIQUES D'ETUDES

#### A) ECHANTILLONNAGE.

Dans un premier temps, et dans la mesure du possible, l'échantillonnage a été effectué à intervalles réguliers, tous les dix mètres environ. Un prélèvement plus précis au niveau des zones présentant un intérêt stratigraphique particulier peut être réalisé par la suite.

Il faut cependant tenir compte au départ de la nature et de la couleur du sédiment. La matière organique est généralement associée aux roches à granulométrie fine, pour lesquelles les circulations d'eau ou d'air entrainant l'oxydation sont moins importantes. D'autre part, les sédiments de couleur noirâtre à grisâtre sont les plus susceptibles de fournir des éléments palynologiques.

Au total, 222 échantillons ont été prélevés sur les cinq sondages étudiés. 160 d'entre eux ont fourni des résultats palynologiques (108 carottes et 52 cuttings) et ont fait l'objet, soit d'un comptage systématique des éléments palynologiques, soit d'un recensement de ces éléments lorsqu'ils étaient trop peu abondants pour en permettre un comptage significatif.

B) TECHNIQUES DE PREPARATION (fig. 8).

Le but de l'attaque palynologique est de libérer la matière organique de la matrice minérale qui l'enrobe.

Les échantillons sont constitués d'argiles, argiles gréseuses, grès, marnes et carbonates, je décrirai brièvement la méthode qui s'applique à ce type de roches. Elle comporte deux phases principales :

- une phase mécanique,

- une phase chimique.



# 1) Traitement mécanique.

Les échantillons sont d'abord soigneusement lavés afin d'éviter toute contamination. Ils sont ensuite broyés jusqu'à atteindre une granulométrie comprise entre 1 et 5 mm. Ceci permettra une action uniforme des produits chimiques mis en oeuvre.

La quantité attaquée dépend de la nature et de la couleur du sédiment.

# 2) Traitement chimique.

Il faut éliminer les carbonates, la silice et les divers silicates, puis effectuer la macération de la matière organique restante pour dissocier les matières humiques.

# a) Elimination de la partie minérale.

\* Elimination des carbonates :

Le sédiment est placé dans un bécher. On y verse 100 cm3 d'acide chlorhydrique à 40%. Pour les roches carbonatées, l'acide est versé par petites quantités pour éviter une réaction trop vive.

On laisse agir environ 24 heures, puis la partie liquide acide est éliminée en effectuant un ou deux lavages par décantation.

 $\star$  Elimination de la silice et des silicates :

On utilise l'acide fluorhydrique à 40% et à froid (150 cm3 à 180 cm3). La réaction est très lente, on la laisse se poursuivre pendant 4 à 5 jours. Au bout de cette période, il reste dans le bécher une boue noirâtre recouverte d'un voile blanchâtre constitué de fluorosilicates.

On récupère le résidu par centrifugations à l'eau distillée. On replace le culot dans un erlenmeyer en y ajoutant 150 cm3 d'acide chlorhydrique à 40%. L'ensemble est chauffé sur bac de sable pendant 30 mn. L'acide chlorhydrique va solubiliser les fluorosilicates qui seront éliminés par centrifugations à l'eau distillée chaude. b) Macération de la partie organique.

\* Attaque à l'acide nitrique :

Elle a pour but d'oxyder le matériel sporopollénique. Le résidu est placé dans un erlenmeyer, on y ajoute l à 2 grammes de chlorate de potassium (KC10<sub>3</sub>) puis 10 à 20 cm3 d'acide nitrique dilué. La durée de l'attaque dépend de l'état de conservation de la matière organique. On effectue donc un prélèvement que l'on observe au microscope. Plus les éléments sont sales et noirâtres, plus l'attaque est longue (1 minute au maximum). Si on laisse la réaction se poursuivre trop longtemps, les spores et grains de pollen risquent eux-mêmes d'être détruits. Le chlorate de potassium renforce les liaisons de la sporopollénine des spores et grains de pollen.

On stoppe la réaction en remplissant l'erlenmeyer d'eau. Le résidu est récupéré et lavé par centrifugations répétées à l'eau.

\* Passage à la potasse à 10%.

Il permet de mettre en suspension et d'éliminer les matières humiques qui étaient collées à la paroi des spores et des grains de pollen.

On rince à l'eau par centrifugations jusqu'à ce que le liquide surnageant soit limpide.

Pour terminer, on opère plusieurs centrifugations à l'alcool pour éliminer les particules humiques fines.

Le culot est récupéré dans un flacon avec un peu d'alcool glycériné.

#### 3) Montage des préparations.

Une goutte de résidu est montée entre lame et lamelle avec de la gélatine que l'on fond sur une plaque chauffante. Le bord de la lamelle est luté au vernis et les lames sont étiquetées.

#### C) TECHNIQUES D'OBSERVATION.

Les préparations obtenues ont été étudiées par transmission avec un microscope optique Leitz.

## CHAPITRE 3 : DESCRIPTION DES MICROORGANISMES OBSERVES ET SYSTEMATIQUE

#### A) GENERALITES.

En plus de la matière organique amorphe et des débris de cuticules et trachéides, les sédiments étudiés ont livré :

- des dinoflagellés,
- des acritarches,
- des spores,
- des grains de pollen,
- des microforaminifères chitineux,
- des algues tasmanacées.

# 1) Les dinoflagellés.

Les dinoflagellés (ou péridiniens) sont des éléments du phytoplancton, unicellulaires, munis de flagelles, de la classe des Dinophycées. La plupart des formes fossiles sont marines ou pélagiques. Elles sont conservées sous forme de kystes à paroi organique, de forme et de tailles variables.

3 types principaux de kystes sont observés (fig. 9) :

- les kystes proximates ne présentant qu'une seule paroi, appelée autophragme,

- les kystes chorates dont la paroi supporte des appendices de taille et forme variées,

- les kystes cavates présentant 2 parois : l'autophragme et l'ectophragme.

Les termes principaux utilisés pour la description des dinoflagellés sont indiqués sur la figure 10.





# 2) Les acritarches.

Ce sont des microfossiles de petite taille, d'affinités biologiques inconnues, constitués d'une cavité centrale, entourée d'une paroi à une ou plusieurs couches, portant une ornementation variée. Leur taille varie de 7 à 150 f<sup>\*</sup>. Ce sont des organismes essentiellement marins.

Les formes que j'ai recensées appartiennent aux genres *Michrys*tidium et *Epicephalopyxis* et n'ont pas été déterminées spécifiquement.

#### 3) Les spores.

Elles représentent les éléments de dissémination des Bryophytes et des Cryptogames vasculaires. Ce sont des éléments unicellulaires protégés par une membrane résistante et enfermés dans un sporange. Elles peuvent être sexuées, mâles (microspores) ou femelles (mégaspores). Elles sont destinées à tomber sur le sol et à germer en un organisme : le prothalle.

Par convention, on appelle microspores les spores de taille inférieure à 200 / et mégaspores celles de taille supérieure à 200 / . Mon étude a uniquement porté sur les microspores.

### 4) Les grains de pollen ou pollens.

Ils représentent les organes reproducteurs des Préphanérogames et Spermaphytes. Ce sont déjà des prothalles mâles réduits à quelques cellules. Ces prothalles émettent, chez les formes les plus évoluées, un tube pollinique où passeront les gamètes mâles pour aller féconder l'ovule. La taille des grains de pollen varie entre 2 et 200 p avec une moyenne de 30 à 35 p.

5) Les microforaminifères chitineux (P1. VI, fig. 21, 22, 25).

Aucune distinction n'a été faite au moment de leur comptage.

6) Les kystes d'algues tasmanacées.

Ce sont des organismes lenticulaires à membrane épaisse et







perforée qui représentent probablement des kystes d'algues chlorophycées.

#### B) SYSTEMATIQUE DESCRIPTIVE DES DINOFLAGELLES.

# 1) Classification utilisée (Tableau A).

La classification utilisée est celle proposée par STOVER & EVITT (1978), c'est-à-dire qu'elle est basée en premier lieu sur le type de l'archaeopyle.

Cinq groupes sont ainsi définis, caractérisés respectivement par un archaéopyle apical, intercalaire, précingulaire, combiné ou divers (éléments n'entrant dans aucun autre groupe) (fig. 11).

Ensuite, à l'intérieur de chaque groupe, les dinoflagellés sont décrits par ordre alphabétique.

D'autre part, la nomenclature utilisée est celle proposée par LENTIN & WILLIAMS (1977), modifiée par STOVER & EVITT (1978).

#### TABLEAU A

ARCHAEOPYLE	GENRES
APICAL	ADNATOSFHAERIDIUM CASSICULOSPHAERIDIA CHYTROEISPHAERIDIA CHLAMYDOPHORELLA CLEISTOSPHAERIDIUM COMPOSITOSPHAERIDIUM CYCLONEPHELIUM DINOGYMNIUM ELLIPSOIDICTYUM

	ARCHAEOPYLE	GENRES
	PRECINGULA IRE	ACHOMOSPHAERA ALDORFIA CARPODINIUM CORDOSPHAERIDIUM CORONIFERA CRIBROPERIDINIUM ELLIPSOIDINIUM EXOCHOSPHAERIDIUM FLORENTINIA GONYAULACYSTA HYSTRICHODINIUM HYSTRICHODINIUM HYSTRICHOSPHAEROPSIS KLEITHRIASPHAERIDIUM SCRINIODINIUM SILICISPHAERA SPINIFERITES TRICHODINIUM TUBOTUBERELLA
	COMBINE	CALLAIOSPHAERIDIUM CTENIDODINIUM OVOIDINIUM SIRMIODINIUM WANEA
BUS	DIVERS	PALAEOHYSTRICHOPHORA SUBTILISPHAERA

ARCHAEOPYLE	GENRES
	ENDOCERATIUM
	EPELTDOSPHAERIDIA
	ESCHARISPHAERIDIA
	HYSTRICHOSPHAERIDIUM
	HYSTRICHOSPHAERINA
	LEBERIDOCYSTA
	LITOSPHAERIDIUM
	MEIOUROGONYAULAX
	MICRODINIUM
APICAL	<b>ODONTOCHITINA</b>
	OLIGOSPHAERIDIUM
	PROLIXOSPHAERIDIUM
	SENONIASPHAERA
	SENSUTIDINIUM
	STEPHANOLYTRON
	SURCULOSPHAERIDIUM
	SYSTEMATOPHORA
	VALENSIELLA
	XENASCUS
	XIPHOPHORIDTUM
	CHATANGIELLA
THEFT	ISABELIDINIUM
INTERCALAIKE	KALYPTEA
	PAREODINIA
	SPINIDINIUM

# 2) Description systématique des dinoflagellés.

#### I.- ARCHAEOPYLE APICAL

Genre : ADNATOSPHAERIDIUM Williams & Downie, 1966 Pl. 1, fig. 1-2

Générotype : Adnatosphaeridium vittatum Williams & Downie, 1966

Adnatosphaeridium aemulum (Deflandre, 1938) Williams & Downie, 1969 Pl. I, fig. 1

Diagnose : Kystes chorates avec un corps central circulaire entouré d'appendices au moins aussi longs que le demi-diamètre du corps central. Appendices constitués d'un tube s'ouvrant largement en entonnoir à sa partie distale et généralement très ajouré. Archaeopyle apical. Taille : 60 à 90 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien supérieur à base Oxfordien moyen. <u>Vermandovillers - Callovien supérieur</u> à Oxfordien inférieur.

Répartition connue : Callovien inférieur à Oxfordien moyen d'Europe du Nord<sup>\*</sup> (Raynaud, 1978) ; Callovien inférieur à Kimméridgien inférieur d'Europe<sup>\*</sup> (Sarjeant, 1979).

> Adnatosphaeridium caulleryi (Deflandre, 1938) Williams & Downie, 1969 Pl. I, fig. 2

Diagnose : Kystes chorates avec un corps central arrondi et entouré de nombreux appendices grêles à extrémité simple ou fourchue, ramifiée. Archaeopyle apical. Taille : 45 à 70 microns.

<sup>\*</sup> Raynaud (1978) a étudié des échantillons de terrain de Grande-Bretagne et des échantillons de sondages de Mer du Nord. Sarjeant (1979) a effectué la compilation de nombreux articles concernant les dinoflagellés du Jurassique moyen et supérieur d'Europe.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien supérieur-Kimméridgien. <u>Verman-</u> <u>dovillers</u> - Bathonien terminal-Kimméridgien. <u>Wavans</u> - Callovien inférieur.

Répartition connue : Kimméridgien moyen à Portlandien inférieur d'Europe du Nord (Raynaud, 1978) ; Callovien inférieur à Portlandien supérieur d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : CASSICULOSPHAERIDIA Davey, 1969

Pl. II, fig. 19 Générotype : Cassiculosphaeridia reticulata Davey, 1969

> Cassiculosphaeridia reticulata Davey, 1969 P1. II, fig. 19

Diagnose : Kystes sphériques à subsphériques. Surface portant des rides basses formant une réticulation grossière. Fines crêtes membraneuses s'élevant des rides. Archaeopyle apical. Taille : 33 à 55 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Turonien. <u>Thivencelles</u> -Cénomanien-Turonien. Bellonne - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien d'Angleterre et France (Davey, 1969) ; Albien à Turonien inférieur du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

Genre : CHYTROEISPHAERIDIA (Sarjeant, 1962) Pocock, 1972 Pl. I, fig. 3 Générotype : Chytroeisphaeridia chytroeides (Sarjeant, 1962) Downie & Sarjeant, 1965

> Chytroeisphaeridia chytroeides (Sarjeant, 1962) Downie & Sarjeant, 1965 Pl. I, fig. 3

Diagnose : Kyste sphérique avec une surface plissée, une paroi lisse et transparente pouvant porter intérieurement un corps circulaire ponctué et étroitement accolé à la paroi externe. Archaeopyle apical. Taille : 30 à 60 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien supérieur à Kimméridgien supérieur. Vermandovillers - Callovien supérieur à Kimméridgien.

Répartition connue : Bathonien moyen à Crétacé d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : CHLAMYDOPHORELLA Cookson & Eisenack, 1958
Pl. I, fig. 4, pl. II, fig. 13
Générotype : Chlamydophorella nyei Cookson & Eisenack, 1958

Chlamydophorella nyei Cookson & Eisenack, 1958 Pl. II, fig. 13

Diagnose : Kyste sphérique avec une petite projection apicale. Surface couverte de nombreux processus petits, étroits et bifurqués, supportant une membrane délicate. Processus se rétrécissant depuis leurs bases. Archaeopyle apical. Taille : 35 à 50 microns.

Répartition : Wavans - Albien supérieur. Bellonne - Albien terminal.

Répartition connue : Albien-Cénomanien d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964) ; Aptien-Turonien inférieur d'Australie (Cookson & Eisenack, 1958) ; Albien-Cénomanien d'Europe (Foucher, 1980) ; Kimméridgien-Portlandien d'Europe (Sarjeant, 1979).

> Chlamydophorella sp. Pl. I, fig. 4

Diagnose : Kystes proximocavates de forme arrondie sans projection apicale visible. Corps central couvert de processus courts et trapus, s'élargissant légèrement à leur extrémité distale et supportant une membrane fine et transparente. Surfaces du corps central et de la membrane externe lisses. Pas de tabulation visible. Archaeopyle apical. Taille : 40 à 50 microns. Répartition : <u>Vermandovillers</u> - Callovien supérieur. <u>Wavans</u> - Callovien inférieur.

Genre : CLEISTOSPHAERIDIUM Davey & al., 1966 Pl. I, fig. 5, 6, 8, Pl. II, fig. 12

Générotype : Cleistosphaeridium diversispinosum Davey & al., 1966

Cleistosphaeridium ehrenbergi (Deflandre, 1947) Davey & al., 1969 Pl. I, fig. 5

Diagnose : Kystes chorates avec un corps central subsphérique portant des processus simples, rectilignes, solides, coniques, fermés distalement, au nombre de 30 à 45. Surface lisse. Archaeopyle apical. Taille : 45 à 65 microns (corps central).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - base du Callovien à Oxfordien supérieur. Vermandovillers - Oxfordien inférieur à Kimméridgien.

Répartition connue : Oxfordien-Kimméridgien d'Europe (Sarjeant, 1979)

Cleistosphaeridium hugoniotti (Valensi, 1955) Davey, 1969 Pl. II, fig. 12

Diagnose : Kystes chorates à corps central subsphérique. Paroi lisse donnant naissance à de nombreux processus bifurqués. Processus creux, fermés distalement et proximalement, extrémité distale avec 2 épines légèrement courbées. Archaeopyle apical. Taille : 20 à 45 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien supérieur. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien. Bellonne - Albien terminal à base du Turonien supérieur.

Répartition connue : Cénomanien d'Angleterre et de France (Davey, 1969) ; Albien à Coniacien du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

> Cleistosphaeridium polytrichum (Valensi, 1947) Davey & al., 1969 Pl. I, fig. 8

Diagnose : Kystes chorates à corps central subsphérique portant un

grand nombre de processus (85 à 100) simples, coniques, solides et fermés distalement. Archaeopyle apical. Taille : 28 à 35 microns (corps central).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien inférieur à Oxfordien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - Oxfordien moyen et supérieur.

Répartition connue : Bathonien à Portlandien (Sarjeant, 1979).

Cleistosphaeridium tribuliferum (Sarjeant, 1962) Davey & al., 1969 Pl. I, fig. 6

Diagnose : Kystes chorates à corps central subsphérique à ovoïde portant un nombre modéré de processus (28 à 60). Processus creux, fermés distalement et recourbés. Surface lisse. Archaeopyle apical. Taille : 33 à 62 microns (corps central).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet de l'Oxfordien inférieur à Oxfordien supérieur. Vermandovillers - Callovien supérieur à Oxfordien moyen.

Répartition connue : Callovien supérieur à Kimméridgien d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : COMPOSITOSPHAERIDIUM Dodekova, 1974 Pl. I, fig. 7 Générotype : Compositosphaeridium bulgaricum Erkmen & Sarjeant, 1980

> Compositosphaeridium polonicum (Gorka, 1965) Erkmen & Sarjeant, 1980 Pl. I, fig. 7

Diagnose : Kystes sphéroïdes à grossièrement ovoïdes avec des processus intratabulaires polygonaux de taille modérée renforcés par des épaississements aux angles et avec des processus plus étroits correspondant par leur position au cingulum et au sulcus. Processus intratabulaires constitués de polytubes (2 à 4) à sommet épineux. Processus cingulaires constitués d'épines à extrémité distale épineuse ou fourchue. Processus pouvant être reliés à leur base par des épines basses. Archaeopyle apical. Taille : 35 à 54 microns (corps central).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien supérieur à base de l'Oxfordien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - Callovien supérieur à base de l'Oxfordien supérieur.

Répartition connue : Bathonien terminal à Kimméridgien inférieur de l'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : CYCLONEPHELIUM (Deflandre & Cookson, 1955) Cookson & Eisenack, 1962
Pl. II, fig. 18, 21
Générotype : Cyclonephelium compactum Deflandre & Cookson, 1955

Cyclonephelium distinctum Deflandre & Cookson, 1955 Pl. II, fig. 21

Diagnose : Kystes à contour subcirculaire à ovoïde avec une paroi lisse à légèrement granuleuse. Ornementation absente sur une partie ou presque toutes les surfaces dorsale et ventrale ; par ailleurs constituée par des processus souvent abondants, de forme très variable et de taille inférieure au 1/3 de la largeur du kyste. Processus solides, souvent bifurqués distalement et épaissis à leur base. Archaeopyle apical. Taille : 41-82 x 48-81 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien supérieur à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien. Bellonne - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Crétacé du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

Cyclonephelium membraniphorum Cookson & Eisenack, 1962 Pl. II, fig. 18

Diagnose : Kystes ovoïdes aplatis dorso-ventralement. Surfaces sans ornementation, typiques de ce genre, pouvant être importantes ou non, entourées par de hautes membranes. Membranes soutenues par de gros supports s'élevant à partir de lignes d'épaississement sur la surface du kyste. Surface du kyste et de la membrane granulées ou ponctuées. Archaeopyle apical. Taille : 37-79 x 41-82 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Turonien. <u>Thivencelles</u> -Albien terminal à Turonien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à base du Sénonien.

Répartition connue : Albien à Tertiaire du Bassin Parisien (Foucher, 1979);Albien-Cénomanien d'Australie (Cookson & Eisenack, 1962).

Genre : DINOGYMNIUM Evitt, Clarke & Verdier, 1967
Pl. II, fig. 22, 24
Générotype : Dinogymnium acuminatum Evitt, Clarke & Verdier, 1967

Dinogymnium denticulatum (Alberti, 1961) Evitt & al., 1967 Pl. II, fig. 22

Diagnose : Kystes formés de 2 cônes. Antapex arrondi. Epithèque légèrement plus grosse que l'hypothèque. Cingulum plus ou moins profond et étroit. Présence parfois d'un sulcus sur l'hypothèque. Epithèque et hypothèque portant de nombreuses côtes finement ondulées et avec de petites épines. Archaeopyle apical. Taille : environ 50 microns.

Répartition : Thivencelles - Coniacien-Campanien. Bellonne - Sénonien

Répartition connue : Sénonien d'Allemagne (Alberti, 1961) ; Santonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967).

> Dinogymnium cuclaensis Cookson & Eisenack, 1970 Pl. II, fig. 24

Diagnose : Kystes petits, constitués d'une épithèque conique striée longitudinalement et d'une hypothèque lisse dont le contour représente les 3/4 d'une sphère. Présence d'une ceinture transversale circulaire et assez profonde, dont les extrémités forment un sillon transversal plus ou moins étendu mais n'allant jamais jusqu'à l'antapex. Archaeopyle apical. Taille : 32 à 42 microns.

Répartition : Thivencelles - Campanien.

Répartition connue : Sénonien d'Australie (Cookson & Eisenack, 1970)

Genre : ELLIPSOIDICTYUM Klement, 1960 Pl. I, fig. 9 Générotype : Ellipsoidictyum cinctum Klement, 1960

> Ellipsoidictyum cinctum Klement, 1960 Pl. I, fig. 9

Diagnose : Kystes proximochorates ellipsoïdes à ovoïdes ornés d'un réticulum irrégulier à mailles de 4 à 6 côtés. Cingulum souvent bien indiqué ainsi que le sillon longitudinal. Archaeopyle apical. Taille : 45 à 60 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet du Bathonien inférieur à Kimméridgien. <u>Vermandovillers</u> - Callovien terminal à Kimméridgien.

Répartition connue : Bathonien à Kimméridgien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979) ; Jurassique supérieur d'Allemagne (Klement, 1960).

Genre : ENDOCERATIUM Vozzhennikova, 1965

Pl. II, fig. 23 Générotype : Endoceratium ludbrookiae (Cookson & Eisenack, 1958) Loeblich & Loeblich, 1966

> Endoceratium dettmanniae (Cookson & Hughes, 1964) Stover & Evitt, 1978 Pl. II, fig. 23

Diagnose : Kystes approximativement quadrangulaires avec une longue

corne apicale rectiligne et 2 petites cornes antapicales. Surface ponctuée sauf pour une bande relativement large et finement perforée entourant les surfaces dorsale et ventrale. Archaeopyle apical. Taille : 104 à 132 microns.

#### Répartition : Bellonne - Albien terminal.

Répartition connue : Albien supérieur-Cénomanien basal d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964).

Genre : EPELIDOSPHAERIDIA Davey, 1969

Pl. II, fig. 25 Générotype : Epelidosphaeridia spinosa (Cookson & Hughes, 1964) Davey, 1969

> Epelidosphaeridia spinosa (Cookson & Hughes, 1964) Davey, 1969 Pl. II, fig. 25

Diagnose : Kystes à côtés convexes avec une épithèque conique et une hypothèque plus ou moins tronquée postérieurement. Surface lisse ou légèrement granulée portant un nombre modéré de petites épines trapues terminées ou non par une petite fourche. Cingulum bien délimité par 2 lignes d'épines parallèles. Sulcus bien défini, légèrement creux et dépourvu d'épines. Archaeopyle apical. Taille : 32 à 56 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien inférieur à moyen. <u>Thivencel-</u> <u>les</u> - Albien terminal-base du Cénomanien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à base du Cénomanien.

Répartition connue : Albien supérieur-Cénomanien inférieur et moyen d'Angleterre et du Boulonnais (Davey, 1969) ; Albien à Cénomanien moyen du Bassin Parisien (Foucher, 1979). Genre : ESCHARISPHAERIDIA Erkmen & Sarjeant, 1980

Pl. I, fig. 11 Générotype : Escharisphaeridia pococki (Sarjeant, 1968) Erkmen & Sarjeant, 1980

Escharisphaeridia pococki (Sarjeant, 1968) Erkmen & Sarjeant, 1980 Pl. I, fig. 11

Diagnose : Kystes proximates sphéroïdes à ovoïdes. Surface ornée de granules de taille variable. Archaeopyle apical avec des sutures bien développées. Taille : 38 à 45 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet de l'Oxfordien inférieur à base de l'Oxfordien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - Callovien supérieur à Kimméridgien.

Répartition connue : Bathonien à Kimméridgien supérieur d'Europe (Sarjeant, 1980).

Genre : HYSTRICHOSPHAERIDIUM (Deflandre, 1937) Davey & Williams, 1966
Pl. III, fig. 1
Générotype : Hystrichosphaeridium tubiferum (Ehrenberg, 1838) Davey & Williams, 1966

Hystrichosphaeridium arundum Eisenack & Cookson, 1960 Pl. III, fig. 1

Diagnose : Kystes chorates. Surface légèrement granulée portant environ 30 appendices courts en forme de tunnel et avec des extrémités légèrement recourbées. Archaeopyle apical. Taille : 38 à 57 microns.

Répartition : Wavans - Albien terminal. Bellonne - Albien terminal.

Répartition connue : Albien d'Australie (Eisenack & Cookson, 1960); Albien supérieur d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964) ; Albien inférieur à supérieur du Boulonnais (Verdier, 1975) ; Albien du Bassin Parisien (Davey & Verdier, 1973, Fauconnier, 1975). Genre : Hystrichosphaerina Alberti, 1961 Pl. I, fig. 10

Générotype : Hystrichosphaerina schindewolfi Klement, 1960

Hystrichosphaerina orbifera (Klement, 1960) Stover & Evitt, 1978 Pl. I, fig. 10

Diagnose : Kystes chorates à corps central subsphérique à ovoîde portant des groupes d'appendices. Processus solides, fermés distalement, reliés de façon complexe. Présence de quelques processus simples et isolés entre les groupes. Archaeopyle apical. Taille : 40 à 50 microns (corps central).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet de l'Oxfordien moyen à Kimméridgien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - sommet de l'Oxfordien inférieur à Kimméridgien.

Répartition connue : Oxfordien inférieur à Crétacé inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979) ; Kimméridgien inférieur d'Angleterre (Gitmez, 1970) ; Jurassique supérieur d'Allemagne (Klement, 1960).

Genre : LEBERIDOCYSTA Stover & Evitt, 1978

P1. II, fig. 26, P1. III, fig. 2

Générotype : Leberidocysta chlamydata (Cookson & Eisenack, 1962) Stover & Evitt, 1978

Leberidocysta chlamydata (Cookson & Eisenack, 1962) Stover & Evitt, 1978 P1. II, fig. 26

Diagnose : Kystes cavates. Corps interne à paroi épaisse, orné de verrues plus ou moins grosses, entouré d'une membrane hyaline, fine et lisse. Archaeopyle apical. Taille : 68 à 75 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien à base du Turonien. <u>Thivencelles</u> -Albien terminal. Bellonne - Albien terminal à Turonien inférieur. Répartition connue : Albien supérieur ?- Cénomanien d'Australie (Cookson & Eisenack, 1962) ; Albien supérieur-Cénomanien d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964) ; Albien-Cénomanien du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

> Leberidocysta defloccata (Davey & Verdier, 1973) Stover & Evitt, 1978 Pl. III, fig. 2

Diagnose : Kystes cavates. Corps interne à paroi épaisse, lisse ou finement granulée, entouré d'une membrane fine et lisse. Archaeopyle apical. Taille : 63 à 90 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à base du Turonien. <u>Thiven</u>-<u>celles</u> - Cénomanien supérieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à base du Turonien.

Répartition connue : Albien supérieur -Cénomanien inférieur de France (Davey & Verdier, 1973) ; Albien supérieur-Cénomanien du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

Genre : LITOSPHAERIDIUM Davey & Williams, 1966

P1. III, fig. 3

Générotype : Litosphaeridium siphoniphorum (Cookson & Eisenack, 1958) Davey & Williams, 1966

> Litosphaeridium siphoniphorum (Cookson & Eisenack, 1958) Davey & Williams, 1966 Pl. III, fig. 3

Diagnose : Kystes chorates. Corps central sphérique à subsphérique avec une paroi externe épaisse et réticulée. Processus cylindriques ou subconiques toujours creux et au nombre de 13 environ. Archaeopyle apical. Taille : 20 à 50 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien à base du Turonien. <u>Thivencelles</u> base du Cénomanien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal-Cénomanien. Répartition connue : Albien ? d'Australie (Cookson & Eisenack, 1958) ; Albien supérieur-Cénomanien d'Angleterre (Cookson & Eisenack, 1964, Davey & Williams, 1966) ; Albien supérieur-Cénomanien du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

Genre : MEIOUROGONYAULAX Sarjeant, 1966
P1. I, fig. 12, 13
Générotype : Meiourogonyaulax valensii Sarjeant, 1966

Meiourogonyaulax spp. Pl. I, fig. 12, 13

Les quelques formes observées attribuables à ce genre ont été regroupées à cause de leur présence épisodique dans les niveaux étudiés. Ce sont des kystes proximates, sphériques, ellipsoides ou ovoïdes avec un cingulum souvent bien marqué et des sutures ayant la forme de rides basses ou portant des crêtes de formes variées. L'archaeopyle est apical.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Bathonien inférieur. <u>Vermandovillers</u> -Callovien à base de l'Oxfordien inférieur. Wavans - Callovien inférieur.

Genre : MICRODINIUM (Cookson & Eisenack, 1960) Stover & Evitt, 1978
Pl. III, fig. 4
Générotype : Microdinium ornatum Cookson & Eisenack, 1960

Microdinium veligerum (Deflandre, 1937) Davey, 1969 Pl. III, fig. 4

Diagnose : Kystes ovoïdes densément granulés, portant de hautes crêtes délimitant une tabulation : 1', ?5", 6c, 6''', 1 p, 1''''. Crêtes avec une marge extérieure lisse, constituées de 2 membranes reliées distalement et divergentes proximalement. Cingulum large et non spiralé. Archaeopyle apical. Taille : 28 à 38 microns. Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à base du Turonien. <u>Thiven-</u> <u>celles</u> - Cénomanien-Campanien inférieur. Bellonne - Albien terminal-Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien inférieur à Turonien d'Angleterre (Davey, 1969) ; Albien terminal à Coniacien du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

Genre : ODONTOCHITINA (Deflandre, 1935) Davey, 1970

Pl. III, fig. 5, 6 Générotype : Odontochitina operculata (Wetzel, 1933) Deflandre & Cookson, 1955

Odontochitina costata Alberti, 1961 Pl. III, fig. 6

Diagnose : Kystes présentant une longue corne apicale et 2 cornes antapicales. Cornes ornées de fines rides parallèles les unes aux autres. Endophragme et périphragme étroitement accolés sauf à la base des cornes. Archaeopyle apical. Taille des cornes antapicales : 70 à 120 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien. Bellonne - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Albien supérieur à Coniacien inférieur du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

Odontochitina operculata (Wetzel, 1933) Deflandre & Cookson, 1955 Pl. III, fig. 5

Diagnose : Kystes présentant une longue corne apicale et 2 cornes antapicales lisses. Endophragme et périphragme étroitement accolés sauf à la base des cornes. Archaeopyle apical. Taille des cornes antapicales : 50 à 130 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien inférieur. Bellonne - Albien terminal à Sénonien. Répartition connue : Crétacé inférieur d'Australie (Deflandre & Cookson, 1955) ; Barrémien à Cénomanien inférieur du Boulonnais (Verdier, 1975) ; Albien à Coniacien du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

Genre : OLIGOSPHAERIDIUM Davey & Williams, 1966

Pl. III, fig. 7, 8, 9, Pl. IV, fig. 27 Générotype : Oligosphaeridium complex (White, 1942) Davey & Williams, 1966

> Oligosphaeridium complex (White, 1942) Davey & Williams, 1966 Pl. III, fig. 7

Diagnose : Kystes chorates. Corps central subsphérique à ovoïde. Paroi composée d'un endophragme fin et d'un périphragme donnant naissance à des processus simples ou branchus, cylindriques sur presque toute leur longueur, ouverts distalement avec une extrémité ramifiée. Archaeopyle apical. Taille : 34 à 55 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien-Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien inférieur. Bellonne - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Crétacé d'Angleterre et de France (Davey & Williams, 1966, Foucher, 1979).

Oligosphaeridium prolixospinosum Davey & Williams, 1966 Pl. III, fig. 8, Pl. IV, fig. 27

Diagnose : Kystes chorates. Corps central allongé et lisse portant des processus tubulaires à paroi fine, se rétrécissant légèrement distalement et donnant naissance à des épines filiformes très délicates. Archaeopyle apical. Taille : 33 à 43 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à base du Turonien. <u>Thiven-</u> <u>celles</u> - sommet du Turonien inférieur à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> -Albien terminal à Sénonien. Répartition connue : Cénomanien d'Angleterre (Davey & Williams, 1966) ; Vraconien à Coniacien inférieur du Bassin Parisien (Foucher & Verdier, 1976).

> Oligosphaeridium pulcherrinnum (Deflandre & Cookson, 1955) Davey & Williams 1966 Pl. III, fig. 9

Diagnose : Kystes chorates. Corps central ellipsoide supportant des processus de longueur généralement inférieure au diamètre du corps central. Processus s'élargissant distalement pour prendre un aspect fenestré avec des entonnoirs profonds et fortement perforés. Archaeopyle apical. Taille : 30 à 48 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien supérieur. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal. Bellonne - Albien terminal.

Répartition connue : Crétacé inférieur d'Australie (Deflandre & Cookson, 1955) ; Barrémien d'Angleterre (Duxbury, 1980) ; Albien du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

Genre : PROLIXOSPHAERIDIUM Davey & al., 1966

Pl. I, fig. 14 Générotype : Prolixosphaeridium parvispinum (Cookson & Eisenack, 1958) Davey & al., 1966

> Prolixosphaeridium anasillum Erkmen & Sarjeant, 1980 Pl. I, fig. 14

Diagnose : Kystes allongés ovoïdes à ellipsoïdes. Surface entièrement et densément couverte de granules grossiers. Processus flexibles et longs, à bases larges, se rétrécissant brusquement au-dessus de la base et progressivement vers le sommet. Processus fermés distalement, typiquement acuminés et rarement arrondis. Archaeopyle apical. Taille : 27 à 34 microns. Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet de l'Oxfordien moyen à Oxfordien supérieur.

Répartition connue : Callovien supérieur à Kimméridgien supérieur d'Angleterre, Ecosse et France (Erkmen & Sarjeant, 1980).

Genre : SENONIASPHAERA Clarke & Verdier, 1967

P1. I, fig. 16, P1. III, fig. 10 Générotype : Senoniasphaera protrusa Clarke & Verdier, 1967

> Senoniasphaera cf. jurassica (Gitmez & Sarjeant, 1972) Lentin & Williams, 1976 Pl. I, fig. 16

Diagnose : Kystes grossièrement ovoïdes à allongés avec une projection apicale creuse et arrondie formée par la membrane externe fine. Surface du corps interne densément granulée avec quelques tubercules. Présence d'un cingulum circulaire divisant le corps interne en 2 parties égales. Archaeopyle apical. Taille : 40 à 60 microns. <u>Remarque</u> : Les formes observées au cours de cette étude n'ont jamais montré clairement une projection apicale. D'autre part, leur ornementation semble être constituée de granules plus petits que ceux des formes figurées par Gitmez & Sarjeant, 1972 (P1. 14, fig. 5, 8).

Répartition : <u>APO | bis</u> - sommet Oxfordien supérieur à Kimméridgien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - sommet Oxfordien supérieur à Kimméridgien.

Répartition connue : Base du Kimméridgien supérieur du Boulonnais (Riley & Sarjeant, 1977) ; Kimméridgien d'Europe (Sarjeant, 1979) ; Kimméridgien supérieur à Portlandien inférieur d'Europe du Nord (Raynaud, 1978) pour les formes typiques. Senoniasphaera rotundata Clarke & Verdier, 1967 Pl. III, fig. 10

Diagnose : Kystes cavates. Corps central arrondi faisant saillie dans les cornes. Périphragme étroitement attaché au corps central par de petits piliers, sauf au niveau de détachement de la membrane pour la formation des cornes. Position des cornes antapicales et latérales pas toujours symétriques par rapport aux axes longitudinal et transversal. Archaeopyle apical. Présence, en plus des perforations, d'un réticulum irrégulier. Taille : 78 à 100 microns (longueur totale).

Répartition : <u>Wavans</u> - Turonien. <u>Thivencelles</u> - Turonien à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> - sommet du Turonien inférieur à Sénonien.

Répartition connue : Santonien et Campanien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Turonien inférieur à Campanien inférieur du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

Genre : SENSUTIDINIUM Sarjeant & Stover, 1978 Pl. I, fig. 15, 17 Générotype : Sensutidinium rioultii (Sarjeant, 1968) Sarjeant & Stover, 1978

> Sensutidinium pilosum (Ehrenberg, 1843) Sarjeant & Stover, 1978 Pl. I, fig. 15

Diagnose : Kystes allongés ovoïdes à ellipsoïdes sans tabulation. Paroi ornée entièrement par une couverture dense de petits processus de longueur inférieure à 1/5 du plus petit diamètre du kyste. Sommet des processus pouvant être capités ou bifurqués. Archaeopyle apical. Taille : 60 à 79 microns (longueur).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet de l'Oxfordien inférieur à Kimméridgien supérieur. Vermandovillers - Oxfordien-Kimméridgien.

Répartition connue : Callovien terminal-Oxfordien inférieur de Normandie (Sarjeant, 1968) ; Callovien supérieur à Portlandien d'Europe (Sarjeant, 1979). Sensutidinium villersense (Sarjeant, 1968) Sarjeant & Stover, 1978 Pl. I, fig. 17

Diagnose : Kystes sphéroïdes à grossièrement ovoïdes portant de nombreux processus dont la longueur est d'environ 1/10 de la largeur des kystes. Epines le plus souvent capitées ou bifurquées brièvement. Archaeopyle apical. Taille : environ 55 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien à base de l'Oxfordien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - Callovien à base de l'Oxfordien supérieur. <u>Wa</u>vans - Callovien inférieur.

Répartition connue : Callovien supérieur-Oxfordien inférieur de Normandie (Sarjeant, 1968) ; Bathonien supérieur à Oxfordien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : STEPHANOLYTRON (Sarjeant, 1961) Stover, Sarjeant & Drugg, 1977 Pl. I, fig. 17, 18 Générotype : Stephanolytron redcliffense (Sarjeant, 1961) Stover, Sarjeant & Drugg, 1977

> Stephanolytron spp. P1. I, fig. 17, 18

Ce sont des kystes grossièrement ovoïdes et arrondis aux 2 extrémités, portant des processus tubulaires s'étendant en plusieurs rangées sur les flancs et entourant l'apex et l'antapex. Une corona peut être présente à l'antapex. L'archaeopyle est apical.

L'état des individus observés n'a pas permis de faire la différence entre les espèces décrites par Stover, Sarjeant & Drugg (1977).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Oxfordien inférieur à Kimméridgien inférieur. <u>Vermandovillers</u> - Oxfordien inférieur à base de l'Oxfordien supérieur.

- 56 -

Répartition connue : Callovien terminal à Kimméridgien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979) ; Callovien supérieur à Oxfordien d'Europe du Nord (Raynaud, 1978).

Genre : SURCULOSPHAERIDIUM Davey & al., 1966

Pl. I, fig. 20, Pl. III, fig. 11 Générotype : Surculosphaeridium cribrotubiferum (Sarjeant, 1960) Davey & al., 1966

> Surculosphaeridium longifurcatum (Firtion, 1952) Davey & al., 1966 Pl. III, fig. 11

Diagnose : Kystes chorates. Corps central subsphérique. Périphragme lisse et donnant naissance à environ 26 processus fermés distalement, de forme variable mais dont quelques uns sont fortement branchus. Archaeopyle apical. Taille : 32 à 37 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien inférieur. Bellonne - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien de France (Firtion, 1952) ; Cénomanien d'Angleterre (Davey & al., 1966) ; Albien à Coniacien inférieur du Bassin Parisien (Foucher, 1979).

> Surculosphaeridium vestitum (Deflandre, 1938) Davey & al., 1966 Pl. I, fig. 20

Diagnose : Kystes chorates. Corps central subsphérique supportant des processus de formes très variables, plus ou moins larges, au nombre de l ou plusieurs par plaque réfléchie. Processus de la région cingulaire soit très ramifiés soit complètement divisés en deux processus plus fins. Archaeopyle apical. Taille : 37 à 47 microns (corps central).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien supérieur à base de l'Oxfordien supérieur. <u>Vermandovillers</u> : Oxfordien inférieur-base Oxfordien moyen. Répartition connue : Oxfordien de France (Deflandre, 1938) ; Oxfordien d'Angleterre (Sarjeant, 1962) ; Jurassique supérieur d'Angleterre (Davey & al., 1966) ; Callovien supérieur à Oxfordien d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : SYSTEMATOPHORA Klement, 1960 Pl. I, fig. 21, 22, Pl. III, fig. 12 Générotype : Systematophora areolata Klement, 1960

> Systematophora areolata Klement, 1960 Pl. I, fig. 21

Diagnose : Kystes chorates. Corps central sphérique à ellipsoïde portant des groupes de processus bordés par des crêtes étroites. Processus solides, simples ou bifurqués non reliés distalement. Présence de quelques processus simples et isolés entre les groupes. Archaeopyle apical. Taille : 30 à 55 microns (corps central).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Oxfordien supérieur à Kimméridgien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - sommet de l'Oxfordien supérieur à base du Kimméridgien.

Répartition connue : Kimméridgien du Boulonnais (Riley & Sarjeant, 1977) ; Kimméridgien à base du Portlandien d'Europe du Nord (Raynaud, 1978); Oxfordien terminal à Portlandien d'Europe (Sarjeant, 1979).

> Systematophora cretacea Davey, 1979 Pl. III, fig. 12

Diagnose : Kystes chorates. Corps central subsphérique à paroi densément granuleuse portant des processus arrangés en complexes annulaires. Processus pouvant se diviser distalement. Proximalement, complexes s'élevant à partir d'épaississements de la paroi du kyste de forme circulaire à triangulaire arrondie. Complexes apicaux et parasulcaux plus petits. Archaeopyle apical. Taille : 60 à 64 microns (corps central).

Répartition : Wavans - Albien terminal.

Répartition connue : Albien inférieur de la Baie de Biscaye (Davey, 1979).

> Systematophora valensii (Sarjeant, 1960) Downie & Sarjeant, 1965 Pl. I, fig. 22

Diagnose : Kystes chorates. Corps central ovoïde portant des champs de processus. Processus de formes très variées, bifurqués ou ramifiés, quelquefois reliés aux processus d'un même groupe, soit à leur base, soit, par des trabécules, à un point quelconque de leur longueur, mais jamais à l'extrémité. Archaeopyle apical. Taille : environ 60 microns (corps central).

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet de l'Oxfordien inférieur à Oxfordien moyen. <u>Vermandovillers</u> - Callovien terminal à Oxfordien moyen.

Répartition connue : Callovien supérieur-Oxfordien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : VALENSIELLA Eisenack, 1963
P1. I, fig. 23
Générotype : Valensiella ovula (Deflandre, 1947) Eisenack, 1963

Valensiella ovula (Deflandre, 1947) Eisenack, 1963 Pl. I, fig. 23

Diagnose : Kystes proximates ovoïdes. Surface ornée d'un réticulum à mailles plus ou moins larges. Archaeopyle apical. Taille : 45 à 55 microns (longueur).

Répartition : <u>Vermandovillers</u> - Bajocien moyen à Callovien inférieur.

Répartition connue : Bathonien d'Allemagne (Gocht, 1970) ; Dogger supérieur-Malm inférieur de Hollande (Herngreen-de Boer, 1978) ; Jurassique de France (Valensi, 1955) ; Bathonien à Oxfordien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979).

- 59 -

Genre : XENASCUS Cookson & Eisenack, 1969

P1. III, fig. 13

Générotype : Xenascus australense Cookson & Eisenack, 1969

Xenascus ceratioides (Deflandre, 1937) Lentin & Williams, 1973 Pl. III, fig. 13

Diagnose : Kystes à corps central ovoïde. Appendices nombreux partant du corps central. Présence d'un gros appendice apical et de 2 appendices antapicaux. Autres appendices plus petits, branchus et complexes. Archaeopyle apical. Taille des cornes antapicales : 50 à 61 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien à base du Turonien. <u>Thivencel-</u> <u>les</u> - Albien terminal à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Sénonien de France (Deflandre, 1937) ; Sénonien d'Allemagne (Wetzel, 1950) ; Cénomanien à Campanien d'Angleterre (Clarke & Verdier, 1967) ; Cénomanien à Coniacien du Bassin Parisien (Foucher, 1979) ; Albien à Coniacien du Bassin Parisien (Foucher & Verdier, 1976).

Genre : XIPHOPHORIDIUM Sarjeant, 1966

P1. III, fig. 18 Générotype : Xiphophoridium alatum (Cookson & Eisenack, 1962) Sarjeant, 1966

> Xiphophoridium alatum (Cookson & Eisenack, 1962) Sarjeant, 1966 Pl. III, fig. 18

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central ovoïde à globulaire et à paroi fine. Plaques limitées par de très hautes crêtes portant de longues épines en forme de dagues. Crêtes se recourbant vers l'intérieur entre les épines. Cingulum légèrement en spirale bordé par de très hautes crêtes. Sulcus s'étendant jusqu'à l'antapex. Surface du corps central portant de nombreux tubercules. Archaeopyle apical. Taille : environ 120 microns.

- 60 -
Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Turonien. <u>Thivencelles</u> -Cénomanien-base du Turonien supérieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Turonien moyen.

Répartition connue : Cénomanien d'Angleterre (Sarjeant, 1966) ; Albien supérieur du Boulonnais (Verdier, 1975 ; Fauconnier, 1975) ; Albien à Coniacien inférieur du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

#### **II.-** ARCHAEOPYLE INTERCALAIRE

Genre : CHATANGIELLA (Vozzhennikova, 1967) Lentin & Williams, 1976
P1. III, fig. 15, 16
Générotype : Chatangiella niiga Vozzhennikova, 1967

Chatangiella madura Lentin & Williams, 1976 Pl. III, fig. 15

Diagnose : Kystes bicavates allongés longitudinalement à contour subrectangulaire avec une petite corne apicale à base large et 2 cornes antapicales peu développées. Epithèque légèrement plus longue que l'hypothèque. Surface des kystes finement granulée. Présence de part et d'autre du cingulum de surfaces délimitées par des épaississements solides étroitement disposés et arrondis. Archaeopyle intercalaire. Taille : 60 à 90 microns.

Répartition : Thivencelles - base du Campanien.

Répartition connue : Sénonien d'Australie (Cookson & Eisenack, 1970)

Chatangiella tripartita (Cookson & Eisenack, 1960) Lentin & Williams, 1976 Pl. III, fig. 16

Diagnose : Kystes bicavates allongés longitudinalement à contour

subrectangulaire avec une petite corne apicale à base large et 2 cornes antapicales peu développées. Surface des kystes finement ou fortement granulée. Archaeopyle intercalaire. Taille : 60 à 90 microns.

Répartition : <u>Thivencelles</u> - Coniacien à Campanien inférieur. Bellonne - Sénonien.

Répartition connue : Turonien supérieur à Sénonien moyen d'Australie (Cookson & Eisenack, 1960).

Genre : ISABELIDINIUM Lentin & Williams, 1977
P1. III, fig. 17
Générotype : Isabelidinium korojonense (Cookson & Eisenack, 1958) Lentin
& Williams, 1977

Isabelidinium acuminata (Cookson & Eisenack, 1958) Stover & Evitt, 1978 Pl. III, fig. 17

Diagnose : Kystes bicavates à contour allongé longitudinalement. Présence d'une corne apicale et de 2 cornes antapicales peu développées. Corps interne circulaire à elliptique. Surface lisse. Archaeopyle intercalaire. Taille : 60 à 100 microns.

Répartition : <u>Thivencelles</u> - Coniacien à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> : Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien à Turonien inférieur d'Australie (Cookson & Eisenack, 1958) ; Crétacé supérieur du Canada (Manum & Cookson, 1964) ; Santonien supérieur de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967).

Genre : KALYPTEA (Cookson & Eisenack, 1960) Wiggins, 1975 Pl. II, fig. 1 Générotype : Kalyptea diceras Cookson & Eisenack, 1960 Kalyptea stegasta (Sarjeant, 1961) Wiggins, 1975 Pl. II, fig. 1

Diagnose : Kystes proximates. Corps central sphérique avec une corne apicale longue et une corne antapicale plus courte et plus arrondie. Paroi lisse ou légèrement verruqueuse. Archaeopyle intercalaire. Taille : 80 à 90 microns.

Répartition : APO I bis - Oxfordien moyen à Kimméridgien inférieur.

Répartition connue : Bathonien-Callovien d'Allemagne (Alberti, 1961) ; Kimméridgien d'Angleterre, France et Ecosse (Gitmez, 1970) ; Dogger supérieur-Malm inférieur de Hollande (Herngreen et de Boer, 1978) ; Oxfordien-base du Kimméridgien d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : PAREODINIA (Deflandre, 1947) Stover & Evitt, 1978 Pl. I, fig. 24 Générotype : Pareodinia ceratophora (Deflandre, 1947) Gocht, 1970

> Pareodinia ceratophora (Deflandre, 1947) Gocht, 1970 Pl. I, fig. 24

Diagnose : Kyste proximate à contour ovale avec une corne apicale de longueur ne dépassant pas celle de la moitié du corps. Paroi lisse à très légèrement granulée. Archaeopyle intercalaire. Taille : 55 à 100 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet du Bajocien supérieur à Kimméridgien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - Bajocien moyen à Kimméridgien. <u>Wa-</u> vans - Bathonien moyen à Callovien inférieur.

Répartition connue : Dogger supérieur d'Allemagne (Alberti, 1961); Kimméridgien inférieur de France, d'Angleterre et d'Ecosse (Gitmez, 1970); Bathonien d'Allemagne (Gocht, 1970) ; Lias-Malm inférieur de Hollande (Herngreen et de Boer, 1978) ; Jurassique d'Europe (Sarjeant, 1979). Genre : SPINIDINIUM (Cookson & Eisenack, 1962) Lentin & Williams, 1976 Pl. III, fig. 20

Générotype : Spinidinium styloniferum Cookson & Eisenack, 1962

Spinidinium rhombicum (Cookson & Eisenack, 1974) Stover & Evitt, 1978 Pl. III, fig. 20

Diagnose : Kystes proximochorates avec une corne apicale, une corne antapicale gauche peu développée et une corne antapicale droite réduite. Paroi fine et couverte d'épines assez fines et pointues situées surtout au voisinage du cingulum. Archaeopyle intercalaire. Taille : 30 à 60 microns.

Répartition : <u>Thivencelles</u> - Coniacien à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> - Sénonien.

Répartition connue : Albien-Cénomanien d'Australie (Cookson & Eisenack, 1974) ; Turonien terminal à Campanien basal du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

#### **III.- ARCHAEOPYLE PRECINGULAIRE**

Genre : ACHOMOSPHAERA Evitt, 1963

Pl. III, fig. 14, 21

Générotype : Achomosphaera ramulifera (Deflandre, 1937) Evitt, 1963

Achomosphaera ramulifera (Deflandre, 1937) Evitt, 1963 Pl. III, fig. 14

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central lisse à très légèrement réticulé avec des traces possibles marquant les limites de plaques. Processus creux avec souvent des bases plus ou moins bulbeuses, des extrémités trifurquées se divisant généralement une nouvelle fois. Processus cingulaires souvent reliés. Archaeopyle précingulaire. Taille : 40 à 55 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Turonien. <u>Bellonne</u> -Albien terminal à Sénonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien.

Répartition connue : Cénomanien à Pliocène moyen d'Angleterre (Davey & Williams, 1966) ; Cénomanien à Santonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Cénomanien d'Angleterre et de France (Davey, 1969) ; Aptien supérieur à Cénomanien du Boulonnais (Verdier, 1975) ; Barrémien moyen à supérieur d'Angleterre (Duxbury, 1980) ; Cénomanien à Tertiaire du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

> Achomosphaera sagena Davey & Williams, 1966 Pl. III, fig. 21

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central à paroi très épaisse apparemment composée d'éléments columellaires. Surface fortement réticulée. Processus gonaux creux et fermés, trifurqués avec des extrémités se séparant à nouveau en deux et ayant des bases réticulées. Archaeopyle précingulaire. Taille : 35 à 60 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien d'Angleterre (Davey & Williams, 1966) ; Turonien-Sénonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Cénomanien d'Angleterre et de France (Davey, 1969) ; Vraconien-Cénomanien de France (Davey & Verdier, 1971) ; Vraconien-Coniacien du Bassin de Paris (Foucher & Verdier, 1976).

Genre : ALDORFIA Stover & Evitt, 1978 Pl. III, fig. 26 Générotype : Aldorfia aldorfensis (Gocht, 1970) Stover & Evitt, 1978 Aldorfia deflandrei (Clarke & Verdier, 1967) Stover & Evitt, 1978 Pl. III, fig. 26

Diagnose : Kystes subsphériques avec une projection apicale. Autophragme et ectophragme séparés. Volume entre les 2 parois rempli par de nombreux piliers reliés distalement ou plus proximalement pour donner un modèle rugulé. Archaeopyle précingulaire. Taille : 50 à 56 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Turonien. <u>Thivencelles</u> - Cénomanien à Campanien inférieur. Bellonne - Cénomanien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien-Santonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Vraconien de France (Davey & Verdier, 1971) ; Vraconien-Coniacien du Bassin de Paris (Foucher & Verdier, 1976).

Genre : CARPODINIUM (Cookson & Eisenack, 1962) Leffingwell & Morgan, 1977 Pl. III, fig. 22, 23

Générotype : Carpodinium granulatum (Cookson & Eisenack, 1962) Leffingwell & Morgan, 1977

> Carpodinium granulatum (Cookson & Eisenack, 1962) Leffingwel & Morgan, 1977 Pl. III, fig. 22

Diagnose : Kystes proximates allongés, ellipsoïdes avec une petite corne apicale creuse. Couches de la paroi se séparant au niveau des marges de plaques réfléchies pour former des crêtes suturales. Surface finement granulée. Archaeopyle précingulaire. Taille : 64 à 85 microns.

Répartition : Wavans - Albien terminal.

Répartition connue : Aptien-Albien d'Australie (Cookson & Eisenack, 1962) ; Aptien-base de l'Albien supérieur du Boulonnais (Verdier, 1975) ; Albien inférieur et moyen du Bassin de Paris (Davey & Verdier, 1973) ; Albien inférieur-base de l'Albien supérieur du Bassin de Paris (Fauconnier, 1975, Foucher & Verdier, 1976). Carpodinium obliquistatum (Cookson & Hughes, 1964) Leffingwell & Morgan, 1977 Pl. III, fig. 23

Diagnose : Kystes proximates allongés ovales avec une petite corne apicale s'élevant de la membrane externe. Plaques allongées, bordées par des sutures relativement hautes. Modèle de plaques constitué par des surfaces grossièrement triangulaires, de taille variable, alignées plus ou moins obliquement sur l'axe longitudinal du kyste. Archaeopyle précingulaire. Taille : 60 à 80 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien. <u>Thivencelles</u> - base du Cénomanien. Bellonne - Albien terminal à base du Cénomanien.

Répartition connue : Albien terminal-Cénomanien inférieur d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964) ; Albien supérieur-Cénomanien du Boulonnais (Verdier, 1975) ; Albien moyen-supérieur du Bassin de Paris (Davey & Verdier, 1971) ; Albien supérieur-Cénomanien du Bassin de Paris (Foucher & Verdier, 1976).

Genre : CORDOSPHAERIDIUM(Eisenack, 1963) Davey, 1969
P1. III, fig. 24
Générotype : Cordosphaeridium inodes (Klump, 1953) Eisenack, 1963

Cordosphaeridium truncigerum (Deflandre, 1937) De Coninck, 1975 Pl. III, fig. 24

Diagnose : Kystes chorates. Corps central subsphérique portant des processus fibreux creux et intratabulaires dont l'extrémité distale peut être denticulée. Stries présentes sur les appendices s'étendant sur le corps central. Archaeopyle précingulaire. Taille : environ 50 microns (corps central).

Répartition : <u>Thivencelles</u> - Coniacien-Campanien inférieur. <u>Bel-</u> lonne - Sénonien. Répartition connue : Sénonien de France (Deflandre, 1937) ; Yprésien de Belgique (De Coninck, 1975) ; Turonien terminal-Campanien du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

Genre : CORONIFERA (Cookson & Eisenack, 1958) Davey, 1974 Pl. III, fig. 27 Générotype : Coronifera oceanica Cookson & Eisenack, 1958

> Coronifera oceanica Cookson & Eisenack, 1958 Pl. III, fig. 27

Diagnose : Kystes chorates. Corps central ovoïde portant de nombreux processus assez fins, simples ou bifurqués. Présence d'un processus antapical distinctif plus large et avec une extrémité denticulée. Archaeopyle précingulaire. Taille : 31 à 54 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien-Turonien. <u>Thivencelles</u> - Cénomanien-Campanien. Bellonne - Albien terminal-Sénonien.

Répartition connue : Albien d'Australie (Cookson & Eisenack, 1958) ; Aptien supérieur d'Allemagne (Eisenack, 1958, Alberti, 1961) ; Albien supérieur-Cénomanien inférieur d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964) ; Cénomanien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Barrémien à Cénomanien du Boulonnais (Verdier, 1975) ; Cénomanien-Campanien du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

Genre : CRIBROPERIDINIUM (Neale & Sarjeant, 1962) Davey, 1969
Pl. III, fig. 25
Générotype : Cribroperidinium sepimentum Neale & Sarjeant, 1962

Cribroperidinium edwarsi (Cookson & Eisenack, 1958) Davey, 1969 Pl. III, fig. 25

Diagnose : Kystes proximates à contour ovoïde et à paroi épaisse. Présence d'une forte corne apicale formant environ 1/4 de la longueur du kyste. Surface ornée de gros tubercules. Tabulation marquée aux limites de plaques par des crêtes basses et larges. Archaeopyle précingulaire. Taille : 90 à 120 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien supérieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal.

Répartition connue : Albien-Cénomanien à Turonien inférieur d'Australie (Cookson & Eisenack, 1958) ; Albien supérieur à Campanien d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964, Clarke & Verdier, 1967) ; Albien du Bassin de Paris (Davey & Verdier, 1971) ; Barrémien à Cénomanien inférieur du Boulonnais (Davey, 1975) ; Cénomanien à base du Santonien du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

Genre : ELLIPSOIDINIUM Clarke & Verdier, 1967 Pl. III, fig. 19 Générotype : Ellipsoidinium rugulosum Clarke & Verdier, 1967

> Ellipsoidinium rugulosum Clarke & Verdier, 1967 Pl. III, fig. 19

Diagnose : Kystes proximates à contour ovale à ellipsoïde. Ceinture formée par l'interruption horizontale d'un réticulum disposé longitudinalement. Sculpture constituée de luminae grossières, rectangulaires, allongées et disposées parallèlement à l'axe longitudinal. Archaeopyle précingulaire. Taille : 35 à 45 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien-Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Turonien. Bellonne : Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien à Santonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Cénomanien d'Angleterre et de France (Davey, 1969) ; Albien supérieur du Bassin de Paris (Davey & Verdier, 1971) ; Albien supérieur-Cénomanien inférieur du Boulonnais (Verdier, 1975) ; Cénomanien à Santonien moyen du Bassin de Paris (Foucher, 1979). Genre : EXOCHOSPHAERIDIUM Davey & al., 1966

P1. III, fig. 28

Générotype : Exochosphaeridium phragmites Davey & al., 1966

Exochosphaeridium striolatum (Deflandre, 1937) Davey, 1969 Pl. III, fig. 28

Diagnose : Kystes chorates. Corps central sphérique portant de nombreux appendices fibreux, souvent bifurqués. Fibres des processus se trouvant sur le corps central et adjacentes à celles d'autres processus. Archaeopyle précingulaire. Taille : 34 à 81 microns (corps central).

Genre : FLORENTINIA Davey & Verdier, 1973 Pl. III, fig. 29, pl. IV, fig. 1, 2 Cénérotype : Florentinia laciniata Davey & Verdier, 1973

> Florentinia deanei (Davey & Williams, 1966) Davey & Verdier, 1973 Pl. III, fig. 29

Diagnose : Kystes chorates. Corps central lisse à légèrement granuleux portant des processus régulièrement disposés. Processus à paroi fine, souvent légèrement striés longitudinalement, à bases relativement larges, se rétrécissant distalement en un entonnoir ouvert à marge dentelée ou lisse. Processus antapical distinctif, grand, pouvant être ouvert ou fermé distalement. Archaeopyle précingulaire ou combiné. Taille : 41 à 54 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Turonien. <u>Bellonne</u> -Cénomanien à base du Turonien supérieur. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Sénonien (base).

Répartition connue : Cénomanien supérieur à Sénonien inférieur du Nord de la France (Davey & Verdier, 1976) ; Albien supérieur à Coniacien du Bassin de Paris (Foucher & Verdier, 1976, Foucher, 1979). Florentinia mantelli (Davey & Williams, 1966) Davey & Verdier, 1973 Pl. IV, fig. 1

Diagnose : Kystes chorates. Corps central lisse à légèrement granulé, portant des processus à paroi fine régulièrement disposés. Processus creux, tubulaires, avec des striations longitudinales peu marquées, souvent ouverts distalement et avec quelquefois des branches distales ou des tubules. Processus apicaux et cingulaires relativement fins. Processus précingulaires plus larges. Processus postcingulaires exceptionnellement larges, bifurqués distalement ou donnant naissance à des tubules. Processus sulcaux étroits, allongés acuminés, branchus ou tubulaires. Processus antapical large pouvant porter de petites épines. Archaeopyle précingulaire ou combiné. Taille : 36 à 45 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien à base du Turonien. <u>Thivencelles</u> -Albien terminal à base du Turonien supérieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Turonien inférieur.

Répartition connue : Cénomanien-Turonien d'Angleterre et de France (Davey & Williams, 1966 ; Davey, 1969) ; Cénomanien-Turonien inférieur du Nord de la France (Davey & Verdier, 1976) ; Albien-Coniacien du Bassin de Paris (Foucher & Verdier, 1976).

> Florentinia resex Davey & Verdier, 1976 Pl. IV, fig. 2

Diagnose : Kystes chorates sphériques à subsphériques à paroi modérément épaisse, légèrement à densément granulée. Processus nombreux, souvent simples, quelques-uns pouvant se rejoindre proximalement ou très rarement médianement. Processus composés, bifides dans les régions préet postcingulaires. Processus allongés subconiques striés longitudinalement et tronqués distalement. Processus antapical large, tubulaire et apparaissant fermé distalement. Archaeopyle précingulaire. Taille : 38 à 51 microns (corps central).

Répartition : Bellonne - Turonien inférieur.

Répartition connue : Turonien inférieur du Nord de la France (Davey & Verdier, 1976).

Genre : GONYAULACYSTA (Deflandre, 1964) Stover & Evitt, 1978 Pl. II, fig. 2, 5, 6 ; Pl. IV, fig. 3

Générotype : Gonyaulacysta jurassica (Deflandre, 1938) Norris & Sarjeant, 1965

Gonyaulacysta cassidata (Eisenack & Cookson, 1960) Sarjeant, 1966 Pl. IV, fig. 3

Diagnose : Kyste proximate à forme grossièrement ovoïde et paroi fine, surmonté par un péricoele apical se terminant par une petite corne. Limites de plaques marquées par des crêtes délicates à extrémités denticulées. Cingulum fortement spiralé. Sulcus s'élargissant postérieurement. Surface lisse ou finement granulée avec quelquefois quelques granules. Tabulation : 4', 1a, 6", 6c, 6"', 1 p, 1"". Archaeopyle précingulaire. Taille : 60 à 78 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien-Cénomanien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal-base du Cénomanien. Bellonne ÷ Albien terminal-Cénomanien.

Répartition connue : Albien d'Australie (Eisenack & Cookson, 1960) Albien supérieur-Cénomanien d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964, Sarjeant, 1966) ; Cénomanien d'Angleterre et de France (Davey, 1969) ; Aptien supérieur à Cénomanien du Bassin de Paris (Davey & Verdier, 1971, Verdier, 1975, Foucher, 1979).

> Gonyaulacysta granulata (Klement, 1960) Sarjeant, 1969 Pl. II, fig. 6

Diagnose : Kystes proximates de forme grossièrement ovoïde et divisés en deux parties à peu près égales. Corne apicale petite. Sutures modérément hautes aux limites de plaques. Sulcus court et grossier. Surface de la coquille finement granulée. Tabulation : 4', 6", 6c, 6"", 1 p, 1'". Archaeopyle précingulaire. Taille : 62 à 80 microns. Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Kimméridgien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - Oxfordien supérieur à Kimméridgien.

Répartition connue : Oxfordien-Kimméridgien d'Allemagne (Klement, 1960) ; Kimméridgien du Boulonnais (Riley & Sarjeant, 1977) ; Oxfordien moyen-Kimméridgien d'Europe (Sarjeant, 1979).

> Gonyaulacysta jurassica (Deflandre, 1938) Norris & Sarjeant, 1965 Pl. II, fig. 5

Diagnose : Kystes proximocavates de forme polygonale allongée. Autophragme de forme ronde à ovoïde. Ectophragme plus ou moins éloigné de l'autophragme au niveau de la corne apicale et de l'hypothèque. Sutures dentelées. Corne apicale composée de plusieurs plaques. Surface lisse. Archaeopyle précingulaire. Taille : 50 à 80 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien à Kimméridgien supérieur. <u>Ver</u>mandovillers - Callovien moyen à Kimméridgien. Wavans - Callovien moyen.

Répartition connue : Oxfordien inférieur du Calvados (Deflandre, 1938) ; Dogger supérieur-Malm inférieur de Hollande (Herngreen-de Boer, 1978) ; Jurassique supérieur d'Allemagne (Klement, 1960) ; Callovien à Kimméridgien d'Europe du Nord (Raynaud, 1978) ; Callovien à Kimméridgien supérieur d'Europe (Sarjeant, 1964).

> Gonyaulacysta scarburghensis Sarjeant, 1964 Pl. II, fig. 2

Diagnose : Kystes proximates en forme de poire à base large avec une corne apicale longue composée de filaments se rejoignant au sommet. Paroi ornée de multiples appendices bifurqués pouvant être reliés distalement. Archaeopyle précingulaire. Taille : 60 à 90 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Oxfordien inférieur. <u>Vermandovillers</u> base de l'Oxfordien inférieur. Répartition connue : Callovien supérieur-Oxfordien inférieur d'Europe du Nord (Raynaud, 1978) ; Callovien supérieur-Oxfordien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : HYSTRICHODINIUM (Deflandre, 1935) Clarke & Verdier, 1967 Pl. IV, fig. 4 Cénérotype : Hystrichodinium pulchrum Deflandre, 1935

> Hystrichodinium pulchrum Deflandre, 1935 Pl. IV, fig. 4

Diagnose : Kystes proximochorates à contour ovale. Corps central portant de nombreux processus longs, repliés et apparemment disposés au hasard. Processus pointus distalement à bases pouvant se rejoindre pour former des crêtes basses non ornementées et souvent discontinues. Processus plus nombreux autour du cingulum. Archaeopyle précingulaire. Taille : 40 à 62 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien. Bellonne - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Valanginien à Sénonien d'Allemagne (Gocht, 1959, Alberti, 1961) ; Sénonien de France (Deflandre, 1935, 1936, 1940, 1952, Deflandre-Rigaud 1954, 1955, Valensi, 1955) ; Cénomanien à Santonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Barrémien à Campanien du Bassin de Paris (Verdier, 1975, Foucher & Verdier, 1976, Foucher, 1979).

Genre : HYSTRICHOGONYAULAX Sarjeant, 1969

Pl. II, fig. 3 Générotype : Hystrichogonyaulax cornigera (Valensi, 1953) Sarjeant, 1969

> Hystrichogonyaulax cladophora (Deflandre, 1938) Stover & Evitt, 1978 Pl. II, fig. 3

Diagnose : Kyste proximochorate de forme ronde à subarrondie avec

- 74 -

une petite corne apicale. Paroi ornée de rangées d'appendices bifurqués distalement et situés aux limites de plaques. Cingulum légèrement en spirale. Archaeopyle précingulaire. Taille : 55 à 90 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien supérieur à Oxfordien moyen. <u>Vermandovillers</u> - Callovien terminal à base du Kimméridgien. <u>Wavans</u> -Callovien moyen.

Répartition connue : Oxfordien inférieur du Calvados (Deflandre, 1938) ; Jurassique supérieur d'Allemagne (Klement, 1960) ; Callovien supérieur à base du Kimméridgien d'Europe du Nord (Raynaud, 1978) ; Bathonien à Portlandien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : HYSTRICHOSPHAEROPSIS (Deflandre, 1935) Sarjeant, 1966
Pl. IV, fig. 5
Générotype : Hystrichosphaeropsis ovum Deflandre, 1935

Hystrichosphaeropsis ovum Deflandre, 1935 Pl. IV, fig. 5

Diagnose : Kystes bicavates allongés ellipsoïdes avec une corne apicale. Corps central ovoïde à ellipsoïde pouvant porter des sutures très peu marquées. Corps central et paroi externe lisses à granulés. Archaeopyle précingulaire. Taille : 30 à 45 microns.

Répartition : <u>Thivencelles</u> - Coniacien à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> - Sénonien.

Répartition connue : Sénonien de France (Deflandre, 1935, 1937) ; Santonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Turonien terminal à Campanien inférieur du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

Genre : KLEITHRIASPHAERIDIUM Davey, 1974

Pl. IV, fig. 6, 7 Générotype : Kleithriasphaeridium corrugatum Davey, 1974 Kleithriasphaeridium loffrensis Davey & Verdier, 1976 Pl. IV, fig. 6

Diagnose : Kystes chorates sphériques à subsphériques à paroi lisse, portant un processus tubulaire par plaque réfléchie. Processus à côtés sensiblement parallèles sur presque toute leur longueur mais s'élargissant proximalement et distalement et se terminant par une marge épineuse. Archaeopyle précingulaire. Taille : 45 à 52 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Turonien. <u>Thivencelles</u> -Albien terminal à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien à Sénonien du Nord de la France (Davey & Verdier, 1976) ; Cénomanien à base du Santonien du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

> Kleithriasphaeridium readei (Davey & Williams, 1966) Davey & Verdier, 1976 Pl. IV, fig. 7

Diagnose : Kystes chorates sphériques à subsphériques à paroi lisse portant un processus tubulaire par plaque réfléchie. Processus légèrement fibreux, tubiformes, ouverts distalement et se terminant par une membrane épineuse. Processus avec 3 ou 4 épaississements ou crêtes s'étendant sur leur longueur, chaque épaississement se poursuivant sur le corps central jusqu'à celui d'un processus adjacent. Archaeopyle précingulaire. Taille : 31 à 54 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien supérieur à base du Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à base du Coniacien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à base du Sénonien.

Répartition connue : Crétacé supérieur de France (Lejeune-Carpentier, 1940) ; Cénomanien supérieur d'Angleterre (Davey & Williams, 1966) ; Cénomanien-Sénonien du Nord de la France (Davey & Verdier, 1976) ; Albien-Coniacien du Bassin de Paris (Foucher, 1979). Genre : SCRINIODINIUM Klement, 1957

Pl. II, fig. 4, 7, 8, 10, pl. IV, fig. 8 Générotype : Scriniodinium crystallinum (Deflandre, 1938) Klement, 1960

> Scriniodinium campanula Gocht, 1959 Pl. IV, fig. 8

Diagnose : Kystes cavates à paroi fine et lisse. Corps interne difficile à mettre en évidence et paroi des kystes semblant être formée d'une seule couche. Surface dorsale fortement convexe et surface ventrale pratiquement plate. Présence d'un pli bien développé sur l'hypothèque dorsale allant du cingulum à l'antapex. Archaeopyle précingulaire. Taille : 72 à 108 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à base du Campanien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Valanginien à Aptien d'Allemagne (Gocht, 1959, Alberti, 1961) ; Albien à Turonien moyen d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964, Davey, 1969) ; Barrémien-Coniacien du Bassin de Paris (Verdier, 1975, Foucher, 1979).

> Scriniodinium crystallinum (Deflandre, 1938) Klement, 1960 Pl. II, fig. 7

Diagnose : Kystes cavates de forme ellipsoïde avec une corne apicale de taille variable. Corps central ovoïde. Ectophragme et autophragme nettement séparés et lisses. Cingulum net. Archaeopyle précingulaire. Taille : 55 à 92 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet Oxfordien inférieur à base Oxfordien supérieur.

Répartition connue : Oxfordien du Calvados (Deflandre, 1938) ; Kimméridgien inférieur de France, d'Angleterre et d'Ecosse (Gitmez, 1970) ; Jurassique supérieur d'Allemagne (Klement, 1960) ; Callovien supérieur à Kimméridgien inférieur d'Europe du Nord (Raynaud, 1978) ; Callovien à Kimméridgien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979).

> Scriniodinium galeritum (Deflandre, 1938) Klement, 1960 Pl. II, fig. 4

Diagnose : Kystes cavates de forme polygonale. Autophragme épais. Ectophragme plus fin et bien visible au niveau de l'apex, du cingulum et de l'hypothèque. Archaeopyle précingulaire. Taille : 78 à 90 microns.

Répartition : <u>Vermandovillers</u> - Callovien supérieur à Oxfordien moyen.

Répartition connue : Oxfordien du Calvados (Deflandre, 1938) ; Bathonien et Jurassique d'Allemagne (Gocht, 1959, Klement, 1960) ; Callovien supérieur-Oxfordien moyen de l'Europe du Nord (Raynaud, 1978) ; Bajocien supérieur à Portlandien d'Europe (Sarjeant, 1979).

> Scriniodinium galeritum subsp. reticulatum Klement, 1960 Pl. II, fig. 10

Diagnose : Formes semblables à *S. galeritum* mais présentant un réticulum à mailles larges et murailles épaisses. Taille : 55 à 90 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien supérieur à base de l'Oxfordien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - Callovien supérieur à Oxfordien supérieur.

Répartition connue : Jurassique supérieur d'Allemagne (Klement, 1960).

Scriniodinium luridum (Deflandre, 1938) Klement, 1960 Pl. II, fig. 8

Diagnose : Kystes cavates de forme polygonale. Corps interne plus ou moins arrondi. Surface lisse. Ectophragme fin et transparent. Sillon équatorial bien marqué. Archaeopyle précingulaire. Taille : 55 à 90 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Oxfordien à Kimméridgien supérieur. <u>Ver</u>-<u>mandovillers</u> - Oxfordien à base du Kimméridgien.

Répartition connue : Oxfordien inférieur du Calvados (Deflandre, 1938) ; Bathonien et Jurassique supérieur d'Allemagne (Gocht, 1959, Klement, 1960) ; Dogger supérieur-Malm inférieur de Hollande (Herngreen & de Boer, 1978) ; Callovien supérieur à Kimméridgien inférieur de l'Europe du Nord (Raynaud, 1978) ; Callovien moyen à Kimméridgien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979)

Genre : SILICISPHAERA Davey & Verdier, 1976
P1. IV, fig. 9, 10, 11
Générotype : Silicisphaera ferox (Deflandre, 1937) Davey & Verdier, 1976

Silicisphaera ferox (Deflandre, 1937) Davey & Verdier, 1976 Pl. IV, fig. 9

Diagnose : Kystes chorates sphériques à subsphériques à paroi épaisse densément granulée. Processus relativement courts, d'à peu près la même longueur, à paroi fine légèrement striée et tronquée distalement. Processus se rétrécissant distalement, se bifurquant médianement ou restant simples dans les régions apicales, cingulaires, sulcales et antapicales ou se trifurquant médianement dans les régions pré- et postcingulaires. Archaeopyle précingulaire ou combiné. Taille : 36 à 46 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien terminal à Turonien. <u>Thivencelles</u> -Turonien à Campanien inférieur. Bellonne - Cénomanien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Sénonien de France (Deflandre, 1937) ; Aptien d'Allemagne (Eisenack, 1958) ; Cénomanien de France et d'Angleterre (Davey, 1969) ; Turonien moyen à Sénonien du Nord de la France (Davey & Verdier, 1976). Silicisphaera tenera Davey & Verdier, 1976 Pl. IV, fig. 10

Diagnose : Kystes chorates subsphériques avec une paroi relativement fine et lisse portant des processus simples et complexes. Processus simples et pointus dans les régions apicale, cingulaire et sulcale. Processus antapical simple, bifurqué ou trifurqué. Processus complexes, grands, avec des épines ou tubules distalement occupant les régions préet postcingulaires. Archaeopyle précingulaire. Taille : 43 à 60 microns (corps central).

Répartition : Thivencelles - Campanien. Bellonne - Sénonien.

Répartition connue : Sénonien du Nord de la France (Davey & Verdier, 1976) ; Coniacien-base du Santonien du Bassin de Paris (Foucher, 1979).

> Silicisphaera ? torulosa Davey & Verdier, 1976 Pl. IV, fig. 11

Diagnose : Kystes à paroi épaisse densément microgranulée et portant un processus par plaque. Processus variant considérablement en largeur mais approximativement de la même hauteur. Processus apicaux, cingulaires, sulcaux et antapicaux relativement étroits. Processus pré- et postcingulaires larges proximalement, se rétrécissant distalement pour se terminer par un contour arrondi. Archaeopyle précingulaire. Taille : 43 à 64 microns (corps central).

Répartition : <u>Thivencelles</u> - sommet du Turonien moyen-base du Turonien supérieur. <u>Bellonne</u> - sommet du Turonien moyen à base du Sénonien.

Répartition connue : Turonien moyen à Sénonien inférieur du Nord de la France (Davey & Verdier, 1976) ; Turonien moyen à Coniacien du Bassin de Paris (Foucher, 1979). Genre : SPINIFERITES (Mantell, 1850) Sarjeant, 1970

P1. IV, fig. 12, 13, 14, 15, 16, 23, 26

Générotype : Spiniferites ramosus (Ehrenberg, 1838) Loeblich & Loeblich, 1966

Spiniferites cingulatus subsp. cingulatus (Wetzel, 1933) Lentin & Williams, 1973 Pl. IV, fig. 14

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central arrondi portant des crêtes bien définies. Processus gonaux ou épaississements ne les dépassant pas. Processus simples ou se terminant par de petites bifurcations. Surface du périphragme lisse. Archaeopyle précingulaire. Taille : 25 à 50 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien-Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal-Campanien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal-Sénonien.

Répartition connue : Crétacé inférieur à Pleistocène d'Angleterre, France, Allemagne, Roumanie, Australie (Cookson & Eisenack, 1974, Davey & al., 1966).

> Spiniferites crassipellis (Deflandre & Cookson, 1955) Sarjeant, 1970 Pl. IV, fig. 15, 26

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central arrondi à paroi épaisse portant des processus gonaux de forme subconique , souvent bifurqués avec des extrémités elles-mêmes bifurquées. Corps central fortement réticulé avec champs presque circulaires à polygonaux. Crêtes assez bien développées pouvant être réticulées à leurs extrémités. Archaeopyle précingulaire . Taille : 35 à 70 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Cénomanien. <u>Thivencelles</u> -Albien terminal à Turonien moyen. <u>Bellonne</u> - Cénomanien supérieur à Turonien inférieur. Répartition connue : Eocène inférieur d'Australie (Deflandre & Cookson, 1955) ; Cénomanien d'Angleterre (Davey & Williams, 1966) ; Cénomanien à Santonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Albien supérieur à base du Campanien du Bassin de Paris (Foucher & Verdier, 1976, Foucher, 1979).

> Spiniferites pterotus (Cookson & Eisenack, 1958) Sarjeant, 1970 P1. IV, fig. 16

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central ovoïde. Périphragme lisse et très épaissi. Processus gonaux souvent simples mais pouvant se terminer par une petite bifurcation. Processus ne s'étendant pas au-dessus des crêtes. Archaeopyle précingulaire. Taille : 35 à 45 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Cénomanien supérieur à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Cénomanien.

Répartition connue : Albien d'Australie (Cookson & Eisenack, 1958) ; Cénomanien moyen et supérieur d'Angleterre (Davey & Williams, 1966, Davey, 1969) ; Cénomanien-base du Turonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Albien supérieur à Turonien du Bassin de Paris (Foucher & Verdier, 1976, Foucher, 1979).

> Spiniferites ramosus subsp. ramosus (Ehrenberg, 1838) Loeblich & Loeblich, 1966 Pl. IV, fig. 12

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central arrondi portant des processus gonaux et quelquefois un petit nombre de processus suturaux. Processus bifurqués ou trifurqués distalement avec souvent des terminaisons bifides. Surface lisse. Archaeopyle précingulaire. Taille : 30 à 50 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Sénonien. Répartition connue : Crétacé inférieur et supérieur, Tertiaire d'Angleterre, France, Allemagne, Australie (Cookson & Eisenack, 1974, Davey & al., 1966).

> Spiniferites ramosus subsp. reticulatus (Davey & Williams, 1966) Lentin & Williams, 1973 Pl. IV, fig. 13, 23

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central arrondi composé d'un endophragme fin et lisse et d'un périphragme réticulé. Processus gonaux et quelquefois suturaux triangulaires ou subconiques. Processus gonaux trifurqués et processus suturaux bifurqués, les 2 types ayant souvent des extrémités bifides. Crêtes souvent réticulées. Archaeopyle précingulaire. Taille : 33 à 60 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien d'Angleterre (Davey & Williams, 1966, Davey, 1969) ; Barrémien à Campanien du Bassin de Paris (Verdier, 1975, Foucher, 1979).

Genre : TRICHODINIUM (Eisenack & Cookson, 1960) Clarke & Verdier, 1967
Pl. IV, fig. 17
Générotype : Trichodinium pellitum Eisenack & Cookson, 1960

Trichodinium castanea (Deflandre, 1935) Clarke & Verdier, 1967 Pl. IV, fig. 17

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central subsphérique à ellipsoïde avec une petite proéminence apicale pas toujours présente. Paroi du kyste légèrement ponctuée et portant de nombreuses petites épines solides, souvent bifurquées et se terminant par une petite bifurcation. Cingulum marqué par 2 rangées d'épines. Présence d'autres lignes d'épines perpendiculairement au cingulum. Archaeopyle précingulaire. Taille : 60 à 75 microns (corps central). Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Turonien. <u>Thivencelles</u> -Cénomanien à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Hauterivien supérieur à Barrémien supérieur d'Allemagne (Gocht, 1957, 1959, Alberti, 1961) ; Aptien à Cénomanien inférieur d'Australie (Cookson & Eisenack, 1962) ; Turonien et Sénonien de France (Deflandre, 1935, 1936, Mercier, 1938) ; Albien supérieur-Cénomanien d'Angleterre (Cookson et Hughes, 1964, Davey, 1969) ; Cénomanien à Turonien inférieur de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Barrémien à Campanien inférieur du Bassin de Paris (Verdier, 1975, Foucher, 1979).

Genre : TUBOTUBERELLA Vozzhennikova, 1967 P1. II, fig. 9

Générotype : Tubotuberella rhombiformis Vozzhennikova, 1967 ex Stover & Evitt

> Tubotuberella apelata (Cookson & Eisenack, 1960) Ioannides & al., 1976

Pl. II, fig. 9

Diagnose : Kystes cavates, corps central arrondi prolongé à l'antapex par une "corne" quadrangulaire à circulaire de longueur égale, au maximum, à celle du corps. Présence d'une petite corne apicale. Ectophragme constituant la "corne" antapicale mais proche de l'autopragme ailleurs sur le reste du kyste. Archaeopyle précingulaire. Taille : environ 60 microns.

Répartition : APO 1 bis - Callovien-base de l'Oxfordien supérieur.

Répartition connue : Kimméridgien d'Angleterre (Ioannides & al., 1976) ; Callovien inférieur à Valanginien supérieur de l'Europe du Nord (Raynaud, 1978).

#### IV.- ARCHAEOPYLE COMBINE

Genre : CALLAIOSPHAERIDIUM Davey & Williams, 1966 Pl. IV, fig. 18, 28

Générotype : Callaiosphaeridium asymetricum (Deflandre & Courteville, 1939) Davey & Williams, 1966

Callaiosphaeridium asymetricum (Deflandre & Courteville, 1939) Davey & Williams, 1966 Pl. IV, fig. 18, 28

Diagnose : Kystes proximochorates. Corps central circulaire. Présence de processus cingulaires, intratabulaires, tubulaires et ouverts distalement. Présence, d'autre part, de 1 processus apical, 6 processus précingulaires, 5 processus post-cingulaires, 1 processus sulcal et 1 processus intercalaire postérieur solides. Processus solides reliés par des rides. Archaeopyle combiné de type apical-précingulaire. Taille : 37 à 58 microns (corps central).

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien à Turonien. <u>Thivencelles</u> - Cénomanien à Campanien inférieur. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à base du Sénonien.

Répartition connue : Turonien et Sénonien de France (Deflandre & Courteville, 1939) ; Hauterivien-Barrémien et Cénomanien d'Angleterre (Davey & Williams, 1966) ; Cénomanien à Santonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Barrémien à Campanien inférieur du Bassin de Paris (Verdier, 1975, Foucher, 1979).

Genre : CTENIDODINIUM (Deflandre, 1938) Gocht, 1970
P1. II, fig. 11
Générotype : Ctenidodinium ornatum (Eisenack, 1935) Deflandre, 1938

Ctenidodinium ornatum (Eisenack, 1935) Deflandre, 1938 Pl. II, fig. 11

Diagnose : Kystes proximates de forme ovoïde. Hypothèque plus

grande que l'épithèque. Tabulation indéterminée. Limites de plaques ornées de crêtes suturales plus ou moins hautes, dentelées extérieurement. Surface lisse à finement granulée. Archaeopyle combiné de type apicalprécingulaire. Taille : 50 à 80 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet du Bathonien inférieur à Batho+ nien supérieur. <u>Vermandovillers</u> - Callovien à base de l'Oxfordien. <u>Wa-</u> vans - sommet du Bathonien inférieur à Callovien.

Répartition connue : Oxfordien de Normandie (Deflandre, 1938) ; ? Bathonien d'Allemagne (Gocht, 1970) ; Dogger supérieur-Malm inférieur de Hollande (Herngreen & de Boer, 1978) ; Bathonien à Oxfordien d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : OVOIDINIUM (Davey, 1970) Lentin & Williams, 1976
Pl. IV, fig. 19, 24
Générotype : Ovoidinium verrucosum (Cookson & Hughes, 1964) Davey, 1970

Ovoidinium sp. P1. IV, fig. 19, 24

Description : Kystes cavates à corps central arrondi, entouré par une membrane fine, transparente et lisse. Généralement, seule partie inférieure du kyste visible par suite du type de l'archaeopyle = apicalintercalaire. Corps central orné de nombreux petits granules pouvant se réunir pour former des rides basses sans arrangement particulier. Paroi du corps central épaisse. Taille : environ 65 microns.

Répartition : <u>Thivencelles</u> - Coniacien à Campanien inférieur. Bellonne - Sénonien.

Genre : SIRMIODINIUM (Alberti, 1961) Warren, 1973 Pl. II, fig. 20 Générotype : Sirmiodinium grossi (Alberti, 1961) Warren, 1973 Sirmiodinium grossi (Alberti, 1961) Warren, 1973 Pl. 11, fig. 20

Diagnose : Kyste cavate de forme ovoïde à triangulaire ou pentagonale avec quelquefois une petite corne apicale. Ectophragme séparé de l'autophragme surtout au niveau de l'antapex. Présence de 2 ouvertures symétriques par rapport à l'axe apex-antapex. Archaeopyle combiné de type apical-précingulaire. Taille : 85 à 95 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien supérieur à Oxfordien moyen. Vermandovillers - Oxfordien inférieur à base de l'Oxfordien moyen.

Répartition connue : Hauterivien-Barrémien d'Allemagne (Alberti, 1961) ; Kimméridgien de France, d'Angleterre et d'Ecosse (Gitmez & Sarjeant, 1972) ; Jurassique de Hollande (Herngreen & de Boer, 1978) ; Callovien à Valanginien d'Europe du Nord (Raynaud, 1978) ; Bathonien terminal à Portlandien d'Europe (Sarjeant, 1979).

Genre : WANEA Cookson & Eisenack, 1958 Pl. II, fig. 14, 15

Générotype : Wanea spectabilis (Deflandre & Cookson, 1955) Cookson & Eisenack, 1958

Wanea fimbriata Sarjeant, 1961 Pl. II, fig. 14, 15

Diagnose : Kystes proximochorates en forme de cône se réduisant à un apex court et arrondi. Bordure ornementée sur les 4/5 de sa longueur par une frange relativement large. Bordure constituée d'appendices filamenteux rangés radialement, constituant un filet de structure irrégulière et à petites mailles, extrémités restant libres. Archaeopyle combiné de type apical-précingulaire. Taille : 60 à 70 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Oxfordien basal. <u>Vermandovillers</u> - Oxfordien basal.

Répartition connue : Oxfordien inférieur d'Angleterre (Sarjeant, 1961, 1976) ; Oxfordien inférieur de Normandie (Sarjeant, 1968) ; Oxfordien inférieur d'Europe du Nord (Raynaud, 1978) ; Oxfordien inférieur d'Europe (Sarjeant, 1979).

#### V.- ARCHAEOPYLES DIVERS

Genre : PALAEOHYSTRICHOPHORA (Deflandre, 1935) Deflandre & Cookson, 1955
Pl. III, fig. 20
Générotype : Palaeohystrichophora infusorioides Deflandre, 1935

Palaeohystrichophora infusorioides Deflandre, 1935 Pl. IV, fig. 20

Diagnose : Kystes bicavates en forme de fuseau composé d'un corps interne subsphérique à ellipsoïdal et d'une membrane externe fine en contact avec le corps central uniquement dans la région cingulaire. Membrane externe portant un nombre modéré d'épines en forme de cheveux, plus nombreuses aux limites du cingulum et du sulcus et à l'apex. Corps central lisse à granulé. Pas d'archaeopyle visible. Taille : 27 à 42 microns.

Répartition : <u>Wavans</u> - Albien terminal à Turonien. <u>Thivencelles</u> -Albien terminal à Campanien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Sénonien.

Répartition connue : Cénomanien à Sénonien de France (Deflandre, 1934, 1935, 1936, 1940, Deflandre & Courteville, 1939, Valensi, 1955) ; Albien moyen à Sénonien d'Allemagne (Alberti, 1961) ; Cénomanien d'Angleterre (Cookson & Hughes, 1964, Davey, 1969) ; Cénomanien à Santonien de l'Ile de Wight (Clarke & Verdier, 1967) ; Vraconien à Campanien du Bassin de Paris (Foucher & Verdier, 1976, Foucher, 1979).

Genre : SUBTILISPHAERA Jain & Millepied, 1973

P1. IV, fig. 21, 25

Générotype : Subtilisphaera senegalensis Jain & Millepied, 1973

Subtilisphaera sp. Pl. IV, fig. 21, 25

Description : Kystes cavates en forme de fuseau ou plus ou moins arrondi avec une corne apicale bien définie et une ou deux cornes antapicales plus petites. Pericoele apical bien défini. Pericoele antapical plus ou moins important en fonction du développement des cornes antapicales. Corps central ovoïde à paroi plus épaisse que celle de la membrane externe. Cingulum bien défini chez la plupart des formes. Corps central lisse à légèrement granulé. Membrane externe lisse. Pas d'archaeopyle visible. Taille : environ 60 ' x 40

<u>Remarque</u> : Cette forme semble proche de *Subtilisphaera pontis-mariae* (Deflandre, 1936) Lentin & Williams, 1976. Cependant, cette dernière montre une granulation du corps central plus forte que celle des individus observés au cours de cette étude.

Répartition : <u>Wavans</u> - Cénomanien terminal à Turonien (base). <u>Thivencelles</u> - Cénomanien supérieur à base du Turonien supérieur. <u>Bel</u>lonne - sommet du Turonien inférieur à Sénonien.

C) SYSTEMATIQUE DESCRIPTIVE DES ACRITARCHES.

GROUPE ACRITARCHA Evitt, 1963 SOUS-GROUPE ACANTOMORPHITAE Downie, Evitt & Sarjeant, 1963

Genre : MICHRYSTIDIUM (Deflandre, 1937) Sarjeant, 1966 Pl. II, fig. 16, 17 Générotype : Michrystidium inconspicuum Deflandre, 1937

> Michrystidium spp. P1. II, fig. 16, 17

Les formes du genre *Michrystidium* n'ont pas été déterminées spécifiquement. Ces formes à corps central arrondi, à paroi plus ou moins épaisse et portant des appendices plus ou moins longs sont présentes tout au long des séries étudiées mais sont plus abondantes dans les sédiments d'âge jurassique. Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Lias à Kimméridgien supérieur. <u>Verman-</u> <u>dovillers</u> - Bajocien moyen à Kimméridgien. <u>Wavans</u> - Bathonien à Cénomanien inférieur. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien. <u>Bellonne</u> -Albien terminal à Sénonien.

SOUS-GROUPE INDETERMINE Downie, Evitt & Sarjeant, 1963

Genre : EPICEPHALOPYXIS Deflandre, 1935
 pl. IV, fig. 22
Générotype : Epicephalopyxis adhaerens Deflandre, 1934

Epicephalopyxis spp. Pl. IV, fig. 22

Organismes arrondis présentant un "corps central", entouré d'une "membrane" fine pouvant être indentée sur son bord externe.

Répartition : <u>Wavans</u> - base du Cénomanien. <u>Thivencelles</u> - Albien terminal à Campanien. <u>Bellonne</u> - Albien terminal à Sénonien.

D) SYSTEMATIQUE DESCRIPTIVE DES SPORES ET POLLENS.

Seuls les spores et pollens des sédiments d'âge jurassique ont été étudiés. En ce qui concerne les sédiments d'âge crétacé, leur pauvreté en sporomorphes n'a pas permis d'en effectuer une étude systématique quantitative.

1) Classification utilisée (Tableau B).

J'ai adopté le schéma de R. Potonié & Kremp (1954), légèrement modifié à la suite de travaux plus récents (en particulier ceux de Dettmann en 1963).

Sur le tableau de classification qui suit, seuls les genres sont mentionnés.

# TABLEAU B

GROUPES	DIVISIONS	SUBDIVISIONS	SERIES	GENRE S
SPURITES	TRILETES	<i>AZONOTRILETES</i>	LAEVIGATI	CYATHIDITES MATONISPORITES
			APICULATI	OSMUNDACIDITES NEORAISTRICKIA RAISTRICKIA
			MURORNATI	LYCOPODIUMSPORITES ISCHYOSPORITES LYCOPODIACIDITES FOVEOSPORITES STAPLINISPORITES UVAESPORITES CONTIGNISPORITES
			VERRUCATI	<i>LEPTOLEPIDITES TUBEROSITRILETES</i>
		ZONOTRI LETES	CINGULATI	LYCOSPORA
			TRICRASSITI	GLEICHENIIDITES SESTROSPORITES
		PERINOTRILETES		DENSOISPORITES
	CIRCULARETES			CIRCULARESPORITES
POLLENITES	ALETES	AZONALETES		PERINOPOLLENITES
	SACCITES	MONOSACCTTES		TSUGAEPOLLENITES CALLIALASPORTTES
				Ŷ

GROUPES	DIVISIONS	SUBDIVISIONS	SERIES	<b>GENRES</b>
POLLENITES	SACCITES	DISACCITES		ALISPORITES PODOCARPIDITES PARVISACCITES VITREISPORITES
	PLICATES	PRAECOLPATES		EUCOMMIIDITES
		MONOCOLPATES		MONOSULCITES GYNKORETECTINA CHASMATOSPORITES
	PORATES	MONOPORATES		EXESIPOLLENITES CLASSOPOLLIS

## 2) Description systématique des spores et pollens.

La description des spores et pollens se limitera à la diagnose des principaux genres identifiés; au niveau des espèces, seules les formes ayant une importance stratigraphique feront l'objet d'une description plus détaillée.

### GROUPE SPORITES (H. Potonié) R. Potonié

Division TRILETES (Reinsch) Potonié & Kremp Subdivision AZONOTRILETES Luber Série LAEVIGATI (Bennie & Kidston) Potonié & Kremp

• 1

Genre : CYATHIDITES Couper, 1953 Pl. V, fig. 1, 2 Générotype : Cyathidites australis Couper, 1953

Diagnose : Spores trilètes, à contour équatorial triangulaire, à côtés droits ou légèrement concaves et à sommets arrondis. Marque d'accolement à branches bien développées atteignant le bord équatorial. Exine plus ou moins lisse. Taille : 25 à 90 microns.

> Cyathidites australis Couper, 1953 Pl. V, fig. 1 Cyathidites minor Couper, 1953 Pl. V, fig. 2

Genre : MATONISPORITES Couper, 1958 Pl. V, fig. 3 Générotype : Matonisporites phlebopteroîdes Couper, 1958

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire arrondi. Marque d'accolement nette, à lèvres développées. Exine lisse, épaisse à très épaisse. Taille : 40 à 120 microns.

> Matonisporites crassiangulatus (Balme, 1957) Levet-Carette, 1964 Pl. V, fig. 3

Série APICULATI (Bennie & Kidston) Potonié & Kremp

Genre : OSMUNDACIDITES Couper, 1953 Pl. V, fig. 4 Générotype : Osmundacidites wellmannii Couper, 1953

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial arrondi. Marque d'accolement à longues branches. Exine fine. Ornementation de type apiculati, allant du granule à la petite papille, plus réduite sur la face proximale. Taille : 35 à 70 microns.

> Osmundacidites wellmannii Couper, 1953 Pl. V, fig. 4

Genre : NEORAISTRICKIA Potonié, 1956

Pl. V, fig. 6, 7 Générotype : Neoraistrickia truncata (Cookson, 1953) Potonié, 1956

Diagnose : Spores trilètes de forme triangulaire arrondie avec une marque trilète longue. Exine ornée de bacules assez peu serrés, relativement grêles. Pas de cônesentre les bacules. Taille : 30 à 55 microns.

> Neoraistrickia truncata (Cookson, 1953) Potonié, 1956 Pl. V, fig. 7

Diagnose : Spores trilètes de forme triangulaire à subcirculaire. Branches de la marque trilète atteignant le contour équatorial. Exine ornée de bacules relativement grêles quelquefois un peu élargis à leurs extrémités et presque toujours épaissis à la base. Taille : 30 à 40 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet du Bajocien inférieur à Bathonien moyen. <u>Vermandovillers</u> - base du Bathonien inférieur. <u>Wavans</u> - base du Bathonien inférieur.

Répartition connue : Bajocien du Boulonnais (Levet-Carette, 1964) ; Toarcien supérieur à Bathonien de Hollande (Herngreen & de Boer, 1974) ; Pliensbachien à Toarcien inférieur d'Allemagne (Schulz, 1967) ; Pliensbachien à Callovien d'Allemagne (Döring & al., 1966).

> Neoraistrickia grithorpensis (Couper, 1958) Tralau, 1968 Pl. V, fig. 6

Diagnose : Spores trilètes à forme triangulaire arrondie. Laesurae atteignant l'équateur. Exine portant sur les faces distale et proximale des bacules espacés de 3 à 8 microns. Taille : 30 à 41 microns.

Répartition : APO 1 bis - sommet du Bathonien inférieur à Oxfordien inférieur. <u>Vermandovillers</u> - Bajocien supérieur à base de l'Oxfordien. <u>Wavans</u> - sommet du Bathonien moyen à Callovien inférieur. Répartition connue : Jurassique moyen d'Angleterre (Couper, 1958) ; Jurassique moyen de Suède (Tralau, 1968) ; Aalénien à Bathonien de Hollande (Herngreen & de Boer, 1974) ; Callovien supérieur d'Allemagne (Döring & al., 1966).

Genre : RAISTRICKIA Schopf, Wilson & Bentall, 1944
Pl. V, fig. 5,9
Générotype : Raistrickia grovensis Schopf, Wilson & Bentall, 1944

Diagnose : Spores trilètes à contour triangulaire arrondi. Exine ornée de bacules à extrémité souvent arrondie et entre lesquels peuvent s'insérer des cônes. Taille : 30 à 60 microns.

> Raistrickia brevitruncatus Levet-Carette, 1964 Pl. V, fig. 5, 9

Diagnose : Spores trilètes de forme triangulaire arrondie. Marque d'accolement à branches longues généralement peu distinctes. Exine ornée de bacules trapus, souvent tronqués et quelquefois aussi larges que hauts. Taille : 35 à 40 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet du Bajocien inférieur à Bathonien. Vermandovillers - Bajocien terminal à Bathonien. Wavans - Bathonien.

Répartition connue : Bajocien du Boulonnais (Levet-Carette, 1964) ; Aalénien à Bathonien de Hollande (Herngreen & de Boer, 1974).

Série MURORNATI Potonié & Kremp

Genre : LYCOPODIUMSPORITES Thiegart, 1938

Pl. V, fig. 8, 10, 17 Générotype : Lycopodiumsporites agathoecus (Potonié, 1934) Thiegart, 1938

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire, à côtés convexes. Marque d'accolement à longues branches. Exine de la face

distale portant un réseau irrégulier de mailles. Face proximale à ornementation réduite. Taille : 30 à 80 microns.

> Lycopodiumsporites clavatoïdes Couper, 1958 Pl. V, fig. 10, 17 Lycopodiumsporites semimuris Danzé-Corsin & Laveine, 1963 Pl. V, fig. 8

Genre : ISCHYOSPORITES Balme, 1957

Pl. V, fig. 12, 18 Générotype : Ischyosporites crateris Balme, 1957

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire arrondi et à marque d'accolement assez longue. Exine de la face distale épaisse, creusée de cavités séparées par des murs puissants (4 à 8,4) formant un réticulum irrégulier. Face proximale très peu ornée. Taille : 40 à 90 microns.

> Ischyosporites variegatus Couper, 1958 Pl. V, fig. 12, 18

Genre : LYCOPODIACIDITES Couper, 1953 Pl. V, fig. 13 Générotype : Lycopodiacidites bullerensis Couper, 1953

Diagnose : Spores trilètes à contour triangulaire à subcirculaire, avec une marque d'accolement généralement distincte et à longues branches. Face proximale lisse ou à ornementation réduite. Face distale toujours fortement ornementée de façon variée. Taille : 25 à 50 microns.

> Lycopodiacidites cerniidites Ross, 1949 Pl. V, fig. 13

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial subtriangulaire à subarrondi. Branches de la marque d'accolement atteignant au moins les
3/4 du rayon de la spore. Face proximale lisse. Face distale couverte de cristae plus ou moins anastomosés et concentriques. Taille : 28 à 32 microns.

Répartition : APO 1 bis - Lias (base).

Répartition connue : "Infralias" du Boulonnais (Danzé-Corsin & Laveine, 1963, Levet-Carette, 1964) ; Jurassique et Crétacé inférieur d'Angleterre (Couper, 1958).

Genre : FOVEOSPORITES Balme, 1957 Pl. V, fig. 15 Générotype : Foveosporites canalis Balme, 1957

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire arrondi, à côtés convexes. Laesurae rectilignes et longues. Exine percée de petites fovéoles circulaires. Taille : 34 à 55 microns.

> Foveosporites subtriangularis Brenner, 1963 Pl. V, fig. 15

Genre : STAPLINISPORITES Pocock, 1962

Pl. V, fig. 21, 25, 27, 33 Générotype : Staplinisporites caminus (Balme, 1957) Pocock, 1962

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire et à côtés convexes. Face proximale lisse à granuleuse. Face distale ornée de bandes radiales et concentriques. Partie centrale de la face distale ponctuée. Taille : 30 à 55 microns.

> Staplinisporites caminus (Balme, 1957) Pocock, 1962 Pl. V, fig. 21, 25

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire et à côtés convexes. Face proximale à exine fine portant parfois une légère ornementation granulée. Face distale montrant 2 zones dont une périphérique d'environ 5 microns de large. Zones jointes par des bandes radiales s'étendant aussi sur la zone équatoriale. Pôle distal granulé. Taille : 35 à 50 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet du Bajocien inférieur à Kimméridgien. <u>Vermandovillers</u> - Bajocien moyen à Kimméridgien. <u>Wavans</u> - Bathonien à Callovien inférieur.

Répartition connue : Jurassique d'Australie (Balme, 1957) ; Crétacé basal du Canada (Pocock, 1962) ; Bajocien du Boulonnais (Levet-Carette, 1964).

> Staplinisporites rotalis Döring, 1964 P1. V, fig. 27, 33

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial arrondi. Face proximale plate. Face distale faiblement arrondie. Exine légèrement ponctuée épaissie à l'équateur (1, 5 à 2,5, ). Anneau faisant 2/3 à 3/4 du rayon, donnant naissance à des radiations larges atteignant l'équateur. Exine épaissie au pôle distal. Taille : 30 à 50 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet de l'Oxfordien inférieur à Kimméridgien. <u>Vermandovillers</u> - sommet de l'Oxfordien inférieur à Oxfordien supérieur.

Répartition connue : Oxfordien-Kimméridgien d'Allemagne (Döring, 1964, Döring & al., 1966).

Genre : UVAESPORITES Döring, 1965 Pl. V, fig. 22 Générotype : Uvaesporites glomeratus Döring, 1965

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire et à côtés convexes. Face proximale lisse. Face distale sculptée. Sculpture consistant en des éléments proportionnellement grands plus ou moins sphériques, allongés et irréguliers. Souvent, réunion de plusieurs éléments par leur base. Paroi équatoriale souvent épaissie.

Uvaesporites argentae formis (Bolchovitina, 1953) Schulz, 1967 Pl. V, fig. 22

Diagnose : Spores trilètes à contour triangulaire arrondi à subcirculaire. Branches de la marque d'accolement atteignant l'équateur. Exine ornée de verrues irrégulières sur la face distale (2 à 6 / de diamètre). Face proximale lisse. Taille : 30 à 45 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet du Bajocien inférieur à base du Babhonien moyen. <u>Vermandovillers</u> - Bajocien moyen à base du Bathonien moyen. <u>Wavans</u> - Bathonien.

Répartition connue : Rhétien à Toarcien d'Allemagne (Schulz 1967) ; Jurassique moyen de Suède ( Tralau 1968 ).

Genre : CONTIGNISPORITES Dettmann, 1963

Pl. V, fig. 11 Générotype : Contignisporites glebulentus Dettmann, 1963

Diagnose : Spores trilètes présentant un cingulum équatorial. Contour équatorial triangulaire à côtés convexes. Face proximale lisse. Face distale ornée de longues murailles plus ou moins parallèles.

> Contignisporites problematicus (Couper, 1958) Döring, 1965 Pl. V, fig. 11

Diagnose : Spores trilètes à contour triangulaire et à côtés convexes. Marque d'accolement à branches rectilignes atteignant la marge interne du "cingulum". Face distale et région équatoriale ornées de murailles larges (3 à 6 / de diamètre) qui peuvent s'anastomoser chez certains spécimens. Taille : 32 à 52 microns. Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Lias (base) à Bathonien inférieur. <u>Ver-</u> <u>mandovillers</u> - Bajocien supérieur. <u>Wavans</u> - sommet du Bathonien moyen à Callovien inférieur.

Répartition connue : Jurassique moyen à Crétacé inférieur d'Angleterre (Couper, 1958) ; "Infralias" du Boulonnais (Levet-Carette, 1963) ; Jurassique supérieur et Wealdien d'Allemagne (Döring, 1965) ; Trias-Lias d'Allemagne (Schulz, 1967) ; Jurassique moyen de Suède (Tralau, 1968) ; Pliensbachien supérieur à Bathonien de Hollande (Herngreen & de Boer, 1974).

Série VERRUCATI Potonié & Kremp

Genre : LEPTOLEPIDITES Couper, 1953 Pl. V, fig. 14 Générotype : Leptolepidites verrucatus Couper, 1953

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial arrondi. Marque d'accolement peu visible. Exine ornée, sur la face distale, de grosses verrues larges, de forme irrégulière. Ornementation proximale plus réduite. Taille : 40 à 60 microns.

> Leptolepidites major Couper, 1958 Pl. V, fig. 14

Genre : TUBEROSITRILETES Döring, 1964 Pl. V, fig. 19, 20 Générotype : Tuberositriletes montuosus Döring, 1964

Diagnose : Spores trilètes avec un contour équatorial triangulaire, à sommets arrondis. Faces proximale et distale ornées de verrues ou granules. Marque d'accolement peu visible. Taille : 35 à 110 microns.

> Tuberositriletes sp. P1. V, fig. 19, 20

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire , à

sommets arrondis et à côtés rectilignes ou légèrement concaves. Marque d'accolement atteignant le bord équatorial et pouvant présenter des lèvres développées. Faces proximale et distale ornées de verrues basses plus ou moins rondes et disposées assez régulièrement. Taille : 36 à 54 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Callovien à Oxfordien. <u>Vermandovil-</u> <u>lers</u> - Callovien à Oxfordien.

Subdivision *ZONOTRILETES* Waltz Série *CINGULATI* Potonié et Klaus

Genre : LYCOSPORA (Schopf, Wilson & Bentall, 1944) Potonié & Kremp, 1954 Pl. V, fig. 28 Générotype : Lycospora micropapillata Wilson & Coe, 1940

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire à arrondi. Marque d'accolement à longues branches rectilignes atteignant le plus souvent l'équateur. Anneau équatorial constitué, soit uniquement par un cingulum, soit encore par un cingulum s'amincissant en une frange. Exine peu épaisse à ornementation le plus souvent ponctuée ou granulée. Taille : 15 à 60 microns.

> Lycospora salebrosacca (Maljavkina, 1949) Schulz, 1967 Pl. V, fig. 28

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial et à côtés convexes. Marque d'accolement bien distincte possédant de longues branches. Exine de la face proximale lisse. Exine de la face distale ponctuée à scabrate. Cingulum divisé en une partie interne plus foncée et épaisse et une partie externe plus claire présentant souvent une ornementation. Taille : 30 à 40 microns.

Répartition : APO 1 bis - Toarcien à base du Bathonien moyen.

Répartition connue : Rhétien et Lias d'Allemagne (Schulz, 1967); Lias inférieur d'Angleterre (Couper, 1958).

Série TRICRASSITI Dettmann

Genre : GLEICHENIIDITES Ross, 1949
Pl. V, fig. 16, 23
Générotype : Gleicheniidites senonicus Ross, 1949

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire, présentant des épaississements nets bordant les branches de la marque d'accolement. Exine lisse pouvant avoir des épaisseurs différentes au niveau équatorial. Taille : 20 à 45 microns.

> Gleicheniidites conspiciendus (Bolchovitina, 1953) Krutzsch, 1959 Pl. V, fig. 23

Diagnose : Spores trilètes à contour triangulaire, avec des côtés légèrement concaves. Branches de la marque d'accolement atteignant toujours le bord équatorial. Epaisseur de l'exine augmentant depuis le sommet (1 micron) pour atteindre 3 microns au niveau des inter-radius. Exine fovéolée (fovéoles d'environ 1 micron de diamètre). Taille : 30 à 40 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - Bajocien supérieur à Bathonien. <u>Ver-</u> <u>mandovillers</u> - Bajocien moyen à Callovien inférieur. <u>Wavans</u> - sommet du Bathonien inférieur à Callovien inférieur.

Répartition connue : Bajocien à Callovien d'Allemagne (Döring & al., 1966).

Gleicheniidites senonicus Ross, 1949 Pl. V, fig. 16 Genre : SESTROSPORITES Dettmann, 1963

Pl. V, fig. 24 Générotype : Sestrosporites irregulatus (Couper, 1958) Dettmann, 1963

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire et côtés convexes. Exine présentant des épaisseurs différentes, formant des crassitudes dans les régions interradiales. Sculpture fovéolée à fovéoréticulée. Taille : 40 à 65 microns.

> Sestrosporites pseudoalveolatus (Couper, 1958) Dettmann, 1963 Pl. V, fig. 24

#### Subdivision PERINOTRILETES (Erdtman) Dettmann

Genre : DENGOIGPORITES Weyland & Krieger, 1953 Pl. V, fig. 26, 30 Générotype : Densoisporites velatus Weyland & Krieger, 1953

Diagnose : Spores trilètes à contour équatorial triangulaire arrondi. Marque d'accolement plus ou moins développée. Exine nettement cavate ; ectexine montrant de nombreux petits plis plus ou moins réguliers. Taille : 40 à 80 microns.

> Densoisporites velatus Weyland & Krieger, 1953 Pl. V, fig. 26 Densoisporites microrugulatus Burger, 1965 Pl. V, fig. 30

Division CIRCULARETES Corsin, Levet-Carette, Danzé, Laveine, 1962

Genre : CIRCULARESPORITES Danzé & Laveine, 1963 Pl. V, fig. 31 Générotype : Circularesporites cerebroîdes Danzé & Laveine, 1963

Diagnose : Spores de contour général circulaire. Surface de dehis-

cence circulaire, de rayon au moins égal au rayon de la spore. Taille : 60 à 500 microns.

> Circularesporites cerebroîdes Danzé & Laveine, 1963 Pl. V, fig. 31

Diagnose : Spore arrondie avec une surface de contact circulaire marquée par une crête plus ou moins ondulée. Rayon de cette surface égal à 1/2 ou 2/3 du rayon de la spore. Exine bistratifiée. Membrane externe épaisse de 2 à 4 microns en général, fortement ornementée par des proéminances verruqueuses très denses et confluentes. Membrane interne très mince, lisse, et souvent décollée et plissée à l'intérieur de la spore. Taille : 60 à plus de 100 microns.

Répartition : APO 1 bis - Aalénien-Toarcien. ( limite ).

Répartition connue : Sinémurien supérieur de Hollande (Herngreen & de Boer, 1974).

#### GROUPE POLLENITES Potonié

Division *ALETES* Potonié Subdivision *AZONALETES* Potonié

Genre : PERINOPOLLENITES Couper, 1958

Pl. V, fig. 34 Générotype : Perinopollenites elatoïdes Couper, 1958

Diagnose : Pollens inaperturés à contour ovoïde et souvent plissé. Exine constituée de 2 couches, la couche externe étant souvent lâchement ajustée. Taille : 40 à 60 microns.

> Perinopollenites elatoïdes Couper, 1958 Pl. V, fig. 34

Division SACCITES Erdtman

Subdivision MONOSACCITES (Chitaley) Potonié & Kremp

Genre : TSUGAEPOLLENITES (Potonié & Venitz, 1934) Potonié, 1958 Pl. V, fig. 35

Générotype : Tsugaepollenites igniculus (Potonié, 1931) Potonié & Venitz, 1934

Diagnose : Pollens monosaccates comportant de petites vésicules sacciformes se recouvrant les unes les autres. Présence du côté distal d'une surface lisse subcentrale ou centrale, marquant probablement la zone de germination. Taille : 30 à 60 microns.

> Tsugaepollenites mesozoicus Couper, 1958 Pl. V, fig. 35

Genre : CALLIALASPORITES Dev, 1961

Pl. V, fig. 36 ; Pl. VI, fig. 1 à 5, 13 Générotype : Callialasporites trilobatus (Balme, 1957) Dev, 1961

Diagnose : Pollens monosaccates, alètes ou trilètes, comportant un corps central entouré d'une vésicule équatoriale continue ou triloculaire. Contour subcirculaire ou circulaire. Ornementation faible ou nulle. Taille : 40 à 90 microns.

> Callialasporites dampierri (Balme, 1957) Dev, 1961 Pl. VI, fig. 1 Callialasporites infrapunctatus (Lantz, 1958) Pocock, 1970 Pl. VI, fig. 5

Diagnose : Pollens monosaccates à contour subcirculaire irrégulier par suite de plissements radiaux. Présence constante d'une marque trilète vestigiale. Intexine épaisse de 1 micron formant un corps central lisse. Ectexine épaisse formant une zone équatoriale d'environ 8 microns de large. Taille : 50 à 70 microns.

Remarque : Cette forme est très proche de Callialasporites dampierri.

Répartition : <u>APO | bis</u> - sommet de l'Oxfordien moyen à Kimméridgien inférieur. Vermandovillers - Callovien terminal à Oxfordien.

Répartition connue : Callovien du Canada (Pocock, 1970)

Callialasporites microvelatus Schulz, 1966 Pl. VI, fig. 4

Diagnose : Pollens monosaccates à contour circulaire. Corps central plus sombre que la zona externe, portant une exine infraréticulée à finement infragranulée. La zona large de 3 à 5 microns est finement infragranulée. Taille : 40 à 65 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> - sommet du Bajocien inférieur à base de l'Oxfordien inférieur. <u>Vermandovillers</u> - Bajocien moyen à Kimméridgien. Wavans - Bathonien à Callovien inférieur.

Répartition connue : Dogger d'Allemagne (Schulz, 1966).

Callialasporites segmentatus (Balme, 1957) Srivastava, 1966 P1. VI, fig. 2 Callialasporites trilobatus (Balme, 1957) Dev, 1961 P1. VI, fig. 3, 13 Callialasporites turbatus (Balme, 1957) Schulz, 1967 P1. V, fig. 36

Subdivision DISACCITES Cookson

Genre : ALISPORITES (Daugherty, 1941) Nilsson, 1958
Pl. VI, fig. 6, 14
Générotype : Alisporites opii Daugherty, 1941

Diagnose : Grains de pollen disaccates à contour général plus ou moins ovale. Sacs ne laissant entre eux qu'un sillon germinatif étroit.

Corps central plus ou moins ovale, peu distinct, à exine infraréticulée. Sacs grands, égaux à un demi-cercle, réticulés avec des mailles irrégulières dont la taille diminue au niveau de la racine des ballonnets.

> Largeur totale : 20 à 100 microns, longueur du corps : 5 à 40 microns, longueur des sacs : 10 à 45 microns.

Alisporites bilateralis Rouse, 1959 Pl. VI, fig. 6, 14

Genre : PODOCARPIDITES Cookson, 1947
Pl. VI, fig. 7, 12
Générotype : Podocarpidites ellipticus (Cookson, 1947) Couper, 1953

Diagnose : Grains de pollen disaccates. Corps central à contour équatorial ovale à polygonal. Présence d'une crête marginale distincte. Sacs légèrement pendants.

> Largeur totale : 50 à 120 microns, longueur du corps : 25 à 80 microns, longueur des sacs : 20 à 95 microns.

Genre : PARVISACCITES Couper, 1958 Pl. VI, fig. 9 Générotype : Parvisaccites radiatus Couper, 1958

Diagnose : Grains de pollen disaccates à corps généralement plus large que long et sacs de petite taille rejetés distalement. Sacs ornés d'épaississements disposés de manière radiale près des racines proximales et de manière réticulée près des racines distales. Crête proximale bien développée.

> Largeur totale : 40 à 75 microns, longueur du corps : environ 35 microns, longueur des sacs : environ 30 microns.

Parvisaccites enigmaticus Couper, 1958 Pl. VI, fig. 9

Diagnose : Grains de pollen disaccates à corps central souvent aussi long que large. Sacs petits, attachés distalement et sculptés d'épaississements radiaux (surtout près des racines proximales) et d'épaississements disposés de manière plus ou moins réticulée près des racines distales. Exine de la calotte proximale grossièrement ridée, offrant l'aspect d'une sculpture pseudoréticulée. Dimensions :

> Largeur totale : 42 à 64 microns, longueur du corps : 28 à 50 microns, longueur des sacs : 36 à 55 microns.

Répartition : <u>APO 1 bis</u> : sommet du Bajocien moyen à Bathonien inférieur. <u>Vermandovillers</u> - Bajocien moyen à Callovien inférieur. <u>Wavans</u> sommet du Bathonien inférieur à Callovien inférieur.

Répartition connue : Jurassique moyen d'Angleterre (Couper, 1958); Bajocien du Boulonnais (Levet-Carette, 1964).

Genre : VITREISPORITES (Leschik, 1955) Jansonius, 1962 Pl. VI, fig. 8 Générotype : Vitreisporites signatus Leschik, 1955

Diagnose : Grains de pollen disaccates à corps central subcirculaire à ovale. Attachement des sacs donnant à l'ensemble du grain une limite ovale plus ou moins lisse ou non. Caractérisé par sa petite taille :

> Largeur totale : 20 à 35 microns, longueur du corps : 10 à 15 microns, longueur des sacs : 10 à 20 microns.

Vitreisporites pallidus (Reissinger, 1938) Nilsson, 1958 Pl. VI, fig. 8

- 108 -

Division *PLICATES* (Naumova) Potonié Subdivision *PRAECOLPATES* Potonié & Kremp

Genre : EUCOMMIIDITES Erdtman, 1948 Pl. VI, fig. 11 Générotype : Eucommidites troedsonnii Erdtman, 1948

Diagnose : Grains de pollen à contour elliptique et extrémités arrondies. Présence d'un sillon médian atteignant presque la plus grande longueur du grain et de 2 sillons latéraux plus fins, plus courts, se terminant de façon indistincte. Taille : 20 à 45 microns.

> Eucommidites troedsonnii Erdtman, 1948 Pl. VI, fig. 11

Subdivision MONOCOLPATES Iversen & Troels-Smith

Genre : MONOSULCITES Cookson, 1947 Pl. VI, fig. 10, 15 Générotype : Monosulcites minimus Cookson, 1947

Diagnose : Grains de pollen monocolpés, de forme elliptique, à sulcus large et non évasé aux extrémités, parcourant presque toute la longueur du grain. Extrémités arrondies. Exine épaisse d'environ 1 micron et lisse. Taille : 18 à plus de 100 microns.

> Monosulcites minimus Cookson, 1947 Pl. VI, fig. 10, 15

Genre : GYNKGORETECTINA Maljavkina, 1953 Pl. VI, fig. 18 Générotype : Gynkgoretectina punctata Maljavkina, 1953

Diagnose : Grains de pollen monocolpés à contour ovale ou fusiforme. Sulcus pouvant être bien développé, s'étendant sur presque toute la longueur du grain, s'effilant vers les extrémités ou ayant la forme d'un trou de clé, ou encore pouvant comprendre une leptoma flanquée par une paire de lèvres de longueur variée. Exine à 2 lits, infraponctuée ou infraréticulée.

> Gynkgoretectina sp. Pl. VI, fig. 18

Diagnose : Grains de pollen monocolpés à contour fusiforme et extrémités arrondies. Sulcus s'étendant sur pratiquement toute la longueur du grain, étroit au centre et s'évasant faiblement à ses extrémités. Pas de lèvres autour du sulcus. Exine finement infraréticulée. Taille : 50 à 60 microns.

Répartition : APO 1 bis - Lias (base).

Genre : CHASMATOSPORITES (Nilsson, 1958) Pocock & Jansonius, 1969
Pl. VI, fig. 16, 19
Générotype : Chasmatosporites major Nilsson, 1958

Diagnose : Grains de pollen monocolpés subsphériques à ovoides. Exine relativement épaisse avec 2 lits. Ectexine épaisse, avec 1 lit columellaire. Columelles arrangées en murailles courtes. Intexine plus fine. Modèle columellaire grossier sur une des faces du grain, l'autre face montrant une surface circulaire à ovale pour laquelle l'exine est plus fine et lisse.

> Chasmatosporites major (Nilsson, 1958) Pocock & Jansonius, 1969 Pl. VI, fig. 16, 19

Diagnose : Grains de pollen monocolpés de forme plus ou moins ovale. Exine épaisse de 1 à 3 microns, infraréticulée. Lumières d'environ 1 micron de diamètre. Sulcus largement ouvert. Taille : 55 à 70 microns environ.

Répartition : APO 1 bis - Lias.

Répartition connue : Keuper moyen à Toarcien d'Allemagne (Schulz, 1967).

Division *PORATES* (Naumova) Potonié Subdivision *MONOPORATES* (Naumova) Potonié

Genre : EXESIPOLLENITES (Balme, 1957) Brenner, 1963
P1. V, fig. 29, 32
Générotype : Exesipollenites tumulus Balme, 1957

Diagnose : Grains de pollen à contour circulaire à ovoïde en vue polaire. Exine lisse à granulée. Exine de la face distale présentant une différenciation d'épaisseur avec une zone sombre, circulaire à subtriangulaire incluant, au niveau du pôle distal, une faible dépression claire et circulaire. Taille : 12 à 30 microns.

> Exesipollenites tumulus Balme, 1957 Pl. V, fig. 29, 32

Genre : CLASSOPOLLIS (Pflug, 1953) Reyre, 1970 Pl. VI, fig. 17, 20, 23, 24 Générotype : Classopollis classotdes Pflug, 1953

Diagnose : Grains de pollen sphériques à ovales en vue polaire, à exine différenciée, à pôle proximal montrant parfois une marque trilète vestigiale. Présence sur le pôle distal d'un pseudopore et, chez certaines formes, d'un sillon superficiel subéquatorial appelé "rimula". Zone équatoriale lisse ou parcourue de canaux internes à l'exine . Taille : 25 à 90 microns.

> Classopollis classoides Pflug, 1953 Pl. VI, fig. 17, 20, 23, 24

.

# CHAPITRE 4 : RESULTATS

#### A) INTRODUCTION.

Au total, 52 genres et 90 espèces de dinoflagellés et d'acritarches ont été déterminés ainsi que 32 genres et 39 espèces de spores et pollens.

. Les sédiments d'âge jurassique (sondages APO 1 bis, Vermandovillers, base du sondage de Wavans) ont livré de nombreux spores et pollens qui ont fait l'objet d'un comptage systématique. Les tableaux 2 à 11 montrent la répartition verticale des genres et espèces, les chiffres mentionnés correspondant à leur fréquence relative, exprimée en pourcentages. Les dinoflagellés et acritarches ont également été comptés de façon systématique mais se sont cependant révélés trop peu abondants pour que l'on puisse exprimer les pourcentages relatifs des différents genres et espèces. Les nombres mentionnés sur les tableaux correspondent donc aux formes comptées.

. Les sédiments d'âge crétacé (sondages de Thivencelles, Bellonne, partie supérieure du sondage de Wavans) ont, en général, livré des associations riches en dinoflagellés. Les tableaux 10 à 15 représentent les pourcentages des genres et espèces de dinoflagellés, établis à partir d'un comptage systématique. Dans ces mêmes sédiments les organismes d'origine continentale (spores et pollens) se sont révélés très rares et n'ont pas été étudiés de manière approfondie du point de vue systématique.

D'autre part, chaque niveau considéré a donné lieu à un comptage, en même temps que celui des spores-pollens ou dinoflagellés, des tests de microforaminifères chitineux sans distinction systématique.

La zonation palynostratigraphique proposée reposera essentiellement sur les données fournies par les organismes marins, et en particulier les dinoflagellés.

### B) RESULTATS SUCCINTS DE L'ETUDE DES SITES DE L'ATLANTIQUE NORD.

Des études plus complètes ont été publiées au sujet de ces sondages alors que j'en effectuais l'analyse palynologique. Aussi, seul un bref résumé du travail réalisé a été présenté dans le cadre de ce mémoire.

# $\underline{SITE}_{105}$ :

10 échantillons prélevés dans les black-shales de l'Albien supérieur et du Cénomanien ont été étudiés. Les résultats obtenus sont comparables à ceux de HABIB (1977, 1979). L'intervalle étudié s'est révélé assez pauvre en palynomorphes avec, en général, un pourcentage plus élevé de dinoflagellés. La matière organique amorphe est constituée de débris anguleux noirs provenant certainement de la transformation de débris de bois de plantes terrestres.

# SITES 417 et 418 :

17 échantillons (14 pour le site 417 et 3 pour le site 418) ont été prélevés dans des mudstones noirs et verts de l'Aptien terminal au Cénomanien basal. Ils se sont révélés extrêmement pauvres en éléments palynologiques. J'ai observé, dans un niveau du site 418, une spore à élatères(*Elaterosporites klazsi*) caractéristique de la province afro-sudaméricaine. HOCHULI & KELTS (1980), après une étude palynologique détaillée de ces sondages, ont observé également des formes à affinités subtropicales. Ils en ont conclu que les sites 417 et 418 se trouvaient, au moment du dépôt des sédiments étudiés, dans une ceinture à flore subtropicale située dans le domaine Nord-Atlantique. Cependant, il ne faut pas sous-estimer les transports qu'ont pu subir ces microfossiles qui peuvent se retrouver très loin de leur patrie d'origine.

# SITE 400 :

6 échantillons de l'Aptien supérieur et de l'Albien inférieur ont été prélevés dans des sédiments constitués d'une alternance de mudstones calcareux et d'argilites carbonées. On constate une relation très nette entre la lithologie et le contenu palynologique des échantillons.

- Les mudstones calcareux sont pauvres en palynomorphes, ceux-ci étant constitués par une moyenne de 72% de dinoflagellés. - Les argilites carbonées sont très riches en palynomorphes avec seulement, et en moyenne, 3,5% de dinoflagellés.

DAVEY (1979) et BATTEN (1979) ont effectué des études approfondies sur ce sondage.

# C) ZONATION PALYNOSTRATIGRAPHIQUE POUR LE NORD DE LA FRANCE. (Tabl. 1).

La répartition quantitative et qualitative des différents genres et espèces de spores, pollens et dinoflagellés m'a permis de définir 9 zones et 11 sous-zones (Tableau 1)\*

Ces zones et sous-zones sont numérotées et décrites du bas vers le haut. Lorsque l'on parte d'apparitions et de disparitions de formes, elles ont donc lieu dans le sens chronologique, c'est-à-dire dans le sens inverse du forage.

#### ZONE I

### LIAS

Cette zone est caractérisée uniquement par des spores et grains de pollen. Les organismes marins, peu nombreux, sont représentés par des acritarches très peu diversifiés (*Michrystidium*).

La zone I est définie par l'association sporopollinique :

- Gynkgoretectina sp. (n° 80)

- Chasmatosporites major (n° 79)

- Lycopodiacidites cerniidites (n° 73)

- Tsugaepollenites mesozofcus (n° 76)

- Lycopodiumsporites clavatoides (non figuré sur le Tableau I)

- Ischyosporites variegatus (non figuré sur le Tableau 1) - Contignisporites problematicus (n° 72)

\* Un numéro a été attribué à chaque taxon pour en faciliter le repérage sur le tableau de zonation synthétique (Tableau 1). Il faut également noter des formes observées sur un long intervalle stratigraphique telles que Cyathidites spp. (n° 74), Perinopollenites elatoïdes (n° 75), Alisporites spp. (n° 77), Classopollis spp. (n° 78).

Deux sous-zones sont distinguées :

- Sous-zone Ia :

Elle correspond à l'intervalle stratigraphique occupé par Gynkgoretectina sp. (n° 80) et Lycopodiacidites cerniidites(n° 73). Les Classopollis représentent 30 à 65% des assemblages.

. Age de la sous-zone : On n'a observé dans cette sous-zone aucune forme caractéristique du Rhétien et de l'extrême base du Lias (*Rhaetipollis*, *Riciisporites*, *Ovalipollis*, *Triancoraesporites*). La présence de *Tsugaepollenites mesozoicus (macroverrucosus)* (n° 76) dès la base lui donne comme âge maximum le Sinémurien (SCHULZ, 1967). L'apparition à son sommet de *Ischyosporites variegatus* marque le Pliensbachien terminal (SCHULZ, 1967). Cette sous-zone serait donc d'âge sinémurien ? à pliensbachien.

# - Sous-zone Ib :

Sa base est caractérisée par l'apparition de Lycospora salebrosacca (n° 70). Le pourcentage des Classopollis (n° 78) diminue nettement (moins de 1%) alors que celui des formes du genre Exesipollenites (n° 71) augmente sensiblement. Le sommet de cette sous-zone correspond à l'arrivée des formes du genre Callialasporites (n° 68).

. Age de la sous-zone : Selon HERNGREEN & de BOER (1974), le genre *Callialasporites* débute au Toarcien terminal, alors que selon SCHULZ (1967) il apparaît au Toarcien supérieur. Par suite de la présence à la base de cette sous-zone de *Dactylioceras tenuicostatum* du Toarcien inférieur (BONTE, 1974), on peut avancer un âge toarcien inférieur à supérieur pour cette sous-zone.

# Remarque concernant la zone I :

Nous avons observé dans cette zone des spores, grains de pollen et acritarches remaniés. Ces formes ont montré des états de fossilisation très différents. On a relevé : - des spores et acritarches à forte carbonisation et souvent cassés. Nous n'avons pu les identifier. Il est probable qu'ils correspondent à des échantillons de la microflore dévonienne. Il faut noter que l'étude du Jurassique du sondage de Wissant, dont les résultats ne sont pas donnés dans ce mémoire à cause de nombreuses retombées, avait montré dans les échantillons de nombreux chitinozoaires alors que ceuxci sont rares dans les formations dévoniennes du Boulonnais,

- des spores et grains de pollen correctement fossilisés ; nous avons pu identifier en particulier Lycospora pusilla (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL, Densosporites anulatus (LOOSE) SCHOPF, WILSON & BEN-TALL, Cirratriradites saturni (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL et des Florinites sp., spores et grains de pollen classiques du Carbonifère.

### ZONE II

### TOARCIEN SUPERIEUR-AALENIEN A BATHONIEN

Dans cette zone les spores et grains de pollen dominent largement les dinoflagellés et acritarches. Elle est caractérisée par l'assemblage :

- Callialasporites spp. (n° 68),
- les spores à bacules Neoraistrickia truncata (n° 67), Neoraistrickia gristhorpensis (n° 61) et Raistrickia brevitruncatus (n° 65),
- Parvisaccites enigmaticus (n° 63),
- Gleicheniidites conspiciendus (n° 62),
- Uvaesporites argentaeformis (n° 66).

En ce qui concerne les dinoflagellés, on note :

- Pareodinia ceratophora (n° 56),
- Ctenidodinium ornatum (n° 55),
- Ellipsoidictyum cinctum (n° 54),
- Sensutidinium villersense (n° 53).

La limite inférieure de cette zone est caractérisée par l'apparition du groupe *Callialasporites* (n° 68) avec d'abord *Callialasporites dampierri*. Il faut également noter à la base de cette zone la présence temporelle très brève de *Circularesporites cerebroides* (n° 69).

La limite supérieure de cette zone correspond à la disparition de Raistrickia brevitruncatus (n° 65).

# CALLOVIEN

C'est dans cette zone que se produit l'explosion des dinoflagellés. Les spores et pollens restent abondants mais peu diversifiés.

On observe les apparitions de :

- Tuberositriletes sp. (n° 60),
- Gonyaulacysta jurassica (n° 51),
- Adnatosphaeridium caulleryi (n° 50),
- Scriniodinium galeritum reticulatum (n° 48),
- Adnatosphaeridium aemulum (n° 47),
- Compositosphaeridium polonicum (n° 44),
- Systematophora valensii (n° 46).

Trois sous-zones ont été distinguées :

- Sous-zone IIIa : base du Callovien

Sa limite inférieure est marquée par l'extinction de Raistrickia brevitruncatus (n° 65) et sa limite supérieure par celles de Gleicheniidites conspiciendus (n° 62) et Parvisaccites enigmaticus (n° 61).

- Sous-zone IIIb : Callovien inférieur à moyen

Elle est marquée à sa base par les apparitions de :

- Gonyaulacysta jurassica (n° 51),
- Adnatosphaeridium caulleryi (n° 50),
- Chytroeisphaeridia chytroeides (n° 49),
- Tuberositriletes sp. (n° 60)
- Sous-zone IIIc : Callovien moyen à supérieur
- A sa base on note pour la première fois :
- Adnatosphaeridium aemulum (n° 47),
- Compositosphaeridium polonicum (n° 44),
- Systematophora valensii (n° 46),

- Sirmiodinium grossi (n° 45), Gonyaulacysta jurassica (n° 51) est abondante.

A son sommet disparaît Chlamydophorella sp. (n° 52).

#### ZONE IV

# OXFORDIEN INFERIEUR A BASE DE L'OXFORDIEN SUPERIEUR

Elle est caractérisée par les apparitions de nombreuses espèces de dinoflagellés. Les spores et pollens restent peu diversifiés et sont principalement représentés par des formes ayant une longue extension stratigraphique telles que *Cyathidites* spp. (n° 74), *Exesipollenites* spp. (n° 71), *Tsugaepollenites mesozoieus* (n° 76), *Callialasporites* spp. (n° 68), *Alisporites* spp. (n° 77) et *Classopollis* spp. (n° 78).

Parmi les dinoflagellés, les formes suivantes débutent dans la zone IV :

- Wanea fimbriata (n° 43),
- Gonyaulacysta scarburghensis (n° 42),
- Scriniodinium luridum (n° 39),
- Stephanolytron spp. (n° 41),
- Sensutidinium pilosum (n° 40),
- Hystrichosphaerina orbifera (n° 38),
- Systematophora areolata (n° 37),
- Gonyaulacysta granulata (n° 36).

Deux sous-zones ont été distinguées :

- Sous-zone IVa : Oxfordien inférieur et moyen

Sa base est nettement marquée par l'apparition de Wanea fimbriata (n° 43), taxon guide de la base de l'Oxfordien (SARJEANT, 1961, 1968, 1976, 1979 ; RAYNAUD, 1978). Cette forme n'a été trouvée que dans un seul niveau pour les sondages APO 1 bis et Vermandovillers.

A la base de cette sous-zone, on note également :

- Gonyaulacysta scarburghensis (n° 42), limitée à l'Oxfordien inférieur,
- Scriniodinium luridum (n° 39),
- Stephanolytron spp. (n° 41),

Staplinisporites rotalis (n° 59) débute également dans cette sous-zone dont la limite supérieure correspond à la fin de la biozone de Systematophora valensii (n° 46). - Sous-zone IVb : base de l'Oxfordien supérieur.

Dans cette sous-zone s'éteignent Compositosphaeridium polonicum (n° 44) et Sensutidinium villersense (n° 53) alors que Systematophora areolata (n° 37) et Gonyaulacysta granulata (n° 36) y font leur apparition.

<u>Remarque</u> : A partir du Callovien inférieur à moyen (sous-zone IIIb) on a compté un nombre croissant de tests de microforaminifères chitineux. Les pourcentages les plus importants ont été déterminés pour les sédiments de l'Oxfordien moyen (11 à 27%, sous-zone IVa).

#### ZONE V

#### OXFORDIEN TERMINAL À KIMMERIDGIEN

Sa base correspond à l'apparition de Senoniasphaera cf. jurassica (n° 35).

Systematophora areolata (n° 37) et Gonyaulacysta granulata (n° 36) sont associées à cette première forme.

Scriniodinium galeritum reticulatum (n° 48) et Tuberositriletes sp. (n° 60) disparaissent à la base de cette zone.

#### ZONE VI

#### ALBIEN MOYEN A SUPERIEUR

Elle se situe dans le Crétacé inférieur. Entre cette zone et la précédente existe un hiatus important puisque nous n'avons pu étudier ni le Portlandien, ni les premières assises du Crétacé.

Les zones d'âge crétacé seront caractérisées uniquement par les dinoflagellés. Les spores et pollens abondants à l'Albien (zone VI : 6,8% à 65%) diminuent nettement au Cénomanien et ne représentent plus qu'une moyenne d'environ 2% des assemblages palynologiques à partir du Turonien. La zone VI est caractérisée par la présence de nombreuses espèces de dinoflagellés.

Chlamydophorella nyei (n° 34) et Cribroperidinium edwarsi (n° 33) sont limitées à cette zone et en sont les marqueurs. Ces deux formes sont en général bien représentées dans les sondages étudiés (jusqu'à 21,6% pour Cribroperidinium edwarsi, jusqu'à 8,3% pour Chlamydophorella nyei).

D'autres espèces à extension beaucoup plus longue montrent des pourcentages importants :

- Cleistosphaeridium hugoniotti (n° 30) : 1 à 14,6%,

- Spiniferites ramosus ramosus (n° 31) : 4,6 à 18%,

- Cyclonephelium distinctum (n° 29) : 1 à 14,6%.

Au sommet de cette zone, on note l'apparition de nombreuses formes. Certaines sont limitées à la zone VI. C'est le cas de :

- Oligosphaeridium pulcherrimum (n° 27),

- Systematophora cretacea (n° 26),

- Hystrichosphaeridium arundum (n° 25),

- Carpodinium granulatum (n° 24).

D'autres se poursuivent beaucoup plus haut dans la série stratigraphique. C'est le cas de :

- Epelidosphaeridia spinosa (n° 23),

- Carpodinium obliquistatum (n° 22),

- Litosphaeridium siphoniphorum (n° 20),

- Leberidocysta chlamydata (n° 19),

- Cyclonephelium membraniphorum (n° 18),

- Achomosphaera sagena (n° 16),

- Xenascus ceratioides (n° 15),

- Palaeohystrichophora infusorioides (n° 14),

- Leberidocysta defloccata (n° 21),

- Kleithriasphaeridium readei (n° 17).

. Age de cette zone : Systematophora cretacea (n° 26) a été décrite à la base de l'Albien par DAVEY (1979) et est présente dans l'Albien moyen à supérieur (Vraconien exclu) du Boulonnais (VERDIER, 1975). De même Hystrichosphaeridium arundum (n° 25) et Carpodinium granulatum (n° 24) s'éteignent à la limite Albien supérieur-Vraconien (VERDIER, 1975 ; FAUCONNIER, 1975 ; FOUCHER & VERDIER, 1976).

- 121 -

D'autre part, Litosphaeridium siphoniphorum (n° 20), Achomosphaera sagena (n° 16), Kleitriasphaeridium readei (n° 17) et Palaeohystrichophora infusorioides (n° 14) apparaissent au Vraconien (DAVEY & VERDIER, 1971 ; FOUCHER & VERDIER, 1976).

Nous observons dans nos sondages (en particulier à Wavans et à Bellonne) ces différentes formes ensemble dans un même échantillon, qui permet donc de fixer la limite Albien supérieur-Vraconien (il faut cependant remarquer que, dans la littérature, ces taxons n'ont jamais été signalés dans un même niveau).

Quoi qu'il en soit, on peut avancer pour cette zone un âge albien moyen-albien supérieur.

#### ZONE VII

#### CENOMANIEN INFERIEUR A CENOMANIEN MOYEN-SUPERIEUR

Sa base correspond aux disparitions de Chlamydophorella nyei (n° 34), Cribroperidinium edwarsi (n° 33) et Oligosphaeridium pulcherrimum (n° 27).

Elle est également marquée par l'explosion de Palaeohystrichophora infusorioides (n° 14) qui peut constituer jusqu'à 70% des associations.

Dans cette zone disparaissent Epelidosphaeridia spinosa (n° 23) et Carpodinium obliquistatum (n° 22). Son sommet est marqué par l'arrivée des premières Silicisphaera ferox (n° 12).

#### ZONE VIII

#### CENOMANIEN TERMINAL A TURONIEN

Les deux formes marqueurs de cette zone sont Silicisphaera ferox (n° 12) et Senoniasphaera rotundata (n° 11).

Palaeohystrichosphora infusorioides (n° 14) demeure très abondante dans la première partie de la zone puis diminue sensiblement en représentant cependant encore 8 à 28% de la population des assemblages. La limite inférieure correspond à l'arrivée de Silicisphaera ferox (12%), la limite supérieure à celles de Dinogymnium denticulatum (n° 9) et Cordosphaeridium truncigerum (n° 5).

Deux sous-zones ont été distinguées :

- Sous-zone VIIIa : Cénomanien terminal à ?base du Turonien.

La limite inférieure est marquée par l'apparition de Silicisphaera ferox (n° 12) et sa limite supérieure par celle de Senoniasphaera rotundata (n° 11).

L'âge de cette sous-zone n'est pas clairement défini. En effet, si *Senoniasphaera rotundata* débute dès la base du Turonien dans le sondage de Thivencelles, ses premiers représentants ne sont connus qu'au milieu du Turonien inférieur dans les sondages de Wavans et Bellonne.

Au sommet de cette sous-zone, les pourcentages de *Cleistosphae*ridium hugoniotti (n° 30), importants jusque là, diminuent nettement et cette espèce devient sporadique dans les sédiments sus-jacents.

# - Sous-zone VIIIb : Turonien.

Sa base est caractérisée par les premières Senoniasphaera rotundata. On note dans cette sous-zone les extinctions de Litosphaeridium siphoniphorum (n° 20) et Leberidocysta chlamydata (n° 19) ainsi que l'apparition dans sa partie supérieure de Silicisphaera ? torulosa (n° 10).

Il faut d'autre part noter qu'à partir du Turonien terminal, les dinoflagellés deviennent beaucoup moins abondants que dans les niveaux précédents. Ce phénomène se prolonge au Sénonien. Les spores et pollens restent, quant à eux, très rares.

### ZONE IX

### SENONIEN (CONIACIEN A CAMPANIEN INFERIEUR)

Sa base est nettement marquée par des formes qui n'ont pas été observées dans la zone VIII :

- Dinogymnium denticulatum (n° 9),
- Hystrichosphaeropsis ovum (n° 8),

- Isabelidinium acuminata (n° 7),

- Chatangiella tripartita (n° 6),

- Cordosphaeridium truncigerum (n° 5),

- Ovoidinium sp. (n° 4),

- Spinidinium rhombicum (n° 3).

Son sommet correspond aux niveaux les plus élevés de la colonne stratigraphique étudiée.

Deux sous-zones ont été distinguées :

- Sous-zone IXa : Coniacien à base du Campanien.

Sa base est caractérisée de la même façon que celle de la zone IX alors que son sommet l'est par l'apparition de *Dinogymnium euclaensis* (n° 1) et également par la présence temporelle brève de *Chatangiella madura* (n° 2) (15%).

Dans cette sous-zone on note les extinctions de :

- Silicisphaera ? torulosa (n° 10),

- Subtilisphaera sp. (n° 13),

- Kleithriasphaeridium readei (n° 17).

- Sous-zone IXb : Campanien inférieur.

Sa base correspond à l'apparition de *Dinogymnium euclaensis* (n° 1) qui s'étend jusqu'à son sommet mais qui reste cependant une forme rare (moins de 1%).

Toutes les formes marquant la base de la zone IX régressent pour disparaître dans cette sous-zone IXb.

C'est également le cas de :

- Callaiosphaeridium asymetricum (n° 31),
- Achomosphaera sagena (n° 16),
- Xenascus ceratioides (n° 15),

- Senoniasphaera rotundata (n° 11).

D) EVOLUTION VERTICALE ET LATERALE DES PALYNOMORPHES - CORRELATIONS

La répartition verticale des palynomorphes de chaque sondage sera étudiée zone par zone. Elle est donnée pour chaque sondage dans les tableaux 1 à 15, le tableau 16 représentant les corrélations latérales.

### ZONE I

#### LIAS

Cette zone n'a été déterminée que pour le sondage APO 1 bis (324 m à 297,20 m) (Tableau 4).

L'association sporopollinique Gynkgoretectina sp., Chasmatosporites major, Tsugaepollenites mesozoicus, Lycopodiacidites cerniidites, Lycopodiumsporites clavatoides et Ischyosporites variegatus est observée dans l'échantillon 42 (308,90 m).

Lycospora salebrosacca apparaît dans l'échantillon 41 (307,50 m).

- <u>La sous-zone Ia</u> (324 m à 308,90 m) correspond à l'extension de *Gynkgoretectina* sp.. Les *Classopollis* y sont très abondants (30 à 62%), ainsi que les pollens disaccates (3,6 à 23%) et *Tsugaepollenites mesozoi*cus (4,4 à 10%).

- <u>La sous-zone\_Ib</u> (308,90 m à 297,20-297,30 m) est marquée à sa base par l'apparition de *Lycospora salebrosacca* (Echantillon 41 : 307,50 m). Elle est très peu épaisse (10 m). Les pollens du genre *Classopollis* y sont moins abondants que ceux du genre *Exesipollenites* qui représentent 6 à 22% des assemblages palynologiques.

Les seuls organismes marins de la zone I sont des acritarches du genre *Michrystidium* qui se sont révélés très nombreux dans l'échantillon 41 (307,50 m).

#### ZONE II

#### TOARCIEN SUPERIEUR - AALENIEN A BATHONIEN

APO 1 bis : 297,30 m à 232 m (Tableau 4), Vermandovillers : 632 m à 566,60 m (Tableau 7), Wavans : 225,30 m à 185,90 m (Tableau 11).

SONDAGE APO 1 bis : 297,30 m à 232 m.

C'est le seul sondage qui ait livré la zone II complète. Sa base est caractérisée par l'apparition du groupe *Callialasporites* avec *Callia*- lasporites dampierri à 297,30 m (Ech. 38) associée à *Circularesporites* cerebroïdes qui n'a été trouvée que dans ce niveau et qui représente 19,6 % de l'association observée. La majeure partie des autres formes typiques de cette zone débute dans l'échantillon 36 (289 m) avec en particulier :

- d'autres espèces du genre Callialasporites : C. microvelatus, C. turbatus, C. segmentatus,

- les formes à bacules Neoraistrickia truncata et Raistrickia brevitruncatus,

- Uvaesporites argentaeformis, Staplinisporites caminus et Parvisaccites enigmaticus limitée à cette zone pour ce sondage.

Pareodinia ceratophora est le seul dinoflagellé apparaissant dans la zone II (258,55 m), en même temps que *Gleicheniidites conspi*ciendus.

Il faut également noter que *Chasmatosporites major* est observée pour la dernière fois à la base de la zone II (294-295 m), dont le sommet est caractérisé par les extinctions de *Raistrickia brevitruncatus* (232 m) et de *Uvaesporites argentaeformis*.

### SONDAGE DE VERMANDOVILLERS : 632 m à 566,60 m.

Ce sondage n'a livré que la partie supérieure de la zone. *Cir*cularesporites cerebroides et *Chasmatosporites major*, définissant la base de cette zone n'ont pas été observées.

En revanche, toutes les autres formes guides de la zone II sont notées dès la base du sondage de Vermandovillers (Ech. 38 : 632 m). On observe rapidement les disparitions de *Neoraistrickia truncata* (Ech. 35 : 620 m), *Uvaesporites argentaeformis* (Ech. 33 : 609,45 m) et *Contignisporites problematicus* (Ech. 36 : 622,40 m). Les formes présentant les pourcentages les plus élevés sont les spores trilètes lisses (9 à 22%), les pollens disaccates (10 à 37%), *Exesipollenites* spp. (2 à 15%) ainsi que le groupe des *Callialasporites* (1 à 9,5%).

## SONDAGE DE WAVANS : 225,30 m à 185,90 m.

La zone II y est encore plus incomplète que dans le sondage de Vermandovillers puisque les premiers sédiments jurassiques du sondage de Wavans sont d'âge bathonien. Les pourcentages les plus importants sont toujours ceux des spores trilètes lisses (6 à 55%), des pollens disaccates (17 à 35%), d'*Exesipollenites* spp. (7 à 19%) et du groupe des *Callialasporites* (8 à 16%).

Neoraistrickia truncata n'est présent que dans l'échantillon le plus inférieur (Ech. 33 : 225,30 m) alors que Pareodinia ceratophora et Neoraistrickia gristhorpensis n'apparaissent qu'à 207-204,50 m (Ech. 30).

#### ZONE III

#### CALLOVIEN

APO 1 bis : 232 m à 205-206 m (Tableau 4), Vermandovillers : 566,60 m à 523,45 m (Tableau 7), Wavans : 187,55 m à 173,80 m (Tableau 11).

SONDAGE APO 1 bis : 232 m à 205-206 m.

L'association palynoplanctologique caractéristique de cette zone est observée dans l'échantillon 11 (215,5-216,5 m) avec Gonyaulacysta jurassica, Adnatosphaeridium caulleryi, Adnatosphaeridium aemulum, Scriniodinium galeritum reticulatum et Tuberositriletes sp.

Les spores et pollens, bien que peu diversifiés, sont prédominants et représentent une moyenne de 83% des assemblages palynologiques. Les formes les plus importantes restent les pollens disaccates (7,5 à 50%), les *Callialasporites* spp. (4,5 à 25%), les *Exesipollenites* spp. (7 à 30%) et les *Classopollis* (1,4 à 32%).

Il faut d'autre part remarquer que les tests de microforaminifères chitineux, rares jusque là, deviennent plus abondants dans cette zone et constituent jusqu'à 7% des assemblages (Ech. 21 : 215,50-216,50 m).

La zone III semble ici incomplète. En effet, la sous-zone IIIa, comprise entre la disparition de *Raistrickia brevitruncatus* et celle de *Gleicheniidites conspiciendus*, n'a pu être mise en évidence. L'échantillon 24 (232 m) a livré en même temps ces deux formes ainsi que *Gonyaulacysta jurassica*. - Sous-zone IIIb : 232 m à 215,50-216,50 m.

Gonyaulacysta jurassica en caractérise la base et 8 exemplaires en ont été comptés dans l'échantillon 24 (232 m). Dans cette sous-zone débutent également Sensutidinium villersense et Tuberositriletes sp.. Il faut également noter l'absence de Chlamydophorella sp., forme observée dans la zone III des sondages de Vermandovillers et de Wavans.

- Sous-zone IIIc : 215,50-216,50 m à 205-206 m.

Elle est bien représentée dans l'échantillon 21 (215,50 m-216,50 m) avec Adnatosphaeridium aemulum, Compositosphaeridium polonicum, Sirmiodinium grossi et Scriniodinium galeritum reticulatum. L'espèce la plus abondante étant Gonyaulacysta jurassica avec 7 exemplaires comptés.

## SONDAGE DE VERMANDOVILLERS : 566,60 m à 523,45 m.

C'est le seul sondage montrant une zone III complète. L'association palynoplanctologique la définissant est typique dans l'échantillon 25 (528,10 m) avec Adnatosphaeridium caulleryi, Adnatosphaeridium aemulum, Compositosphaeridium polonicum, Scriniodinium galeritum reticulatum, Gonyaulacysta jurassica et Chlamydophorella sp.

En ce qui concerne les spores et les grains de pollen, Tuberositriletes sp. apparaît dans l'échantillon 27 (541,70 m) et Callialasporites infrapunctatus dans l'échantillon 25 (528,10 m). Les formes les plus abondantes sont toujours les Classopollis (5,6 à 16,6%), les pollens disaccates (6,4 à 15%), Tsugaepollenites mesozoîcus (8,3 à 32,6%) et Callialasporites spp. (2,5 à 24%) (avec en particulier Callialasporites dampierri).

D'une manière générale, les organismes marins sont plus abondants dans la zone III à Vermandovillers (12 à 71%) qu'à APO 1 bis (29% au maximum). Comme à APO 1 bis, les microforaminifères chitineux deviennent abondants dans cette zone (10% à 535,20 m, Ech. 26).

- Sous-zone IIIa : 566,60 m à 553,10 m.

Sa base est définie par l'extinction de Raistrickia brevitruncatus (Ech. 31, 566,60 m), son sommet par celles de *Gleicheniidites cons*piciendus et Parvisaccites enigmaticus (Ech. 29, 553,10 m). - Sous-zone IIIb : 553,10 m à 535,20 m.

A sa base ( 553,10m ) débutent Chlamydophorella sp., Gonyaulacysta jurassica et, immédiatement au-dessus (Ech. 28, 551,55 m) Chytroeisphaeridia chytroeides.

### - Sous-zone IIIc : 535,20 m à 523,45 m.

Elle est caractérisée par les apparitions de Adnatosphaeridium aemulum, Systematophora valensii (Ech. 26, 535,20 m) puis de Compositosphaeridium polonicum (Ech. 25, 528,10 m). Son sommet correspond à l'arrivée d'un nouvel ensemble de dinoflagellés se diversifiant dans la zone IV.

SONDAGE DE WAVANS : 185,90 m à 173,80 m.

La zone III y est incomplète avec seulement la zone IIIa et l'extrême base de la zone IIIb qui est directement surmontée par des sédiments d'âge crétacé.

- Sous-zone IIIa : 185,90 m à 174,10 m.

Raistrickia brevitruncatus est observée pour la dernière fois à 185,90 m (Ech. 28) et *Gleicheniidites conspiciendus* à 174,10 m (Ech. 24). *Chlamydophorella* sp. qui, pour le sondage de Vermandovillers n'avait été rencontrée que dans les sous-zones IIIb et IIIc est ici présente au sommet de la zone IIIa (Ech. 25, 176,20 m).

- Sous-zone IIIb : 174,10 m à 173,80 m.

Comme dans les autres sondages, sa base est marquée par l'apparition de Gonyaulacysta jurassica.

#### ZONE IV

#### OXFORDIEN INFERIEUR A BASE DE L'OXFORDIEN SUPERIEUR

APO 1 bis : 205-206 m à 88,60-89,60 m (Tableau 4), Vermandovillers : 523,45 m à 364,65 m (Tableau 7). SONDAGE APO 1 bis : 205-206 m à 88,60-89,60 m.

La base de cette zone est très bien définie par la présence dans un seul échantillon (Ech. 20, 205-206 m) de Wanea fimbriata, espèce caractéristique de la base de l'Oxfordien. Cette zone est également marquée par les apparitions de Gonyaulacysta scarburghensis, Scriniodinium luridum, Stephanolytron spp., Hystrichosphaerina orbifera et Systematophora areolata.

En ce qui concerne les spores et pollens, on note le début des biozones de *Staplinisporites rotalis* (Ech. 18, 184-185 m) et de *Callialasporites infrapunctatus* (Ech. 15, 160-161 m). Il faut également remarquer l'abondance des spores trilètes lisses (4 à 21%), des pollens disaccates (15 à 40%), d'*Exesipollenites* spp. (8 à 31%), alors que le groupe *Callialasporites* est moins important que dans la zone III (13% au maximum).

Par rapport à la zone précédente, les pourcentages relatifs d'organismes marins augmentent avec en moyenne 33% de dinoflagellés et 10,6% de microforaminifères chitineux.

- Sous-zone IVa : 205-206 m à 147-148 m.

Gonyaulacysta scarburghensis est limitée à cette sous-zone (Ech. 20 à 18, 205-206 m à 184-185 m). On y note l'extinction de Adnatosphaeridium aemulum (Ech. 17, 181-182 m) et les apparitions de Hystrichosphaerina orbifera et Prolixosphaeridium anasillum (Ech. 14, 150-151 m). Le sommet de cette sous-zone est défini par la disparition de Systematophora valensii.

- Sous-zone IVb : 147-148 m à 88,60-89,60 m.

Systematophora areolata débute à la base de cette sous-zone (Ech. 12, 134-135 m) alors que Compositosphaeridium polonicum disparaît à ce même niveau. A son sommet les premières Senoniasphaera cf. jurassica sont identifiées (Ech. 8, 88,60-89,60 m).

# SONDAGE DE VERMANDOVILLERS : 523,45 m à 364,65 m.

L'observation de *Wanea fimbriata* a permis de caler la limite Oxfordien-Callovien pour ce sondage. Cette espèce apparaît à la limite Callovien-Oxfordien et caractérise l'Oxfordien inférieur (SARJEANT, 1961, 1968, 1976, 1979 ; RAYNAUD, 1978). BONTE a placé cette limite à la cote 522,60 m en précisant qu'elle était très sujette à caution (BONTE, 1978, p. 281). Wanea fimbriata n'a été observée que dans un seul échantillon à la cote 523,45 m (Ech. 24) et est absente de l'échantillon sous-jacent à 528,10 m (Ech. 25). On peut donc avancer que la limite Callovien-Oxfordien se situe entre ces deux cotes.

Les sporomorphes sont toujours dominés par les spores trilètes lisses (3,5 à 26%), les pollens disaccates (9 à 43%), *Exesipollenites* spp. (1 à 27%), alors que, comme pour APO 1 bis, le groupe *Callialasporites* devient moins important (6% des assemblages en moyenne).

Les dinoflagellés représentent en moyenne 44% de tous les organismes comptés ; les microforaminifères chitineux 7,7% (avec des pourcentages pouvant atteindre 27% (Ech. 19, 483,10 m).

# - Sous-zone IVa : 523,45 m à 441,40 m.

Elle est caractérisée par l'association : Wanea fimbriata, Gonyaulacysta scarburghensis, Scriniodinium luridum, Stephanolytron spp. et Sensutidinium pilosum. Gonyaulacysta jurassica est très abondante à la base (Ech. 24 à 20, 523,45 m à 495,50 m, 19 à 94 formes comptées), ainsi que Sensutidinium villersense (2 à 65 exemplaires comptés sur le même intervalle). Systematophora valensii qui disparaît à 441,40 m (Ech. 13) marque le sommet de cette sous-zone. Gonyaulacysta scarburghensis est limitée à cette sous-zone.

- Sous-zone IVb : 441,40 m à 364,65 m.

Gonyaulacysta granulata, absente pour le sondage APO 1 bis, débute dans la sous-zone IVb (Ech. 10, 410,30 m) et devient rapidement très abondante (86 formes comptées dans l'Ech. 8 à 385,80 m). Stephanolytron spp. n'a plus été observé à partir de 410,30 m (Ech. 10) ainsi que Compositosphaeridium polonicum à 431,30 m (Ech. 12). Systematophora areolata reconnue dès la base de cette sous-zone dans le sondage APO 1 bis n'apparaît ici qu'à sa partie supérieure (Ech. 8, 385,80 m). Le sommet de la sous-zone IVb correspond aux premières formes de Senoniasphaera cf. jurassica à 364,65 m (Ech. 6).

# ZONE V

## OXFORDIEN TERMINAL A KIMMERIDGIEN

APO 1 bis : 88,60-89,60 m à 9,30 m-10 m (Tableau 4), Vermandovillers : 364,65 m à 314,80 m (Tableau 7).

SONDAGE APO 1 bis : 88,60-89,60 à 9,30-10 m.

Cette zone est caractérisée par Senoniasphaera cf. jurassica. De nombreuses espèces de dinoflagellés présentes dans les zones sous-jacentes s'éteignent (Sensutidinium pilosum, Stephanolytron spp., Scriniodinium luridum, Systematophora areolata, Adnatosphaeridium caulleryi) ou deviennent rares (Gonyaulacysta jurassica).

En ce qui concerne les spores et pollens, les spores trilètes lisses sont abondantes (11 à 21%), ainsi que *Exesipollenites* spp. (32 à 43%). Le groupe *Callialasporites* ne représente plus que 2% des assemblages au maximum. Les sporomorphes constituent toujours le groupe le plus important (58% en moyenne). Les microforaminifères chitineux sont moins abondants que dans la zone précédente (2,6 à 14,5%).

#### SONDAGE DE VERMANDOVILLERS : 364,65 m à 314,80 m.

Senoniasphaera cf. jurassica est observée pour la première fois dans l'échantillon 6 (364,65 m). Gonyaulacysta granulata demeure une forme commune. Comme pour le sondage APO l bis, on observe dans cette zone les disparitions de Scriniodinium galeritum reticulatum (Ech. 5, 354,70 m) et Scriniodinium luridum (Ech. 4, 345,70 m). Gonyaulacysta jurassica, Chytroeisphaeridia chytroeides et Hystrichosphaerina orbifera demeurent assez abondantes jusqu'au sommet de cette zone.

En ce qui concerne les spores et grains de pollen, on note, comme pour APO I bis, une grande abondance de *Exesipollenites* spp. (8 à 26%) et des pollens disaccates (20 à 26%) alors que le groupe *Callialasporites* demeure également important (1,3 à 22%).

Il faut noter que, d'une manière générale, les organismes marins sont moins abondants dans cette zone que dans la zone précédente puisque les dinoflagellés représentent en moyenne 31% des assemblages et que les microforaminifères chitineux deviennent, quant à eux, très rares (moins de 1%).
## ZONE VI

#### ALBIEN MOYEN ET SUPERIEUR

Wavans : 162 m à 133,10 m (Tableau 11), Bellonne : 175,35 m à 171,20 m (Tableau 13), Thivencelles : 276-277 m (Tableau 15).

SONDAGE DE WAVANS : 162 m à 133,10 m.

La zone VI n'est complète que dans ce sondage et bien caractérisée par deux formes abondantes qui lui sont propres :

- Chlamydophorella nyei (2,3 à 8,3%),

- Cribroperidinium edwarsi (1,7 à 21,6%).

Avec ces formes débutent des espèces de dinoflagellés ayant une longue extension stratigraphique : Surculosphaeridium longifurcatum, Coronifera oceanica, Cyclonephelium distinctum, Callaiosphaeridium asymetricum, Hystrichodinium pulchrum, Oligosphaeridium complex, Odontochitina operculata et Spiniferites ramosus ramosus qui est le taxon le plus commun (4,6 à 17%).

De nombreuses formes apparaissent au sommet de cette zone et permettent d'en préciser l'âge :

- Systematophora cretacea uniquement dans l'échantillon 20 (141 m),

- dans l'échantillon 19 (135 m), la présence simultanée de Oligosphaeridium pulcherrimum, Carpodinium granulatum, Hystrichosphaeridium arundum d'une part et de Achomosphaera sagena, Palaeohystrichophora infusorioides d'autre part, indique la limite Albien supérieur-Vraconien (d'après VERDIER, 1975 ; FAUCONNIER, 1975 ; FOUCHER & VERDIER, 1976).

Le sommet de cette zone correspond aux extinctions de Chlamydophorella nyei, Cribroperidinium edwarsi et Oligosphaeridium pulcherrimum.

SONDAGE DE BELLONNE : 175,35 m à 171,20 m.

Cette zone est peu épaisse. Les échantillons de base 22 et 23 (175 m et 175,35 m) contiennent de nombreuses espèces de dinoflagellés. Les formes les plus fréquentes sont Spiniferites ramosus ramosus (13,8 à 18,4%), Cleistosphaeridium hugoniotti (8 à 14,6%), Oligosphaeridium complex (1,6 à 9%), Surculosphaeridium longifurcatum (7,4 à 8,4%) et Epicephalopyxis spp. (5,6% à 171,20 m). Comme pour le sondage de Wavans, la présence simultanée dans les 2 échantillons de base 22 et 23 (175 et 175,35 m) de Hystrichosphaeridium arundum, Kleithriasphaeridium readei, Achomosphaera sagena, Palaeohystrichophora infusorioides et Litosphaeridium siphoniphorum indique la limite Albien supérieur-Vraconien. D'autre part, la présence de Endoceratium dettmaniae dans l'échantillon 21 (171,20 m) précise la limite Albien-Cénomanien (cette espèce ayant été trouvée dans l'Albien terminal-Cénomanien basal d'Angleterre par COOKSON & HUGHES, 1964). Il semble donc que la zone VI soit ici limitée au Vraconien.

SONDAGE DE THIVENCELLES : 276-277 m.

Un seul échantillon a pu être étudié (Ech. 29, 276-277 m). Il peut être rapporté au Vraconien par la présence de Oligosphaeridium pulcherrimum, Achomosphaera sagena, Palaeohystrichophora infusorioides.

Chlamydophorella nyei et Cribroperidinium edwarsi, 2 marqueurs de la zone VI dans les autres sondages, n'ont pas été observés ici.

Les formes les plus abondantes dans ce niveau sont Epolidosphaeridia spinosa (6%), Spiniferites ramosus ramosus (9%) et Palaeohystrichophora infusorioides (7,4%). Il faut également noter un pourcentage très important de l'acritarche Epicephalopyxis (32,6%).

### ZONE VII

#### CENOMANIEN INFERIEUR A CENOMANIEN MOYEN-SUPERIEUR

Wavans : 133,10 m à 66 m (Tableau 11), Bellonne : 171,20 m à 159,30 m (Tableau 13), Thivencelles : 276-277 m à 260,50 m (Tableau 15).

# SONDAGE DE WAVANS : 133,10 m à 66 m.

La zone VII correspond à la zone d'abondance de *Cleistosphaeridium* hugoniotti (avec une moyenne de 17%) et au début de la zone d'abondance de Palaeohystrichophora infusorioides (avec une moyenne de 9,5%). Les autres formes les plus fréquentes sont Spiniferites ramosus ramosus (6 à 11%), Odontochitina operculata (1,6 à 3,5%) et Litosphaeridium siphoniphorum (0,5 à 7,5%). A la base de cette zone, on note les apparitions de Epelidosphaeridia spinosa, Litosphaeridium siphoniphorum, Carpodinium obliquistatum, Leberidocysta chlamydata, Spiniferites pterotus, Xenascus ceratioides, Odontochitina costata, Leberidocysta defloccata et Microdinium veligerum.

Ephelidosphaeridia spinosa est vue pour la dernière fois dans l'échantillon 13 (98 m) (limite Cénomanien moyen-Cénomanien supérieur selon FOUCHER, 1979), alors que Gonyaulacysta cassidata disparaît un peu plus haut (Ech. 9, 71 m). Le sommet de cette zone correspond à l'apparition de Silicisphaera ferox dans l'échantillon 8 (66 m). Spiniferites crassipellis s'éteint à ce niveau.

SONDAGE DE BELLONNE : 171,20 m à 159,30 m.

Comme pour le sondage de Wavans, cette zone est caractérisée par l'abondance de Cleistosphaeridium hugoniotti (4,8% à 8,9%) et la très grande abondance de Palaeohystrichophora infusorioides (17 à 71%).

On assiste à la disparition de *Epelidosphaeridia spinosa* (Ech. 20, 171,20 m) puis de *Carpodinium obliquistatum* (Ech. 19, 159,30 m). Les premières *Silioisphaera ferox* sont observées dans ce même échantillon (159,30 m) alors que *Gonyaulacysta cassidata* est toujours présente et ne s'éteint que dans l'échantillon 18 (150,20 m) (contrairement au sondage de Wavans).

SONDAGE DE THIVENCELLES : 277-276 m à 260,50 m.

La zone VII, moins bien définie que dans les autres sondages, semble incomplète.

Litosphaeridium siphoniphorum et Carpodinium obliquistatum n'ont été déterminées que dans l'échantillon 28 (269 m). D'autre part, on note les disparitions de Epelidosphaeridia spinosa et Gonyaulacysta cassidata à ce même niveau.

Silicisphaera ferox ne débute que dans l'échantillon suivant (Ech. 27, 260,50 m).

Ainsi, il semble bien que le Cénomanien inférieur soit absent dans ce sondage.

#### ZONE VIII

# CENOMANIEN TERMINAL A TURONIEN

Thivencelles : 260,50 m à 164 m (Tableau 15), Bellonne : 159,30 m à 66 m (Tableau 13), Wavans : 66 m à 16,90-18,30 m (Tableau 11).

### SONDAGE DE THIVENCELLES : 260,50 m à 164 m.

Les formes les plus abondantes dans cette zone sont Palaeohystrichophora infusorioides (avec une moyenne de 47,8%) et Spiniferites ramosus ramosus (avec une moyenne de 16,3%).

Deux sous-zones sont nettement distinguées :

- Sous-zone VIIIa : 260,50 m à 248,50 m.

Peu épaisse, elle est comprise entre l'apparition de Silicisphaera ferox (Ech. 27, 260,50 m) et celle de Senoniasphaera rotundata (Ech. 26, 248,50 m). Subtilisphaera sp. débute en même temps que Silicisphaera ferox.

- Sous-zone VIIIb : 248,50 m à 164 m.

Outre l'apparition de *Senoniasphaera rotundata* à sa base (base du Turonien inférieur) on y observe *Silicisphaera ? torulosa* sur un faible intervalle de temps (sommet du Turonien moyen à base du Turonien supérieur: Ech. 18, 17 et 16). De nombreuses formes s'éteignent dans cette sous-zone :

- au sommet du Turonien moyen : Spiniferites crassipellis (Ech. 18, 188,30 m),

- au Turonien supérieur : Subtilisphaera sp. et Florentinia mantelli (Ech. 16, 180,60 m) ; Cyclonephelium membraniphorum, Ellipsoidinium rugulosum et Cassiculosphaeridia reticulata (Ech. 15, 170,20-170,70 m) ; Kleithriasphaeridium readei (Ech. 14, 164 m).

Il faut d'autre part noter qu'à partir du milieu du Turonien supérieur (Ech. 15, 170,20 m-170,70 m) les niveaux étudiés deviennent beaucoup moins riches en dinoflagellés.

#### SONDAGE DE BELLONNE : 159,30 m à 66 m.

Comme pour le sondage de Thivencelles, c'est dans cette zone que l'on observe les pourcentages les plus élevés de *Palaeohystrichophora infusorioides* avec une moyenne de 49%. Les autres formes abondantes sont Spiniferites ramosus ramosus (13,7% en moyenne) et *Hystrichodinium pulchrum* (3,6% en moyenne).

# - Sous-zone VIIIa : 159,30 m à 134,30 m.

Silicisphaera ferox débute au Cénomanien terminal (159,30 m, Ech. 19). La base du Turonien est bien définie par Florentinia resex (Ech. 18 à 16, 150,20 m à 134,30 m) (DAVEY & VERDIER, 1976). Il faut également noter les disparitions dans cette sous-zone de Litosphaeridium siphoniphorum, Gonyaulacysta cassidata, Spiniferites pterotus (Ech. 18, 150,20 m).

- Sous-zone VIIIb : 134,30 m à 66 m.

Senoniasphaera rotundata est observée dès sa base (milieu du Turonien inférieur) (Ech. 16, 134,30 m). Silicisphaera ? torulosa apparaît dans cette sous-zone (Ech. 10, 85,40 m : sommet du Turonien moyen) et s'étend dans la zone IX à la base du Sénonien.

On observe également les extinctions de :

- Florentinia mantelli (Ech. 15, 124 m) au Turonien inférieur,

- Leberidocysta chlamydata, Spiniferites crassipellis (Ech. 13,

113,15 m) et Xiphophoridium alatum (Ech. 10, 85,40 m) au Turonien moyen,

- Cyclonephelium membraniphorum (Ech. 7, 66 m) au sommet de cette sous-zone, à la limite Turonien-Sénonien dans ce sondage.

Comme pour le sondage de Thivencelles, à partir du milieu du Turonien supérieur (Ech. 8, 74,50 m), les niveaux étudiés se sont révélés moins riches en dinoflagellés.

## SONDAGE DE WAVANS : 66 m à 16,90-18,30 m.

C'est la dernière zone de ce sondage et elle est incomplète.

Les formes les plus communes sont Spiniferites ramosus ramosus (13% en moyenne), Palaeohystrichophora infusorioides (10,3% en moyenne), Odontochitina operculata (0,5 à 16%), Odontochitina costata (0,3 à 10%), Cyclonephelium distinctum (0,5 à 7,2%) et Cyclonephelium membraniphorum (0,5 à 5,6%).

- Sous-zone VIIIa : 66 m à 39 m.

Sa base est caractérisée par l'apparition de *Silicisphaera ferox* (Ech. 8, 66 m), les dernières *Leberidocysta defloccata* sont observées dans cette sous-zone (Ech. 6, 49 m).

### - Sous-zone VIIIb : 39 m à 16,90-18,30 m.

Sa base est marquée par les premières Senoniasphaera rotundata (milieu du Turonien inférieur) (Ech. 4, 39 m), alors que Subtilisphaera sp. s'éteint au même niveau. On observe les disparitions de Litosphaeridium siphoniphorum et Florentinia mantelli (Ech. 3, 34 m). Cette sous-zone VIIIb est incomplète car les formes caractéristiques, par leur présence, de la base de la zone IX n'ont pas été observées. D'autre part, 1'absence de Silicisphaera ? torulosa permet de dire que les derniers dépôts crétacés sont d'âge turonien inférieur à base du turonien moyen (DAVEY & VERDIER, 1976 ; FOUCHER & VERDIER, 1976).

<u>Remarque</u> : Dans ce sondage, *Litosphaeridium siphoniphorum* est présente jusqu'au Turonien, alors que cette forme s'éteint au Cénomanien dans les sondages de Thivencelles et Bellonne.

#### ZONE IX

#### SENONIEN (CONIACIEN A CAMPANIEN INFERIEUR)

Thivencelles : 164 m à 31,65-31,75 m (Tableau 15), Bellonne : 66 m à 17,80-17,90 m (Tableau 13).

#### SONDAGE DE THIVENCELLES : 164 m à 31,65-31,75 m.

DEHEE (1927) avait daté le sommet de cette série (31,75 m à 50,25 m) Maestrichtien en la rapportant à la craie d'Obourg, formation définie dans le Bassin de Mons. A la lumière de publications plus récentes (MONCIARDINI, 1980), il semble que la craie d'Obourg soit d'âge campanien inférieur et qu'elle représente le niveau le plus élevé de la craie dans la région du Nord de la France. Cependant, au cours de cette étude, il n'a pas été possible d'attribuer à ces sédiments un âge plus précis du fait de leur pauvreté en dinoflagellés. Ainsi, la distinction entre le Coniacien et le Santonien n'a pu être réalisée pour le sondage de Thivencelles.

L'association typique de la zone IX est visible dans l'échantillon 4 (62-65 m) avec : Senoniasphaera rotundata, Dinogymnium denticulatum, Hystrichosphaeropsis ovum, Isabelidinium acuminata, Chatangiella tripartita, Ovoidinium sp., Spinidinium rhombicum et Dinogymnium euclaensis. Les formes les plus abondantes restent Spiniferites ramosus ramosus (20,2% en moyenne) et Palaeohystrichophora infusorioides (16,3% en moyenne). Il faut également noter la présence assez importante de Spinidinium rhombicum (0,5 à 5,5%) et de l'acritarche Epicephalopyxis spp. (0,5 à 6,5%).

- <u>Sous-zone IXa</u> : 164 m à 91-93 m.

La base de cette sous-zone est définie par l'apparition de Cordosphaeridium truncigerum (Ech. 14, 164 m), puis par celles de Dinogymnium denticulatum, Chatangiella tripartita, Isabelidinium acuminata, Spinidinium rhombicum, Hystrichosphaeropsis ovum et Ovoidinium sp. (Ech. 13, 156-156,50 m). Il faut noter à la base du Campanien la grande fréquence de Chatangiella madura (Ech. 10, 124,50 m : 15,2%). Scriniodinium campanula disparaît à la limite Santonien-Campanien (Ech. 10, 124,50 m), et un peu plus haut (Ech. 8, 101-102 m) il en est de même pour Surculosphaeridium longifurcatum.

- Sous-zone IXb : 91-93 m à 31,65-31,75 m.

Sa base est définie par l'apparition de Dinogymnium euclaensis (Ech. 7, 91-93 m), qui reste la seule espèce caractéristique de cette souszone. De nombreuses formes de dinoflagellés régressent et s'éteignent entre 65 m et 51 m. Citons : Chatangiella tripartita, Isabelidinium acuminata, Hystrichosphaeropsis ovum, Dinogymnium denticulatum, Senoniasphaera rotundata, Callaiosphaeridium asymetricum, Xenascus ceratioides, Achomosphaera sagena, Odontochitina operculata, Spinidinium rhombicum, Ovoidinium sp. et Cordosphaeridium truncigerum.

SONDAGE DE BELLONNE : 66 m à 17,80-17,90 m.

Seule la sous-zone IXa a été identifiée avec les apparitions, à sa base (Ech. 7, 66 m) de Spinidinium rhombicum, Isabelidinium acuminata, Cordosphaeridium truncigerum, Chatangiella tripartita et Ovoidinium sp.. La base de cette sous-zone étant attribuée au Sénonien (par comparaison avec le sondage de Thivencelles), on peut avancer que le banc de "tun" dans lequel a été prélevé l'échantillon 7 (66 m) appartient déjà à cet étage et non pas au Turonien terminal (où on le place souvent par analogie avec la "meule" qui n'est pas remaniée). Dinogymnium denticulatum et Hystrichosphaeropsis ovum apparaissent dans l'échantillon 5 (44,20 m).

. Age de la sous-zone : Ces sédiments sont datés Sénonien au sens large par le B.R.G.M. qui a réalisé le sondage de Bellonne. La palynologie peut apporter quelques précisions. En effet, selon FOUCHER & VERDIER (1976) on observe au sommet du Coniacien les extinctions successives de *Florentinia deanei*, *Kleithriasphaeridium readei* et *Silicisphaera* ? *torulosa*. En ce qui concerne le sondage de Bellonne, nous avons noté les disparitions de *Silicisphaera* ? *torulosa* à 44,20 m (Ech. 5), de *Kleithriasphaeridium readei* à 43,75 m (Ech. 4) et de *Florentinia deanei* à 35 m (Ech. 3). La limite Coniacien-Santonien doit donc se situer aux alentours de la cote 35 m et les sédiments sus-jacents doivent être d'âge santonien inférieur.

# CHAPITRE 5 : COMPARAISONS AVEC LES REGIONS VOISINES

Etant donné le grand nombre d'études concernant la palynoplanctologie du Jurassique et du Crétacé au niveau mondial, nous n'envisagerons dans cette partie que des comparaisons succinctes avec les régions proches du Nord de la France, et ceci en trois étapes :

- Comparaison de nos assemblages de spores et pollens du Jurassique avec ceux des Pays-Bas et d'Allemagne.

- Comparaison de nos assemblages de dinoflagellés du Jurassique avec ceux d'Europe en général.

- Comparaison de nos assemblages de dinoflagellés du Crétacé avec ceux de France (Bassin Parisien) et de Grande-Bretagne.

# A) COMPARAISON AVEC LES POLLENOSPORES DU JURASSIQUE EN ALLEMAGNE ET AUX PAYS-BAS (fig. 12).

Les études prises en compte sont celles de SCHULZ & MAI (1966), SCHULZ (1967) et DÖRING (1966) pour l'ensemble des sédiments du Jurassique d'Allemagne et celle de HERNGREEN & de BOER (1974) concernant le Rhétien, le Lias et le Dogger de l'Est des Pays-Bas.

Les comparaisons concernent essentiellement le Lias et le Dogger puisque, pour le Malm, notre zonation est principalement basée sur les dinoflagellés.

Les études des auteurs allemands et hollandais nous ont permis de préciser les divisions du Lias dans le sondage APO 1 bis (cf. chapître 4), sans toutefois les affirmer avec certitude.

La base du sondage APO 1 bis a été datée "Infralias" par BONTE (1974), ainsi que par les études de BONTE & LAVEINE (1962) et LEVET-CARETTE (1963). Selon VAN ERVE (1978), cet âge ne peut être maintenu car



PRESENTE ETUDE

SCHULZ & MAI(1966) SCHULZ(1967)

HERCREEN & DE BOER(1974) DORING(1966)

fig. 12 - Comparaison des pollenospores du Nord de la France avec ceux d'Allemagne et des Pays-Bas au Jurassique. aucune forme caractéristique du Trias terminal et du Lias basal n'a été observée. Nous n'avons en effet relevé aucune de ces formes (*Riciisporites*, Ovaloppollis, Triancoraesporites, Rhaetipollis).

La présence de *Tsugaepollenites mesozoicus* dans les niveaux les plus inférieurs apporte un âge maximum Sinémurien (SCHULZ, 1967), alors que l'apparition de *Ischyosporites variegatus* au sommet de notre sous-zone Ia pourrait caractériser le Pliensbachien terminal (SCHULZ, 1967).

D'autre part, notre sous-zone Ia semble correspondre à la zone V définie par HERNGREEN & de BOER (1974, p. 348) en Hollande, datée Pliensbachien supérieur. En effet, elles présentent toutes deux des pourcentages élevés de *Classopollis*. Il semble donc que les niveaux de la base du sondage APO I bis soient d'âge pliensbachien inférieur à pliensbachien supérieur.

De même, la zone VII des auteurs hollandais (Bajocien supérieur à Bathonien inférieur) (HERNGREEN & de BOER, 1974, p. 348) correspond au sommet de notre zone II (Bajocien moyen-supérieur à Bathonien) avec le début des pourcentages importants du groupe *Callialasporites*.

Certains taxons présentent des décalages plus ou moins importants de leur extension stratigraphique, selon les régions.

- Lycospora salebrosacca, que nous ne trouvons qu'à partir du Toarcien, est présente dès le Rhétien en Allemagne, où elle s'éteint au Bajocien moyen. Dans le sondage APO I bis, nous la trouvons jusqu'au Bathonien, alors qu'elle est absente à Vermandovillers. En Hollande, un seul exemplaire de cette forme a été déterminé dans le Bajocien moyen.

- Circularesporites cerebroîdes, qui marque la limite Lias-Dogger dans notre étude, a été déterminée principalement durant le Sinémurien en Hollande.

- Les formes à bacules *Neoraistrickia truncata* et *Raistrickia* brevitruncatus apparaissent à la base du Bajocien dans le Nord de la France, alors qu'elles sont présentes dès le Toarcien supérieur et dès l'Aalénien en Hollande. Ces extensions réduites dans le Boulonnais indiquent peut-être une lacune de l'Aalénien dans cette région, confirmant ainsi les tendances régressives durant cette période ( MEGNIEN & al, 1980 ).

- *Gleicheniidites conspiciendus*, non signalée en Hollande, est présente en Allemagne jusqu'au sommet du Callovien, alors qu'elle s'éteint à la base de cet étage dans nos sondages.

- Staplinisporites rotalis apparaît à l'Oxfordien inférieur en France et en Allemagne.

En conclusion, si cette comparaison nous a conduit à préciser l'âge des sédiments liasiques dans le Nord de la France (Boulonnais) elle laisse cependant persister quelques incertitudes que l'étude d'un nombre plus important d'échantillons permettrait de lever. Les études palynologiques concernant le Lias restent fragmentaires, bien que celles entreprises depuis peu par les auteurs hollandais (VAN ERVE, 1977, 1978; SCHUURMAN, 1979) permettront certainement une meilleure connaissance de la Palynologie de cette série.

> B) <u>COMPARAISON AVEC LES DINOFLAGELLES DU JURASSIQUE EN EUROPE</u> (fig. 13).

RAYNAUD (1978) a étudié les dinoflagellés du Jurassique supérieur d'Europe du Nord à partir d'échantillons provenant de coupes de terrain en Grande-Bretagne et de sondages pétroliers en mer du Nord.

SARJEANT (1979) a effectué la compilation de nombreux travaux concernant les dinoflagellés du Jurassique moyen et supérieur d'Europe (Grande-Bretagne, France, Allemagne, Pologne, Autriche, Bulgarie, Danemark).

Les assemblages observés au cours de notre étude se sont révélés proches, par leur composition générale, de ceux observés aux mêmes époques dans le reste de l'Europe (SARJEANT, 1979).

- Du Lias au Bathonien moyen, les dinoflagellés sont très rares dans les préparations palynologiques (quelques *Ctenidodinium* et *Pareodinia*). BAJOCIEN BATHONIEN CALLOV. OXFORDIEN KIMMERIDG. AGE in f TAXONS in Mo şnb -PAREODINIA CERATOPHORA E -SENSUTIDINIUM VILLERSENSE -GONYAULACYSTA JURASSICA ..... \*\*\*\*\* -ADNATOSPHAERIDIUM AEMULUM ATTICK TO THE PARTY OF THE PART 177 -SYSTEMATOPHORA VALENSII C ..... -COMPOSITOSPHAERIDIUM POLONICUM -WANEA FIMBRIATA UDT -GONYAULACYSTA SCARBURGHENSIS and and a -STEPHANOLYTRON SPP ...... -SENSUTIDINIUM PILOSUM 100.00 -SCRINIODINIUM LURIDUM **F**..... SYSTEMATOPHORA AREOLATA annun Qetreser. -SENONIASPHAERA JURASSICA SARJEANT 1979 RAYNAUD 1978 PRESENTE ETUDE

fig. 13- Comparaison des dinoflagellés du Nord de la France avec ceux d'Europe au Jurassique.

- Du Bathonien supérieur au Callovien inférieur, ils commencent à se diversifier avec en particulier des formes proximates à archaeopyle apical (Meiourogonyaulax, Chytroeisphaeridia, Sensutidinium).

- Du Callovien moyen à l'Oxfordien inférieur, on assiste à l'explosion du groupe avec de nombreuses apparitions, en particulier les formes à appendices complexes (Adnatosphaeridium, Systematophora, Compositosphaeridium), le groupe Gonyaulacysta, les kystes cavates à archaeopyle précingulaire (Scriniodinium).

- A partir de l'Oxfordien moyen, les assemblages sont moins diversifiés. Les apparitions sont plus rares et, d'une manière générale, les formes sont moins abondantes. Jusqu'au Kimméridgien Gonyaulacysta jurassica demeure commune ainsi que Systematophora et Sensutidinium. Stephanolytron est toujours présente. Durant le Kimméridgien, les assemblages s'appauvrissent (disparitions de Adnatosphaeridium aemulum, Scriniodinium luridum...).

Si certains taxons rencontrés au cours de notre étude montrent des extensions proches de celles observées dans le reste de l'Europe (Gonyaulacysta jurassica, Adnatosphaeridium aemulum, Systematophora valensii), d'autres présentent un décalage et apparaissent plus tôt dans le Nord de la France. Ceci est particulièrement net à la limite Callovien-Oxfordien. Celle-ci est bien définie dans nos sondages (APO 1 bis et Vermandovillers) par la présence de Wanea fimbriata. On constate que Gonyaulacysta scarburghensis, Stephanolytron, Scriniodinium luridum et Sensutidinium pilosum n'apparaissent qu'à ce niveau alors qu'on les rencontre en Europe (et en particulier en Grande-Bretagne et en Mer du Nord) dès le Callovien supérieur et parfois dès le Callovien inférieur. Il s'agit là d'une observation importante que des études plus détaillées et portant sur un nombre plus important de sondages permettraient de confirmer.

Par contre, *Systematophora areolata* apparaît dans le Nord de la France dès la base de l'Oxfordien supérieur alors que l'on ne l'observe qu'au Kimméridgien en Grande-Bretagne (RAYNAUD, 1978).

Enfin, il faut noter que certains taxons caractéristiques du reste de l'Europe n'ont pas été observés au cours de notre étude. C'est le cas du genre *Nannoceratopsis*, avec en particulier les espèces *N. spi*culata et *N. gracilis*, caractéristiques du Bajocien.

# C) COMPARAISON AVEC LES DINOFLAGELLES DU CRETACE DU BASSIN PARI-SIEN ET DE L'ILE DE WIGHT (fig. 14).

CLARKE & VERDIER (1967) ont étudié les sédiments d'âge cénomanien à campanien de l'Ile de Wight.

FOUCHER & VERDIER (1976) et FOUCHER (1979) ont effectué une synthèse des données concernant les dinoflagellés des formations albiennes à campaniennes du Bassin de Paris, en se basant sur leurs propres études et sur celles de nombreux auteurs français et anglais.

Seules quelques formes parmi les nombreuses représentées sur leurs tableaux ont été prises en compte car elles sont caractéristiques de nos assemblages.

- D'une manière générale, les taxons décrits par CLARKE & VER-DIER font leur apparition plus haut dans la série stratigraphique à l'Ile de Wight que dans le Bassin Parisien (Cyclonephelium membraniphorum, Senoniasphaera rotundata, Dinogymnium denticulatum, Isabelidinium acuminata, Cordosphaeridium truncigerum).

- De nombreuses formes observées dans nos sondages présentent des extensions stratigraphiques voisines de celles relevées par FOUCHER & VERDIER. C'est le cas de Chlamydophorella nyei, Gonyaulacysta cassidata, Carpodinium obliquistatum, Silicisphaera ferox, Senoniasphaera rotundata, Silicisphaera ? torulasa.

- Cribroperidinium edwarsi, qui n'est présente que dans l'Albien de nos sondages, est observée jusqu'au Sénonien dans le Bassin Parisien et à l'Ile de Wight.

- Litosphaeridium siphoniphorum et Leberidocysta chlamydata, qui s'éteignent au Turonien inférieur à moyen du Nord de la France, sont relevées jusqu'à la limite Turonien-Coniacien dans le Bassin de Paris.

- Cordosphaeridium truncigerum et Spinidinium rhombicum, décrites dès le Turonien terminal par FOUCHER, n'apparaissent dans nos sondages qu'au Coniacien.



fig. 14- Comparaison des dinoflagellés du Nord de la France avec ceux du Bassin Parisien et de l'Ile de Wight.

- Les biozones de Dinogymnium denticulatum, Isabelidinium acuminata, Chatangiella tripartita, Chatangiella madura et Dinogymnium euclaensis, décrites pour la plupart en Australie et caractérisant le Sénonien dans le Nord de la France, n'avaient pas encore été définies précisement dans les formations de même âge du Bassin Parisien. .

## CHAPITRE 6 : CONCLUSIONS

L'étude palynoplanctologique des sédiments jurassiques et crétacés du Nord de la France a porté sur 160 échantillons prélevés dans 5 sondages.

En général, les niveaux étudiés se sont révélés riches en éléments palynologiques. Cependant, si les sédiments d'âge jurassique ont livré à la fois des formes continentales et marines, ceux du crétacé (en particulier à partir du Cénomanien) n'ont montré que très peu de spores et pollens et n'ont pas permis une étude détaillée de ces éléments.

Une zonation palynologique basée essentiellement sur les dinoflagellés et comprenant 9 zones et 11 sous-zones a été établie. Les spores et pollens, étant donné leur grande répartition verticale au Jurassique, n'ont pu être utilisés que comme compléments à la définition des zones et souszones (sauf pour le Lias et le Dogger).

Parmi les zones définies, 5 se rapportent au Jurassique (zones I à V, Sinémurien à Kimméridgien) et 4 au Crétacé (zones VI à IX, Albien à Campanien).

Les corrélations effectuées entre les différents sondages ont montré qu'il n'existait pas de lacunes sauf, peut-être, pour le sondage APO 1 bis à la base du Callovien.

L'étude palynologique a permis de préciser certaines limites d'étages ou de sous-étages, en particulier :

- la limite Callovien-Oxfordien dans le sondage de Vermandovillers,
- la limite Albien supérieur-Vraconien pour les sondages de Wavans et Bellonne,

- la limite Turonien-Sénonien dans le sondage de Bellonne.

- 151 -

L'étude comparée de nos résultats avec ceux obtenus dans les régions voisines (Pays-Bas, Allemagne, Grande-Bretagne, Ile de Wight, ensemble du Bassin Parisien) a montré quelques différences dans l'extension stratigraphique de taxons particuliers. Ainsi, si les assemblages de dinoflagellés du Jurassique des diverses régions sont proches de ceux du Nord de la France, on constate que certains taxons, qui apparaissent dès le Callovien en Europe, ne sont présents qu'à la base de l'Oxfordien dans nos sondages. D'autre part, la comparaison de nos assemblages sporopolliniques du Lias avec ceux d'Allemagne et des Pays-Bas a montré que les niveaux les plus anciens étudiés étaient d'âge pliensbachien et qu'il existait peutêtre une lacune de l'Aalénien dans le Boulonnais.

L'ensemble de ces résultats pourrait être confirmé par l'étude d'un plus grand nombre d'échantillons faisant intervenir de nouveaux sondages.

# **TROISIEME PARTIE**

# **ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE**

fig.15 LEGENDE DES F	IGURES ET TABLEAUX
MINERALOGIE	
CHLORITE	KAOLINITE
ILLITE	VERMICULITE
SMECTITES	ATTA PUL GITE
MINERAUX INTERSTRATIFIES IRREGULIERS	
LITHOLOGIE	
CALCAIRES	ARGILE S
CALC. OOLITHIQUI	SABLES
CALC. MARNEUX	GRES
MARNES	



# CHAPITRE 1 : GENERALITES

#### A) INTRODUCTION.

107 échantillons, répartis sur les cinq sondages concernés, ont été étudiés du point de vue de leur composition minéralogique. Ces échantillons sont les mêmes que ceux qui ont fait l'objet de l'étude palynologique. Ils se répartissent de la façon suivante :

- APO 1 bis : 21 échantillons (Jurassique),
- Vermandovillers : 23 échantillons (Jurassique),
- Wavans : 21 échantillons (6 pour le Jurassique, 15 pour le Crétacé),
- Thivencelles : 25 échantillons (Crétacé),
- Bellonne : 17 échantillons (Crétacé).

Après l'exposé des méthodes d'étude et de quelques généralités sur l'origine des argiles sédimentaires, les assemblages minéralogiques argileux seront décrits sondage par sondage avec, à chaque fois, des commentaires et des interprétations. Nous essayerons d'en tirer des conclusions sur un plan plus régional, avant d'aborder les tentatives de corrélations entre données minéralogiques et palynoplanctologiques.

B) TECHNIQUES D'ETUDE.

#### 1) Préparation des échantillons.

La technique utilisée a été, dans la mesure où la quantité d'échantillon le permettait, celle des pâtes orientées. Les échantillons sont broyés, décalcifiés à l'acide chlorhydrique N/10, puis défloculés par centrifugations et mixage. La fraction inférieure à deux microns est isolée par sédimentation et centrifugée à 3 500 tours/minute pendant 40 minutes. Le culot obtenu est homogénéisé à la spatule et étendu en pâte sur une lame rainurée en son centre. Deux lames sont préparées pour chaque échantillon.

Si la matière disponible dans la fraction inférieure à deux microns est insuffisante, on effectue alors un aggrégat orienté en la déposant en goutte sur une lame de verre et en laissant sécher. Le risque d'une telle préparation est de permettre des tris minéralogiques au cours du séchage.

#### 2) Analyse par diffraction des rayons X.

Les pâtes ou aggrégats orientés obtenus sont soumis à l'action des rayons X au moyen d'un diffractomètre Philips PW 1730 à anticathode de cuivre, avec une vitesse de rotation du goniomètre de l° $\vartheta$ /minute.

La première lame est passée à deux reprises : la première fois sans traitement, la deuxième fois après avoir été saturée pendant 12 heures à l'éthylène-glycol. La deuxième lame est chauffée à 490° pendant 2 heures, puis analysée à son tour. L'éthylène-glycol a la propriété de faire gonfler certains minéraux argileux au niveau de leurs espaces interfoliaires, alors que le chauffage provoque leur "écrasement" ou en fait disparaître d'autres ayant des réflexions superposées à celles d'argiles stables.

On obtient donc trois diagrammes de diffraction qui vont permettre une estimation semi-quantitative des proportions des différents minéraux argileux. Cette estimation tient compte de la hauteur et de la surface des pics correspondant à la raie basale (001) de chaque minéral argileux. L'illite, la chlorite et la vermiculite sont utilisées comme minéraux de référence. Par comparaison à ces trois minéraux, la smectite, les minéraux interstratifiés irréguliers et les argiles fibreuses subissent une correction positive (1,5 à 2,5), alors qu'au contraire, la kaolinite, bien cristallisée, subit une correction négative (1/2 à 1/3). L'examen des réflexions basales a lieu de préférence sur le diagramme relatif à l'échantillon glycolé. Le diagramme relatif à l'essai chauffé

- 156 -

permet essentiellement de séparer kaolinite, chlorite, vermiculite, ainsi que certains interstratifiés irréguliers. Les estimations sont données de 5% en 5%, avec une erreur relative moyenne de 5% environ<sup>\*</sup>.

Les minéraux associés aux minéraux argileux (quartz, feldspaths, goethite, opale, zéolites, gypse) sont notés comme abondants, communs ou rares.

Par ailleurs, on exprime l'état de la cristallinité de l'illite et de la smectite de la manière suivante :

- <u>cristallinité de l'illite</u> : largeur en  $1/10^{\circ}$  de la réflexion basale de l'illite à 10Å, mesurée à mi-hauteur au-dessus du bruit de fond reconstitué, sur le diagramme de l'essai glycolé,

- cristallinité de la smectite : angle d'ouverture du pic à 18Å, mesuré sur le diagramme de l'essai glycolé.

### 3) Analyse par microscopie électronique à transmission.

Cette analyse permet d'observer l'état morphologique des minéraux argileux et de confirmer ou non la présence d'argiles fibreuses dont on soupçonnait l'existence sur le diagramme de rayons X. Cette étude a concerné un nombre réduit d'échantillons (Pl. VIII).

Les préparations sont effectuées de la manière suivante :

- prélèvement de la fraction argileuse inférieure à 4 ou 8 microns de l'échantillon décalcifié,

- dispersion de quelques gouttes de cette suspension dans une solution de butylamine tertiaire au 1/500,

- dépôt d'une goutte de la suspension diluée sur une grille de cuivre recouverte au préalable d'un film de collodion déposé par décantation,

- évaporation.

C) ORIGINE DES MINERAUX ARGILEUX DES SEDIMENTS MARINS.

La fraction argileuse des sédiments étudiés a livré les espèces minéralogiques suivantes :

<sup>\*</sup> Les espèces argileuses à l'état de traces ne sont donc pas représentées sur les tableaux de résultats.

- Chlorite,
- Illite,

- Minéraux interstratifiés irréguliers :

Illite-smectite, Illite-vermiculite, Chlorite-smectite,

Chlorite-vermiculite,

### Vermiculite-smectite,

- Vermiculite,

- Smectites,

- Kaolinite,

- Attapulgite (ou Palygorskite),
- Sépiolite.

Selon MILLOT (1964), les sédiments argileux marins peuvent être produits par 3 mécanismes au cours de la sédimentation et de la diagenèse :

- l'héritage, qui est le prénomène le plus important. Les minéraux sont dans ce cas issus du continent, soit par l'érosion des roches, soit à partir des produits d'altération du continent, soit à partir des néoformations de la pédogenèse (sols),

- les transformations, mécanismes donnant naissance à de nouvelles associations minérales par réarrangement structural de minéraux préexistants,

- les néoformations, à partir de solutions ioniques et dans des conditions particulières de chimisme.

Nous verrons par la suite (Chap. 2) que les associations minérales argileuses étudiées n'ont pas montré de relation avec la lithologie et que, par ailleurs, elles n'ont pas subi de diagenèse appréciable avec l'enfouissement. L'ensemble de ces observations plaide pour une origine essentiellement détritique des minéraux argileux observés. Ceux-ci pourront donc servir de témoins des conditions régnant, au moment de leur formation, sur le continent proche du milieu de dépôt (climat, tectonique, paléogéographie).

Examinons brièvement, afin de disposer d'une méthode de travail, comment se forment à terre les principales argiles susceptibles d'alimenter la sédimentation. L'origine et les conditions de formations de ces argiles ont été principalement définies par MILLOT (1964). \* Les périodes de stabilité tectonique sous climat chaud et humide favorisent la formation de smectites et kaolinite pédogénétiques. Les topographies peu déclives permettent la production des smectites dans la partie aval mal drainée des bassins versants, lorsque la pluviosité présente des contrastes saisonniers suffisamment marqués. La kaolinite est davantage formée dans la partie amont bien drainée, à pentes bien marquées, de préférence là où la pluviosité est régulièrement répartie tout au long de l'année. Le transport des minéraux vers l'océan est plus facile pour les smectites formées à l'aval que pour les kaolinites nées en moyenne dans des sols plus éloignés du bassin de sédimentation.

En ce qui concerne la mécanique de dépôt de ces deux minéraux, la kaolinite, souvent plus grande et plus facile à floculer, peut sédimenter dans des fonds soumis à une certaine agitation des eaux : zones côtières, zones à dépôts bioclastiques et à courants notables. En revanche, la smectite, beaucoup plus petite et difficilement floculable, est préférentiellement transportée au large ou dans des fonds calmes. Elle se dépose lentement par décantation dans des faciès souvent fins (CHAMLEY & MASSE, 1975).

\* Les périodes à climat froid et humide, ou à climat très sec indépendamment de la température, s'opposent au développement des sols car l'hydrolyse ne peut pas s'effectuer à grande échelle. Les roches cristallines et cristallophylliennes, altérées de manière purement physique, conduisent à l'érosion de minéraux argileux primaires, illite et chlorite principalement. La production de ces espèces minérales est encore favorisée par un rajeunissement tectonique qui contrarie, quel que soit le climat, le développement des sols. Lorsque ce rajeunissement intervient sur des paysages précédemment évolués, il conduit à la production simultanée de minéraux primaires (illite, chlorite), de smectites et/ou de kaolinite : l'érosion active affecte à la fois les parties superficielles et profondes situées à l'aval et/ou à l'amont des bassins versants. En même temps peuvent être offerts à l'érosion puis à la sédimentation les minéraux variés des roches sédimentaires antérieures. D'une manière générale, l'instabilité tectonique se traduit par une diversification des espèces minérales terrigènes. Les sédiments de l'Atlantique Nord montrent au Mésozoïque supérieur de telles associations. Les périodes d'instabilité tectonique durant lesquelles elles se sont déposées correspondent aux différentes étapes de l'ouverture de l'Océan Atlantique Nord (CHAMLEY, 1979).

- 159 -

\* Les minéraux interstratifiés irréguliers sont la plupart du temps associés aux minéraux primaires (illite et chlorite), de l'altération desquels ils procèdent souvent. Ce sont des minéraux dits d'altération ménagée (MILLOT, 1964). Ils se forment soit sous des climats tempérés humides, soit à la base des profils pédologiques lorsque les conditions sont plus hydrolysantes. Ils peuvent donner naissance à de la vermiculite lorsque les conditions d'hydrolyse sont plus sévères.

\* Les argiles fibreuses (sépiolite, attapulgite) ont été principalement formées dans des bassins péri-marins confinés (CHAMLEY, 1979) soumis à de fortes évaporations sous climat chaud à humidité contrastée (MILLOT, 1964) et souvent sous régime transgressif. Parfois aussi, elles sont liées à des croûtes pédologiques dans des conditions comparables de climat. Leur association avec les minéraux primaires marque une reprise importante de l'érosion.

\* En ce qui concerne les minéraux associés aux minéraux argileux, certains ont une origine détritique (quartz, feldspaths, goethite), alors que d'autres résultent d'une influence locale de la diagenèse (zéolites du groupe de la clinoptilolite, pyrite, opale-cristobalite tridymite (C.T.).

# CHAPITRE 2 : RESULTATS - COMMENTAIRES

#### A) SONDAGE APO 1 bis.

21 échantillons prélevés dans la série jurassique (Lias à Kimméridgien) ont été étudiés. Les associations argileuses observées ont, dans l'ensemble, montré une grande variété minéralogique.

1) Résultats (fig. 16).

Les assemblages argileux des marnes, argiles et grès argileux du Lias sont constitués de kaolinite en quantités importantes et de minéraux primaires, accompagnés de minéraux interstratifiés irréguliers en traces (illite-smectite, illite-vermiculite, chlorite-vermiculite). Le quartz est commun.

La séquence carbonatée du Dogger (Bajocien à Callovien basal) présente les mêmes associations que précédemment avec des minéraux primaires (chlorite : 5 à 10%, illite : 15 à 60%), de la kaolinite (25 à 35%) et des minéraux interstratifiés irréguliers variés (15% au maximum). Il faut noter la présence de vermiculite dans un niveau du Bathonien inférieur.

Les cortèges de la séquence marno-calcaire du Jurassique moyen à supérieur (Callovien inférieur à moyen à Kimméridgien) sont marqués par la présence de smectites mal cristallisées et en quantités variables (24% en moyenne). Les minéraux primaires demeurent importants puisque l'illite est l'espèce la plus abondante (38% en moyenne) alors que la chlorite est toujours présente (5% en moyenne). On note la kaolinite dans tous les échantillons, mais en quantité moins importante qu'à la base du sondage (28% en moyenne). Le quartz reste commun à abondant. Il est accompagné de feldspaths et d'opale rare et épisodique.



fig. 16- APO 1 bis: Minéralogie de la fraction sédimentaire argileuse.

(BUS)

#### 2) Commentaires.

Il existe une relation d'ordre général entre lithologie et minéralogie. En effet, les sédiments à dominante carbonatée sont caractérisés par les minéraux primaires et dérivés ainsi que par la kaolinite, alors que les sédiments marneux à marno-calcaires contiennent en outre des smectites. Cette relation n'existe toutefois pas dans le détail. Ainsi la kaolinite représente 85% de l'association argileuse dans un grès argileux du Lias et 80% dans un calcaire oolithique du Bajocien moyen. La smectite, quant à elle, constitue 75% de la fraction argileuse d'une marne grisclair de l'Oxfordien supérieur alors qu'elle est seulement à l'état de traces dans celle d'une marne ligniteuse du Kimméridgien. La relation observée est donc très lâche. Si elle traduit une correspondance globale entre l'apparition des principaux faciès sédimentaires et celle des cortèges argileux successifs, elle montre également l'absence de genèse minérale in situ, qui serait nécessairement étroitement liée aux faciès lithologiques.

D'autre part, aucun phénomène de diagenèse provoqué par l'enfouissement n'a été observé. Si une polarité s'observe du haut vers le bas du forage, elle se produit au bénéfice de la kaolinite, l'une des argiles les moins stables lorsque la diagenèse d'enfouissement intervient (DUNOYER, 1969).

Du Lias à la base du Callovien, les associations sont constituées de minéraux primaires et dérivés associés à la kaolinite. Leur présence concomittante paraît être le résultat d'une érosion active sur le continent, affectant à la fois les roches cristallines (production de minéraux primaires) et la partie amont bien drainée des bassins versants, sous un climat chaud à humidité constante (formation de kaolinite).

Du Callovien inférieur à moyen au Kimméridgien, les minéraux primaires demeurent abondants alors que la kaolinite diminue au profit de la smectite. Celle-ci se forme principalement dans les sols évolués de régions déprimées, mal drainées, dans la partie aval des bassins versants et sous un climat chaud à humidité contrastée. Comme les minéraux primaires sont bien représentés, les conditions d'érosion sur le continent paraissent demeurer actives. Dans ces conditions, l'apparition puis l'augmentation de la smectite ne semblent pas déterminées par un changement des conditions climatiques et tectoniques sur le continent, sous forme d'une pluviosité plus contrastée sur une morphologie moins déclive. Il s'agit de conditions de dépôt différentes de celles qui ont prévalu au Dogger et qui favorisent maintenant la décantation des smectites par rapport aux kaolinites. La cause de ce changement pourrait résider dans un approfondissement du milieu de dépôt ou dans un éloignement du lieu de forage par rapport au littoral jurassique. La smectite, de par sa taille plus petite et sa floculation plus difficile, est plus facilement emmenée dans les fonds de décantation du large que la kaolinite (PORREN-GA, 1967 ; CHAMLEY & MASSE, 1975 ; GIBBS, 1977).

Ces interprétations sont en accord, d'une part avec le passage de faciès clastiques grossiers à des faciès pélagiques de décantation, d'autre part avec l'évolution paléogéographique du Bassin de Paris telle qu'on la connaît actuellement (MEGNIEN & al., 1980). Au Lias, seul le Boulonnais est atteint par la transgression avec des dépôts de type littoral. Du Bajocien à la base du Callovien, la partie septentrionale du Bassin Parisien est occupée par une plate-forme carbonatée située le long du Massif ardennais : les dépôts se produisent dans un milieu plus ou moins agité et peu profond. A partir du Callovien moyen à supérieur, les sédiments traduisent un milieu de type plate-forme externe ou bassin avec un accroissement de la sédimentation détritique fine et décantée.

Dès cette époque, et durant l'Oxfordien, les communications avec le Bassin de Londres sont largement ouvertes. A l'Oxfordien supérieur apparaissent des passées détritiques sableuses témoignant d'une reprise de l'érosion sur les vieux massifs. Le Kimméridgien est marqué par des faciès carbonatés et gréseux, traduisant temporairement une instabilité du milieu de dépôt et une faible profondeur. Au Kimméridgien supérieur, le bassin s'ouvre largement aux influences marines. Dans le Boulonnais, de nombreuses passées détritiques apparaîssent. Ces données coïncident avec les données sédimentologiques et minéralogiques.

Au Jurassique supérieur, les périodes durant lesquelles la smectite diminue (Oxfordien inférieur, sommet de l'Oxfordien moyen, sommet de l'Oxfordien supérieur, Kimméridgien inférieur) au profit de l'illite, de la chlorite et de la kaolinite, pourraient traduire une reprise de l'érosion sur le continent. Cette érosion est liée à une instabilité tectonique, elle-même dépendante de l'élargissement tectonique. ZIEGLER P.A. (1975) définit dans l'histoire de l'Europe du Nord-Ouest 2 phases de rifting concernant, aux mêmes époques, la Mer du nord et l'Océan Atlantique Nord. Il les situe, l'une au Callovien-Oxfordien, l'autre à la limite Jurassique-Crétacé.

#### B) SONDAGE DE VEPMANDOVILLERS.

23 échantillons, prélevés dans la série jurassique (Bajocien à Kimméridgien) ont été étudiés.

1) Résultats (fig. 17).

Les associations argileuses sont très comparables à celles observées pour le sondage APO 1 bis. Les assemblages de la séquence carbonatée, qui s'étend du Bajocien moyen au Callovien basal, sont dominés par la kaolinite (56% en moyenne) et l'illite mal cristallisée (32% en moyenne). La chlorite est absente ou à l'état de traces. Les minéraux interstratifiés irréguliers et la vermiculite apparaissent au Bathonien moyen. Les minéraux associés sont rares et représentés par le quartz et les feldspaths.

La séquence marno-calcaire (Callovien inférieur et moyen à Kimméridgien inférieur) est marquée à sa base par l'apparition de la smectite, dont la proportion augmente fortement par la suite (43% en moyenne). Les pourcentages de kaolinite diminuent notablement (16% en moyenne) alors que l'illite (31% en moyenne) et les minéraux interstratifiés irréguliers demeurent en proportions comparables à celles des séries sous-jacentes. La chlorite est très rare. L'attapulgite est observée en faibles quantités à l'Oxfordien moyen et supérieur. Le quartz, assez abondant, est accompagné de feldspaths et parfois d'opale. D'une manière générale, l'illite et la smectite sont mal cristallisées.

# 2) Commentaires.

Les faits étant comparables, les interprétations sont très proches de celles concernant le sondage APO I bis.

La relation d'ensemble qui existe entre lithologie et minéralogie n'est pas vérifiée dans le détail puisque, par exemple, les marnes et calcaires marneux de l'Oxfordien inférieur ont livré, en ce qui concerne leur fraction argileuse, 85% de smectite à 511,50 m et seulement 10% à 483,15 m. On en déduit une correspondance dans les conditions de dépôt des composants sédimentaires dominants et des phases argileuses,





fig. 17- <u>VERMANDOVILLERS</u>: Minéralogie de la fraction sédimentaire argileuse.

ainsi qu'une absence de genèse argileuse in situ, liée au milieu de dépôt ou à l'enfouissement.

Les associations de la séquence carbonatée du Bajocien au Callovien basal évoquent une érosion active à terre, se produisant sous un climat chaud et humide et affectant à la fois les roches cristallines et les sols plus ou moins évolués les recouvrant ; on en déduit des pentes moyennement déclives, et la proximité relative des terres émergées.

Du Callovien inférieur au Kimméridgien, il semble que les conditions climatiques et morphologiques restent sensiblement les mêmes : la présence puis l'accroissement des smectites dans les sédiments marins paraissent dues essentiellement au développement des processus de décantation, permis par un approfondissement du milieu de dépôt et/ou à éloignement relatif du domaine continental. Les périodes marquées par une reprise de l'apport des minéraux primaires, des minéraux interstratifiés irréguliers, de la kaolinite et de l'attapulgite traduiraient des réajustements tectoniques mineurs sur le continent nourricier.

### C) SONDAGE DE WAVANS.

21 échantillons répartis dans la série jurassique (6) et dans la série crétacée (15) ont été étudiés.

# 1) Résultats (fig. 18).

- La série jurassique comprend une séquence carbonatée (du Bathonien à la base du Callovien), surmontée de 0,40 m de marnes du Callovien inférieur. Les associations minéralogiques argileuses de la séquence carbonatée sont dominées par les minéraux primaires (illite : 30 à 50% ; chlorite : 5 à 10%) et la kaolinite (30 à 40%) auxquels sont associés des minéraux interstratifiés irréguliers (illite-smectite, illite-vermiculite, chlorite-smectite, chlorite-vermiculite) (10 à 15%). La smectite apparaît au sommet de la séquence carbonatée puis est largement représentée dans les marnes sus-jacentes : dans ces niveaux la chlorite a disparu. Il faut noter que l'illite et la smectite sont mal cristallisées. Les minéraux associés non argileux sont le quartz, les feldspaths et l'opale (plus du gypse abondant dans le dernier échantillon du Jurassique).



fig. 18- <u>WAVANS</u>: Minéralogie de la fraction sédimentaire argileuse.

- 168 -
- La série crétacée (Albien à Turonien) peut être divisée en deux parties :

\* Les associations minéralogiques des sables, argiles, craies marneuses et craies de l'Albien et du Cénomanien inférieur sont largement dominées par la smectite bien cristallisée (75 à 90%). L'illite représente 10 à 20% des assemblages, la kaolinite 5% au maximum, la chlorite et les minéraux interstratifiés irréguliers sont à l'état de traces. Le quartz est abondant.

\*Les craies et craies marneuses du Cénomanien supérieur et du Turonien montrent dans leur fraction argileuse une diminution de la cristallinité et de la proportion de la smectite (30% au maximum), liée à une augmentation des teneurs en illite (35 à 45%) et en kaolinite (30 à 50%). Les minéraux interstratifiés irréguliers (illite-smectite, chloritesmectite) sont associés à l'illite, alors que la chlorite est rare. On note la présence de minéraux fibreux (sépiolite et attapulgite) en traces au Cénomanien supérieur. Le quartz demeure commun; il est accompagné de feldspaths et d'opale au Turonien.

#### 2) Commentaires.

L'interprétation des associations argileuses des sédiments d'âge jurassique est identique à celle des sondages de Vermandovillers et APO l bis. Au Bathonien et à la base du Callovien, les roches et les sols paraissent avoir été soumis à une érosion active sous un climat chaud et humide, favorable à l'apport combiné des produits minéraux des roches et des sols bien drainés. L'apparition de la smectite dans les derniers niveaux du Jurassique évoque en revanche un milieu de dépôt plus calme, déterminé par un approfondissement et/ou un éloignement des zones alimentatrices.

Au Crétacé, les assemblages argileux sont, dans l'ensemble, moins diversifiés que ceux du Jurassique. Aucune relation n'existe entre la minéralogie et la lithologie : dans les craies du Cénomanien supérieur, par exemple, la smectite peut constituer de 5% (71 m) à 90% (114 m) de la fraction argileuse ; elle peut également être abondante dans les argiles et sables de l'Albien. Il n'apparaît donc pas d'évolution in situ et les fractions argileuses sont considérées comme détritiques.

A l'Albien et au Cénomanien inférieur, la smectite domine les cortèges argileux et est accompagnée de faibles proportions d'illite et de kaolinite. Ceci rappelle les associations déterminées à la même époque

- 169 -



fig. 19- THIVENCELLES: Minéralogie de la fraction sédimentaire argileuse.



dans la plus grande partie du domaine atlantique et semble indiquer une stabilité tectonique sur les terres émergées, avec des pentes peu déclives. La smectite paraît s'être formée principalement dans la partie aval, mal drainée, des bassins versants, en milieu confiné et sous un climat chaud à humidité contrastée (PAQUET, 1969 ; CHAMLEY, 1979 ; ROBERT & al., 1979).

Au Cénomanien supérieur et au Turonien, la diminution des proportions de smectites au profit de l'illite, des minéraux interstratifiés irréguliers et de la kaolinite peut s'expliquer par un rajeunissement tectonique qui accentue les pentes et l'érosion continentale. Celle-ci affecte à la fois les roches et les sols divers qui les recouvrent. La kaolinite est de ce fait apportée jusqu'au milieu de sédimentation en même temps que les minéraux primaires. Cette hypothèse est appuyée par l'étude des cristallinités de l'illite et de la smectite. Alors qu'elles sont moyennes à bonnes à l'Albien et au Cénomanien inférieur, elles deviennent mauvaises au Cénomanien supérieur et au Turonien, traduisant cette reprise de l'érosion et la dégradation modérée des minéraux argileux présents à la base des profils pédologiques.

#### D) SONDAGE DE THIVENCELLES.

25 échantillons prélevés dans les sédiments de l'Albien au Campanien ont été étudiés.

1) Résultats (fig. 19).

Les marnes de l'Albien supérieur, du Cénomanien et du Turonien inférieur ont leur fraction argileuse dominée par les minéraux primaires (illite : 20 à 60%; chlorite : traces à 10%) et la kaolinite (45% au maximum). La smectite, mal cristallisée, représente au maximum 30% des assemblages. Les minéraux associés sont essentiellement représentés par le quartz et l'opale.

Les associations argileuses des craies marneuses et des craies du Turonien moyen à la base du Sénonien sont largement dominées par la smectite (60 à 80%), l'illite en constituant 20 à 40%. La kaolinite, la chlorite et les minéraux interstratifiés irréguliers ne sont présents qu'à l'état de traces ou en faibles quantités. Le quartz et l'opale sont

- 171 -

abondants, accompagnés de feldspaths et de clinoptilolite (au Turonien supérieur).

On observe un recul modéré de la smectite au profit de la kaolinite (10 à 35%) dans les craies blanches du Coniacien à la base du Campanien. L'illite montre les mêmes proprotions qu'auparavant (15 à 45%). Le quartz demeure abondant. Les craies blanches du sommet du sondage (Campanien) sont de nouveau largement dominées par la smectite (80 à 90%) alors que la kaolinite a pratiquement disparu et que les proportions d'illite diminuent (10 à 15%). Le quartz et les feldspaths sont communs. Il faut cependant isoler de cet ensemble le dernier échantillon du sondage, dont la fraction argileuse est dominée par l'illite très mal cristallisée (65%) et les minéraux interstratifiés irréguliers (20%). On y observe également une grande quantité de clinoptilolite.

#### 2) Commentaires.

De la même façon que pour les sondages précédents, on n'observe pas de relation étroite entre lithologie et minéralogie des argiles. D'une manière générale, la smectite, formée préférentiellement à terre dans des paysages peu déclives, domine les assemblages argileux, et suggère de ce fait une absence de tectonique active. Cette famille minérale provient surtout de bassins côtiers, où sa formation a lieu en milieu confiné, sous un climat moyen chaud à humidité contrastée. Comme pour le sondage de Wavans, il existe des périodes durant lesquelles la smectite régresse au profit des minéraux primaires et dérivés, ainsi que de la kaolinite (Albien supérieur à Turonien inférieur, Turonien supérieur, sommet du Coniacien-Santonien à base du Campanien). Ces périodes paraissent traduire une reprise de l'activité tectonique, provoquant une augmentation de la déclivité des pentes et de l'érosion sur le continent. L'illite et la smectite sont moins bien cristallisées durant ces périodes que durant celles où la smectite domine, par suite probablement de conditions d'altération ménagée et de pédogenèse contrariées par le rajeunissement des reliefs.

#### E) SONDAGE DE BELLONNE.

17 échantillons prélevés dans les sédiments de l'Albien au Sénonien ont été étudiés.



fig. 20- BELLONNE: Minéralogie de la fraction sédimentaire argileuse.

- 173 -

## 1) Résultats (fig. 20).

L'association minéralogique argileuse des marnes noires de l'Albien (l seul échantillon) est constituée principalement d'illite (45%) et de smectite (50%) mal cristallisées.

Les calcaires marneux et les marnes du Cénomanien au Turonien moyen ont livré une fraction argileuse dominée par les minéraux primaires (illite : 40 à 55% ; chlorite : traces à 5%) et la kaolinite (30 à 45%). Les minéraux interstratifiés irréguliers (illite-smectite, illitevermiculite, chlorite-smectite) apparaissent au Turonien ; la vermiculite est présente en faible quantité au Cénomanien et au Turonien inférieur, ainsi que l'attapulgite au Turonien inférieur. La smectite absente à la base, apparaît vers le sommet et représente 5 à 25% des assemblages. L'illite et la smectite sont mal cristallisées. Les minéraux associés aux minéraux argileux sont rares (quartz, goethite, opale).

Du Turonien supérieur au Sénonien, la smectite domine largement les assemblages (85 à 90% si l'on excepte l'échantillon de la base du Sénonien). L'illite constitue 10 à 15% de la fraction argileuse, alors que la chlorite, les minéraux interstratifiés irréguliers et la kaolinite sont absents ou sous forme de traces. L'illite et la smectite sont bien cristallisées. Le quartz et les feldspaths sont communs et accompagnés d'opale plus rare.

L'échantillon de la base du Sénonien a été prélevé dans un banc de "tun" constitué de craie durcie remaniée et conglomeroïde. Sa fraction argileuse contient 60% d'illite et 40% de smectite.

2) Commentaires.

Les associations argileuses du sondage de Bellonne diffèrent de celles des autres sondages d'âge crétacé dans la mesure où elles montrent une période (Cénomanien supérieur à Turonien inférieur) durant laquelle la smectite est pratiquement absente. La fraction argileuse est composée dans ces niveaux principalement d'illite et de kaolinite, de minéraux interstratifiés irréguliers, de chlorite, de vermiculite et d'un peu d'attapulgite. Cette période paraît indiquer, comme dans les autres sondages, une activité tectonique marquée avec une érosion importante et une dégradation des minéraux argileux produits (illite mal cristallisée).

Du Turonien moyen au Sénonien, la smectite domine largement la fraction argileuse et suggère une stabilité tectonique sur le continent avec la production de smectite dans les zones côtières déprimées, mal drainées, sous un climat chaud à humidité contrastée.

## CHAPITRE 3 : CORRELATIONS MINERALOGIQUES ENTRE LES DIFFERENTS SONDAGES

#### A) INTRODUCTION.

Dans l'ensemble, les associations minéralogiques argileuses observées se sont révélées assez diversifiées. D'autre part, elles n'ont montré qu'une relation lâche avec la lithologie et sont indépendantes, dans l'abondance relative et l'état cristallin des espèces identifiées, de la profondeur d'enfouissement. Elles ont donc une origine essentiellement détritique et peuvent de ce fait tenir lieu de témoin des conditions régnant sur le continent proche de leur milieu de dépôt au moment de leur formation.

#### B) LES SERIES JURASSIQUES.

Elles concernent les sondages APO 1 bis, Vermandovillers et la base du sondage de Wavans.

Les associations minéralogiques argileuses sont très comparables dans ces 3 sondages. On peut distinguer deux grands ensembles :

1) <u>Du Lias à la base du Callovien</u>, la majeure partie de la fraction argileuse est constituée par les minéraux primaires, les minéraux interstratifiés irréguliers et la kaolinite. Ces associations traduisent, sur le continent, une érosion active affectant des pentes à forte déclivité et se produisant sous un climat chaud, avec une pluviosité marquée par de faibles contrastes saisonniers (MILLOT, 1964). L'altération concerne à la fois les roches cristallines, les roches sédimentaires anciennes et les sols déjà évolués qui les recouvrent. Il faut noter, pour les sondages APO I bis et Wavans, que la chlorite est toujours associée à l'illite et qu'elle représente 5% à 10% de la fraction argileuse. Pour le sondage de Vermandovillers, elle reste rare et seulement présente sous forme de traces : cela peut traduire des particularités locales dans la nature des roches continentales et dans les modalités de l'altération.

On observe également un peu de vermiculite au Bathonien inférieur et à la base du Callovien dans les sondages APO I bis et de Vermandovillers. Celle-ci provient d'une dégradation un peu plus accentuée des minéraux simples que ce qu'indiquent les interstratifiés irréguliers, et peut refléter des conditions d'hydrolyse légèrement plus favorables durant ces périodes.

2) <u>Du Callovien inférieur à moyen au Kimméridgien</u>, on observe, associée aux espèces précédentes, de la smectite. Sa présence, grossièrement en rapport avec le développement des dépôts marins du large, semble être plutôt due à un approfondissement du milieu de sédimentation et/ ou à un éloignement de la ligne de rivage qu'à des changements majeurs des conditions climatiques sur le continent. A cette évolution morphologique et bathymétrique sous-marine pourrait en outre correspondre à terre une atténuation des reliefs à la suite de l'érosion affectant des paysages stables. Ceci aurait favorisé la naissance pédologique des minéraux de milieux mal drainés. On relève quelques différences entre les deux sondages (APO 1 bis et Vermandovillers) :

\* La chlorite, déjà présente à APO 1 bis de manière significative durant le Dogger, l'est toujours au Jurassique supérieur. En revanche, à Vermandovillers, elle reste pratiquement toujours à l'état de traces, sauf au sommet du sondage (Kimméridgien inférieur) où son augmentation est liée à celle de l'illite. Ceci pourrait être dû à plusieurs phénomènes : nature différente des roches-mères, conditions d'altération différentes (la chlorite s'altère par hydrolyse un peu plus facilement que l'illite ; MILLOT, 1964) ou encore conditions de sédimentation différentes (la chlorite, en arrivant en mer, se dépose généralement plus tôt que l'illite ; CHAMLEY, 1971).

- 178 -

\* La smectite représente en moyenne 43% des assemblages argileux à Vermandovillers et seulement 24% au site APO 1 bis. Cette observation plaide en faveur d'un milieu de sédimentation plus profond ou plus ou moins propice aux décantations à Vermandovillers que dans le Boulonnais durant le Jurassique supérieur. En effet, de part sa petite taille et sa floculation difficile, la smectite est préférentiellement transportée au large par rapport à la kaolinite (PORRENGA, 1967 ; CHAMLEY & MASSE, 1975 ; GIBBS, 1977). Ceci peut également expliquer l'absence de chlorite à Vermandovillers, qui serait donc essentiellement due à son dépôt avant d'arriver au site du sondage.

Enfin, durant cette période, on observe des épisodes pour lesquels les proportions de minéraux primaires et de kaolinite augmentent au détriment de celles de la smectite. Ces épisodes traduisent une reprise de l'activité tectonique sur le continent, conduisant à une accentuation des reliefs côtiers, une érosion plus vive, voire un rapprochement de la ligne de rivage.

#### C) LES SERIES CRETACEES.

Elles concernent les sondages de Wavans (partie supérieure), Bellonne et Thivencelles.

D'une manière générale la smectite est plus abondante au Crétacé qu'au Jurassique. On peut dire qu'il existe dans les assemblages argileux des séries crétacées un "fond continu" constitué de 10% à 40% d'illite, 0% à 5% de kaolinite et 60% à 90% de smectite. Cette prépondérance de la smectite qui, d'après les informations bibliographiques, est d'origine essentiellement détritique dans l'Atlantique à cette époque (CHAMLEY, 1979) suggère qu'il existe sur le continent une stabilité tectonique et des pentes peu déclives. Ces conditions permettent la formation pédologique du minéral dans des bassins côtiers confinés et mal drainés. Son développement massif à terre suppose des températures élevées et un régime pluviométrique très contrasté (PAQUET, 1969).

Ce "fond continu" est interrompu, dans les trois régions correspondant aux sondages, par des venues importantes de minéraux primaires et de kaolinite. Ces épisodes traduisent certainement une reprise de l'activité tectonique conduisant à un rajeunissement des reliefs et une recrudescence de l'érosion, à l'image de ce que l'on observe durant le Crétacé au large des marges atlantiques. On distingue deux épisodes principaux suggérant une telle instabilité structurale :

\* Du Cénomanien supérieur au Turonien moyen (sondages de Wavans et Bellonne), l'activité tectonique paraît importante puisque la smectite a pratiquement disparu dans le sondage de Bellonne. En ce qui concerne le sondage de Thivencelles, cet épisode semble débuter dès l'Albien terminal (bien que le premier échantillon du Cénomanien soit dépourvu de Kaolinite) pour s'arrêter au sommet du Turonien inférieur.

\* Du sommet du Coniacien-Santonien à la base du Campanien (sondage de Thivencelles) se produit un épisode apparemment moins important puisque la smectite constitue encore en moyenne 46% des assemblages argileux.

## QUATRIEME PARTIE

# CORRÉLATIONS ENTRE LES RÉSULTATS PALYNOLOGIQUES ET SÉDIMENTOLOGIQUES

## CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Il est intéressant de voir s'il existe des relations entre les données apportées par l'étude de la fraction argileuse des sédiments et leur contenu palynologique. En effet, nous avons observé, au cours de la 3ème partie de cette étude, que la majeure partie des minéraux argileux présents dans le milieu de sédimentation est d'origine détritique. Si les éléments marins (dinoflagellés, acritarches et microforaminifères chitineux) contenus dans les sédiments étudiés sont autochtones, les spores et grains de pollen proviennent, comme la fraction argileuse, du continent. Cette origine continentale commune aux deux groupes de composants sédimentaires peut, à priori, présenter des variations parallèles susceptibles d'être expliquées par des arguments convergents.

Les figures 21, 22, 23, 25, 26 représentent les données utilisées dans le cadre de cette étude. Pour chaque sondage, nous avons figuré en regard de la lithologie :

- la composition des associations minéralogiques argileuses,
- les fréquences relatives des grands groupes palynologiques :
  - . spores et pollens, éléments continentaux,
  - . dinoflagellés et acritarches, éléments marins,
  - . microforaminifères chitineux, éléments marins,
- pour les sondages concernant le Jurassique (APO 1 bis, Vermandovillers, base du sondage de Wavans), les fréquences relatives des grands groupes de spores et pollens :
  - . spores
  - . pollens disaccates,
  - . petits pollens (de taille inférieure à 40 microns),
  - . grands pollens (de taille supérieure à 40 microns),
- une estimation de la richesse des préparations palynologiques en éléments marins et continentaux,

- une représentation schématique de la nature des éléments autres que les microfossiles observés sur les lames palynologiques.
  Ces éléments peuvent être :
  - de la matière organique ligneuse d'origine continentale (débris de tissus vasculaires, trachéides, fibres ligneuses, épidermes, cuticules),
  - de la matière organique dite sapropélique d'origine incertaine, mais probablement végétale, se présentant sous forme de poussières, grumeaux ou flocons.

## CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION

#### REMARQUE PRELIMINAIRE.

On constate que les assemblages palynologiques du Lias au Bathonien montrent de faibles pourcentages en éléments marins (fig. 21, 22, 23). Ces éléments sont essentiellement constitués par des acritarches du type *Michrystidium*. Le groupe des dinoflagellés ne se diversifie et ne devient vraiment abondant qu'à partir du Callovien. Donc, en ce qui concerne les sondages recoupant les sédiments jurassiques, les fréquences relatives des grands groupes palynologiques ne sont vraiment significatives qu'à partir du Callovien.

- A) LES SERIES JURASSIQUES.
- Relations entre la minéralogie de la fraction argileuse et les fréquences des grands groupes palynologiques.

Il existe une relation d'ordre général entre les proportions de smectite et celles des dinoflagellés. La smectite apparaît au Callovien inférieur à moyen. D'une manière générale, elle est plus abondante dans le sondage de Vermandovillers (fig. 22) (43% en moyenne) que dans le sondage APO ! bis (fig. 21) (24% en moyenne). On observe les mêmes phénomènes en ce qui concerne les proportions des dinoflagellés, éléments marins.

Si, d'une manière générale, ils se diversifient et deviennent abondants à partir du Bathonien supérieur-Callovien inférieur, on constate qu'ils représentent en moyenne 42% des assemblages palynologiques dans le sondage de Vermandovillers et seulement 31% dans le sondage APO 1 bis.



fig. 21- <u>APO I bis</u>: Corrélations entre les résultats palynologiques et minéralogiques.

Ces observations permettent de confirmer les interprétations déduites de l'étude sédimentologique. En effet, nous avons avancé (3ème partie) que les proportions plus importantes de smectite à Vermandovillers pouvaient indiquer, pour le site de ce sondage, et durant le Jurassique supérieur, un milieu de sédimentation plus profond et/ou une ligne de rivage plus éloignée que pour le site du sondage APO I bis : ceci revient à proposer l'existence d'un milieu à cachet marin plus marqué, plus favorable aux décantations à Vermandovillers. L'étude de la répartition des dinoflagellés et acritarches conduit à la même conclusion : les fréquences moins élevées, en moyenne, de ces organismes à APO I bis peuvent indiquer non pas leur production moins importante au niveau du lieu de sédimentation (selon TRAVERSE & GINSBURG, 1966, les dinoflagellés ne sont pas caractéristiques d'un milieu marin profond), mais plutôt un apport plus important d'éléments organiques continentaux provoquant une dilution relative des organismes marins dans le résidu palynologique.

L'étude de la répartition des microforaminifères chitineux apporte également quelques informations sur la région du Nord de la France durant le Jurassique. Selon REYRE (1973) "la fréquence relative des Microforaminifères exprime le caractère marin d'une série ; elle est inversement proportionnelle à l'influence "terrestre" parvenue dans ce milieu marin". On constate que ces organismes, très rares du Lias au Callovien inférieur, deviennent plus abondants à partir du Callovien supérieur. A Vermandovillers (fig. 22) ils représentent en moyenne 13% des assemblages palynologiques du Callovien supérieur à l'Oxfordien moyen ; puis ils redeviennent très rares par la suite. A APO 1 bis (fig. 21), bien que présents du Callovien supérieur au Kimméridgien, ils sont en général moins abondants (7,3% en moyenne) et n'atteignent jamais 20% (alors qu'à Vermandovillers, on note des pourcentages voisins de 25% au sommet de l'Oxfordien inférieur). Ces phénomènes, moins nets que ceux décrits précédemment, traduisent cependant, et au moins pour une période allant du Callovien supérieur à l'Oxfordien moyen, des apports continentaux plus importants au site de APO I bis qu'à celui de Vermandovillers. Il y a là une nouvelle convergence entre les données de la palynologie et celles de la sédimentologie.

D'autre part, les périodes du Jurassique supérieur, durant lesquelles les venues d'illite, de chlorite, de minéraux interstratifiés ir-



fig. 22- <u>VERMANDOVILLERS</u>:Corrélations entre les résultats palynologiques et minéralogiques.

réguliers et de kaolinite augmentent correspondent, en général, aux pourcentages les plus élevés d'éléments continentaux (spores et pollens). Cette relation, bien vérifiée pour le sondage de Vermandovillers, est beaucoup moins nette à APO 1 bis. Ces périodes, attribuées par l'étude sédimentologique à une reprise de l'activité tectonique et de l'érosion sur le continent, pourraient également marquer un rapprochement de la ligne de rivage des sites correspondant aux sondages, favorisant ainsi l'apport de matériel continental (argiles minérales et particules organiques) au milieu de dépôt. A APO 1 bis, la relation moins bonne entre les évènements palynologiques et sédimentologiques peut être due aux perturbations liées à un milieu moins profond au site de ce sondage.

## 2) <u>Relations entre la minéralogie de la fraction argileuse et</u> les fréquences des grands groupes de spores et pollens.

a) Généralités.

Les spores et grains de pollen ont été divisés en plusieurs groupes :

- les spores,
- les pollens disaccates,
- les petits pollens (Classopollis, Exesipollenites, Monosulcites, Eucommidites) dont la taille est inférieure à 40 microns,
- les grands pollens (Araucariacites, Perinopollenites; Tsugaepollenites, Callialasporites) dont la taille est supérieure à 40 microns.

L'agent de transport principal des spores est l'eau. Les pollens, quant à eux, sont destinés à atteindre un ovule dans une fleur généralement suspendue. Dans la majorité des cas, ils sont donc transportés par le vent et constituent l'aéroplancton. Ce dernier peut donc arriver directement dans l'aire de sédimentation marine. Il peut également tomber sur le continent où son histoire se confond alors avec celle des spores. Selon GROOT & GROOT (1966), 90% environ des pollens de l'aéroplancton se déposent dans une bande côtière d'à peu près 100 Km de large.

b) Observations.

On constate dans les sédiments jurassiques que les fréquences relatives des spores et pollens disaccates varient peu au cours du temps et



fig. 23- WAVANS: Corrélations entre les résultats palynologiques et minéralogiques.

d'un sondage à l'autre (spores : 17 à 18% en moyenne ; pollens disaccates : 24 à 25% en moyenne). Par contre les petits pollens sont plus abondants à APO 1 bis (25,5% en moyenne) qu'à Vermandovillers (11,5% en moyenne) et ceci au détriment des grands pollens (18% à APO 1 bis et 34% à Vermandovillers). Si on considère que la majorité des petits pollens est amenée au milieu de sédimentation par le vent (REYRE, 1973), leur proportion devrait augmenter lorsque l'on s'éloigne du rivage car les spores et grands pollens, transportés par l'eau, deviennent rares au large et sont sous-représentés par rapport aux éléments anémophiles.

Cette observation est en contradiction avec l'hypothèse émise précédemment, et selon laquelle, durant le Jurassique, le site du sondage de Vermandovillers se trouvait plus au large que celui du sondage APO 1 bis.

Il faut cependant remarquer que les pollens disaccates, destinés eux aussi à être transportés par le vent montrent, en moyenne, des pourcentages très voisins (24 à 25%) dans les sédiments des deux sondages. D'autre part, il est certain que seule l'étude des fréquences absolues (nombre de spécimens par gramme de sédiment) permettrait des interprétations sûres. Quoi qu'il en soit, cette question demeure ouverte.

## <u>Utilisations de la palynologie et de la sédimentologie dans</u> des corrélations stratigraphiques entre sondages.

Il est intéressant de voir si, dans la présente étude, les résultats de la sédimentologie, alliés à ceux de la palynologie, permettent de préciser certaines limites stratigraphiques de nos sondages.

On observe, dans le Jurassique supérieur des sondages APO 1 bis (fig. 21) et Vermandovillers (fig. 22), trois périodes durant lesquelles les proportions de minéraux primaires (chlorite, illite) et de kaolinite augmentent, traduisant sur le continent une reprise probable de l'érosion liée à une instabilité tectonique. Ces épisodes se répartissent de la manière suivante dans nos sondages, en fonction de l'échelle stratigraphique donnée par BONTE (1974, 1978).

#### APO 1 bis

## VERMANDOVILLERS

3) Kimméridgien inférieur

2) Sommet de l'Oxfordien supérieur

1) Sommet de l'Oxfordien moyen

Base de l'Oxfordien supérieur



BUS

tig. 24- Essai de corrélations stratigraphiques indirectes dans le Jurassique supérieur, grâce aux resultats de la palynologie et de la minéralogie.

Les minéraux argileux, de par leur large dispersion et leur absence d'évolution post-sédimentaire appréciable, peuvent servir d'outils pour établir des corrélations stratigraphiques indirectes. Ainsi, CHAM-LEY & al. (1980), ont pu établir, au cours de leur étude minéralogique de deux sondages de l'Atlantique Nord, situés de part et d'autre de la ride médioocéanique, le synchronisme de venues d'argiles fibreuses ou de minéraux primaires dans le milieu de sédimentation au Crétacé et au Paléocène.

On peut considérer que le sondage APO 1 bis est bien daté grâce aux corrélations lithologiques avec la coupe-type du Boulonnais définie dans la même région (BONTE, 1974). La datation des sédiments du sondage de Vermandovillers est moins bien établie, en particulier pour le Jurassique supérieur. Du fait de l'absence de fossiles caractéristiques, seules des corrélations lithologiques plus ou moins précises avec les formations du Boulonnais peuvent être utilisées (BONTE, 1978). L'étude palynologique nous a d'ailleurs permis de préciser la limite Callovien-Oxfordien dans ce sondage (voir 2ème partie).

La figure 24 représente les colonnes stratigraphiques des deux sondages avec, d'une part, l'extension de quelques taxons de dinoflagellés caractéristiques et, d'autre part, la position des épisodes minéralogiques considérés.

- L'épisode argileux (3) du Kimméridgien inférieur n'a pu être corrélé par les données palynologiques du fait de l'absence de marqueurs suffisamment précis.

- L'épisode argileux (2) de l'Oxfordien supérieur est bien marqué dans les deux sondages par l'apparition de Senoniasphaera cf. jurassica.

- L'épisode argileux (1) déterminé au sommet de l'Oxfordien moyen à APO ! bis est attribué à la base de l'Oxfordien supérieur à Vermandovillers, d'après la lithologie. Il y a donc là un décalage peu compréhensible. Compte-tenu du pouvoir de dispersion des argiles en regard de la proximité des sites concernés et des différences lithologiques marquées qui peuvent exister à une même période dans des fonds marins de profondeur modérée, il paraît raisonnable de proposer que la limite Oxfordien moyen-Oxfordien supérieur à Vermandovillers se situe un peu plus haut dans la série (à environ la cote 420 m). Un argument convergent important est fourni par la distribution de *Compositosphaeridium polonicum*. Ce taxon de dinoflagellé s'éteint à la límite Oxfordien moyen-Oxfordien supérieur au site de APO 1 bis alors qu'il subsiste à Vermandovillers si l'on considère la stratigraphie lithologique.



et minéralogiques.



fig. 26- <u>BELLONNE</u> : Corrélations entre les résultats palynologiques et minéralogiques.

Si l'on tient compte de la correction stratigraphique suggérée par la minéralogie des argiles, on aboutit à une plus grande concordance dans la période d'extinction de cette espèce.

Il faut noter que ce sont là des corrélations indirectes à considérer avec précautions. Un échantillonnage plus serré et des informations palynologiques plus complètes auraient certainement permis de les confirmer avec certitude. Cette tentative illustre cependant l'une des voies susceptibles d'être fertiles lorsque l'on compare les données de composants sédimentaires différents bien que l'origines voisines.

#### B) LES SERIES CRETACEES.

Durant le Crétacé, les sédiments étudiés se sont révélés très pauvres en spores et pollens. Au cours de l'Albien (sondage de Wavans, fig. 23) les proportions de pollenospores diminuent progressivement. Au Cénomanien inférieur, elles sont très faibles et, durant tout le Crétacé supérieur, les éléments organiques continentaux ne représentent au maximum que 2% à 3% des assemblages palynologiques (sondage de Thivencelles, fig. 25 ; sondage de Bellonne, fig. 26).

Il est probable que ces pourcentages peu élevés sont dus aux très faibles quantités de matériel terrigène apportées dans le milieu de sédimentation, du fait de l'éloignement du littoral (?) ou des difficultés de l'alluvionnement. Il est possible également que le milieu de transport et de dépôt alcalin qui correspond aux craies du Crétacé supérieur ait détruit une partie de la matière organique d'origine continentale par oxydation. La matière organique ligneuse associée aux éléments figurés est en effet très divisée et carbonisée (Pl. VIII, fig. 6, 7, 8). On note cependant que, d'une part, les faciès marneux plus réducteurs de l'Albien sont plus riches en pollenospores que les craies sus-jacentes et, d'autre part, les dinoflagellés sont en général abondants, parfois très abondants, et bien conservés dans les préparations palynologiques.

Les périodes durant lesquelles les proportions de minéraux primaires et de smectite augmentent reflètent une reprise de l'érosion sur le continent. On constate que cette reprise n'entraîne pas un apport de pollenospores plus important dans le milieu de dépôt, comme cela semblait être le cas durant le Jurassique supérieur (sondage de Vermandovillers, fig. 22). Ce phénomène résulte peut-être d'un éloignement marqué du littoral en liaison avec la diminution des reliefs, qui auraient de cette façon atténué les changements survenus dans la distribution des végétaux terrestres.

## CHAPITRE 3 : CONCLUSIONS

L'étude engagée sur les relations entre les résultats de la palynologie et ceux de la sédimentologie des argiles a montré que les informations apportées par ces deux méthodes pouvaient être complémentaires, à condition d'être utilisées avec précautions.

Lorsque les assemblages palynologiques sont riches en éléments à la fois continentaux et marins, il existe une relation proportionnelle directe entre les pourcentages de dinoflagellés dans l'assemblage palynologique et les pourcentages de smectite dans l'assemblage argileux. L'augmentation des proportions de ces deux éléments traduit l'approfondissement du milieu de dépôt et/ou son éloignement de la ligne de rivage, autrement dit son caractère marin plus affirmé. Les fréquences relatives des microforaminifères chitineux marins confirment plus ou moins cette interprétation puisqu'elles sont maximales en même temps que celles des dinoflagellés.

En général, les périodes dominées par les spores et pollens le sont, dans la fraction argileuse, par les minéraux primaires et la kaolinite, traduisant ainsi une augmentation des apports continentaux à l'aire de sédimentation, elle-même dûe à un rajeunissement tectonique du domaine émergé et peut-être à son rapprochement des lieux de forage.

Aucune relation significative n'a été observée entre les différents groupes de spores et pollens et les composants de la fraction argileuse.

Lorsque les assemblages palynologiques sont très pauvres en éléments continentaux (Crétacé supérieur), on ne constate pas de correspondance entre les grands groupes palynoplanctologiques et les associations minéralogiques argileuses : cela résulte alors de l'origine différente des deux ensembles de composants sédimentaires, et conforte indirectement les données sur la provenance terrestre de l'essentiel des fractions argileuses. Enfin, nous avons vu que la minéralogie argileuse pouvait, en complément à la palynologie, contribuer à établir des corrélations stratigraphiques indirectes. Ainsi, une proposition de précision de la limite Oxfordien moyen-Oxfordien supérieur du sondage de Vermandovillers a été effectuée par l'observation combinée des données palynologiques et minéralogiques.

## CONCLUSIONS GENERALES

Au cours du présent travail, nous avons étudié la répartition stratigraphique de la microflore marine et continentale et des assemblages minéralogiques argileux des sédiments jurassiques et crétacés du Nord de la France afin de tester le degré de corrélation qui peut exister entre ces diverses données et de tenter une reconstitution des paléoenvironnements au Jurassique et au Crétacé.

Cinq sondages ont été analysés : un dans le Boulonnais (APO 1 bis) deux en Picardie (Wavans et Vermandovillers), un dans la région de Douai (Bellonne) et un dans le Hainaut (Thivencelles). 160 échantillons ont fait l'objet d'une étude palynoplanctologique systématique. 107 parmi eux ont été soumis à l'étude minéralogique de leur fraction argileuse, considérée dans un contexte sédimentologique.

L'étude palynologique a conduit à définir 62 genres et 90 espèces de dinoflagellés et acritarches dans le Jurassique et le Crétacé, ainsi que 39 espèces de spores et pollens rapportées à 32 genres, dans le Jurassique uniquement, les sédiments crétacés étant pratiquement dépourvus d'éléments palynologiques continentaux. L'ensemble de ces taxons a permis l'établissement, au point de vue biostratigraphique, d'une zonation palynoplanctologique et régionale, basée principalement sur les dinoflagellés (fig. 27).

Cinq zones et sept sous-zones ont été rapportées au Jurassique :

- Zone I : Lias (Pliensbachien ? à Toarcien moyen supérieur),
- Zone II : Toarcien supérieur-Aalénien à Bathonien,
- Zone III : Callovien,

- Zone IV : Oxfordien inférieur à base de l'Oxfordien supérieur,

- Zone V : Oxfordien terminal à Kimméridgien.





fig. 27- Synthèse des résultats palynologiques et minéralogiques et interprétations.

Quatre zones et quatre sous-zones ont été rapportées au Crétacé : - Zone VI : Albien moyen et supérieur,

- Zone VII : Cénomanien inférieur à Cénomanien moyen-supérieur,
- Zone VIII : Cénomanien terminal à Turonien,
- Zone IX : Sénonien (Coniacien à Campanien inférieur).

Les corrélations entre les différents sondages ont montré qu'il n'existait pas de lacune, sauf à la base du Callovien dans le Boulonnais (sondage APO I bis). Elles ont, d'autre part, permis de préciser certaines limites stratigraphiques dans nos sondages, en particulier :

- La limite Callovien-Oxfordien dans le sondage de Vermandovillers,
- la limite Albien supérieur-Vraconien pour les sondages de Wavans et Bellonne,
- la limite Turonien-Sénonien dans le sondage de Bellonne.

L'étude comparée de nos résultats avec les travaux de même ordre réalisés dans les régions voisines (Allemagne, Pays-Bas, Grande-Bretagne, Ile de Wight, ensemble du Bassin Parisien) a montre des variations de l'extension stratigraphique de taxons particuliers. Ainsi, on constate, d'une manière générale, que les assemblages de dinoflagellés du Jurassique de l'Europe (Grande-Bretagne et Mer du Nord en particulier) sont proches de ceux du Nord de la France, mais que certains taxons qui apparaissent dès le Callovien en Europe, ne sont présents qu'à la base de l'Oxfordien dans nos sondages. D'autre part, la comparaison de nos associations sporopolliniques avec celles d'Allemagne et des Pays-Bas indique que les niveaux les plus anciens étudiés sont d'âge pliensbachien et qu'il existe peut-être une lacune de l'Aalénien dans le Boulonnais. Enfin, nous avons mis en évidence qu'il existait, comme dans le reste de l'Europe, des périodes de renouvellement des taxons de dinoflagellés au Callovien supérieur-Oxfordien inférieur, à l'Albien supérieur et à la base du Sénonien.

L'étude sédimentologique a montré que les minéraux argileux présentent une distribution indépendante de l'enfouissement et de la lithologie. Ils sont donc pour l'essentiel hérités des paysages alluvionnaires de l'époque et peuvent être utilisés comme témoins des paléoenvironnements continentaux et permettent de proposer des réflexions sur l'évolution des milieux de dépôt, des morphologies, du climat et de l'activité tectonique (fig. 27). L'abondance des minéraux primaires (chlorite, illite) et de la kaolinite du Lias à la base du Callovien reflète, sur le continent, une érosion active affectant des pentes à forte déclivité et se produisant sous un climat chaud avec une pluviosité marquée par de faibles contrastes saisonniers.

L'apparition, au sein des assemblages précédents, puis le développement de la smectite, à partir du Callovien inférieur à moyen et durant le Jurassique supérieur, sont attribués à un approfondissement du milieu de dépôt et/ou à un éloignement de la ligne de rivage. A cette évolution marine peut correspondre, sur le continent, une atténuation des reliefs, favorisant la naissance dans les sols de minéraux de milieu mal drainé comme la smectite.

Durant tout le Crétacé, les assemblages argileux sont dominés par la smectite et permettent de penser qu'il existait en moyenne sur le continent une stabilité tectonique générale et des pentes peu élevées. Ces conditions, issues d'un aplanissement morphologique prolongé, ont permis la formation de smectites essentiellement pédogénétiques dans les domaines côtiers confinés et mal drainés, sous un climat chaud à humidité contrastée.

Au cours du Jurassique et du Crétacé paraissent toutefois exister des périodes assez brèves marquées par une instabilité tectonique, comme le suggèrent les venues importantes dans le milieu de sédimentation de minéraux primaires et de kaolinite (sommet de l'Oxfordien moyen, sommet de l'Oxfordien supérieur, base du Kimméridgien, Cénomanien supérieur à Turonien moyen, sommet du Coniacien-Santonien à base du Campanien). Ces épisodes pourraient, comme ailleurs dans l'Atlantique, représenter des réactions des marges aux phases majeures d'ouverture du Bassin Océanique Nord.

La confrontation des données de la Palynologie et de la Sédimentologie a permis de confirmer certaines conclusions apportées par l'étude minéralogique argileuse. Ainsi, on a pu proposer, qu'au cours du Jurassique supérieur, le site du sondage de Vermandovillers se trouvait plus au large que celui du sondage APO 1 bis, comme l'indiquent les pourcentages plus élevés de smectite et de dinoflagellés dans les sédiments du premier.

Par ailleurs, nous avons vu que l'ensemble des données palynologiques et minéralogiques peuvent servir d'outil pour préciser la chronostratigraphie des sondages. Ainsi l'étude simultanée de la répartition de certains épisodes argileux et de certains taxons de dinoflagellés dans les sédiments du Jurassique supérieur a permis d'affiner la limite de l'Oxfordien moyen dans le sondage de Vermandovillers. Parallèlement, les pulsations tectoniques suggérées par ces épisodes argileux riches en minéraux primaires et kaolinite correspondent souvent à un apport plus important de végétaux terrestres dans l'aire de sédimentation. On note cependant que cette relation, pas toujours vérifiée durant le Jurassique, ne l'est plus du tout au Crétacé. Sa cause pourrait en être la très faible quantité d'apports terrigènes dans la sédimentation marneuse et crayeuse de cette époque, rendant très atténué l'écho des évènements survenus sur les terres émergées.

Nous avons tenté, au long de ce mémoire, de souligner quel pouvait être l'intérêt de l'étude combinée de la Palynologie et de la Sédimentologie dans l'étude géologique d'un bassin sédimentaire péricontinental. Il apparaît clairement que ces deux approches, qui s'appliquent à deux groupes de composants sédimentaires d'origines voisines, peuvent se révéler complémentaires. Un travail plus complet, portant sur un nombre plus grand de forages et d'échantillons et incluant notamment les derniers niveaux du Jurassique et les premières assises du Crétacé, permettrait sans aucun doute de donner une représentation à la fois plus générale et plus détaillée de l'histoire du Nord de la France au Secondaire.
BIBLIOGRAPHIE

1 - GEOLOGIE GENERALE ET PALYNOLOGIE

11 - SEDIMENTOLOGIE

-

#### 1 - GEOLOGIE GENERALE ET PALYNOLOGIE

- AGER D.V. et WALLACE P. (1966). The environmental history of the Boulonnais, France. Proc. Geol. Asso., vol. 77, p. 385-418.
- ALBERTI G. (1961).- Zur kenntnis mesozoischer und alttertiarer Dinoflagellaten und Hystrichosphaeriden von Nord - und Mitteldeutschland sowie einigen anderen Europäischen Gebieten. *Palaeontographica*, Abt. A, Bd 116, p. 1-58, Pl. 1-12.
- AMEDRO F., DAMOTTE R., MANIVIT H., ROBASZINSKI F. et SORNAY J. (1978).-Echelles biostratigraphiques dans le Cénomanien du Boulonnais (macromicro-nanno-fossiles). Géologie méditerranéenne, t. 5, nº 1, p. 5-18.
- BALME B.E. (1957).- Spores and pollens grains from the Mesozoic of Western Australia. Comm. Sci. and Indus. Res. Orga., R. T. C. 25, p. 1-49, Pl. 1-11.
- BATTEN D.J. (1974).- Wealden palaeoecology from the distribution of Plant fossils. Proc. Geol. Asso., vol. 85, p. 433-458, Pl. 13.
- BATTEN D.J. (1978).- Early cretaceous to middle Jurassic miospores and palynofacies of the Northwest European continental shelf. Continental Shelf Inst., publ. 100, p. 97-101.
- BATTEN D.J. (1979).- Miospores and other acid-resistant microfossils from the Aptian-Albian of holes 400 A and 402 A, D S D P - I P O D, Leg 48, Bay of Biscay. U.S. Government Printing Office, vol. 48, p. 579-587, Pl. 1-2.
- BOLCHOVITINA N.A. (1953).- Spore-pollen character of Cretaceous deposits of the central provinces of the U.S.S.R. Trans. Inst. Geol. Sci., Acad. Sci. U.S.S.R., 145, Geol. Ser. 61, p. 1-184, 16 Pl.
- BONTE A. (1974).- Lias et Bajocien dans le Boulonnais. Le sondage de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). Ann. Soc. Géol. Nord, t. 94, p. 11-18.
- BONTE A. (1978).- Le Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris d'après les sondages. Ann. Soc. Géol. Nord, t. 98, p. 279-286.

- BONTE A. et LAVEINE J.P. (1962).- Sur la nature et l'âge des sédiments liasiques dans le sous-sol de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). C.R. Acad. Sci., t. 255, p. 2786-2788.
- BRICHE P., DANZE-CORSIN P. et LAVEINE J.P. (1963).- Flore infraliasique du Boulonnais (macro- et microflore). Mém. Soc. Géol. Nord, t. 13, p. 1-143, Pl. 1-11.
- BRENNER G.J. (1963).- The spores and pollens of the Potomac Group of Maryland. Dept. of Geol. Mines and Water Resources, bull. 27, p. 1-215, Pl. 1-43.
- BURGER D. (1966).- Palynology of uppermost Jurassic and lowermost Cretaceous strata in the Eastern Netherlands. Leid. Geol. Mede., vol. 35, p. 216-271, Pl. 1-39.
- CAULIER P. (1974).- Etude des faciès de la craie et de leurs caractéristiques hydrauliques dans la Région du Nord. Thèse de 3e cycle, Lille, p. 1-156.
- CHATEAUNEUF J.J. et REYRE Y. (1974).- Eléments de Palynologie Applications géologiques. Cours de 3e cycle (Sci. de la Terre) à l'Uni. de Genève, 345 p.
- CLARKE R.F.A. et VERDIER J.P. (1967). An investigation of the microplankton assemblages from the chalk of the Isle of Wight. Verh. Kon. Nederl. Akad. Wetensch., Afd. Natu. Eerste Reeks, vol. 24, p. 1-96, Pl. 1-17.
- COMBAZ A. (1964). Les Palynofaciès. Rev. de Micropaléontologie, vol. 7, n° 3, p. 205-218, Pl. 1-4.
- COOKSON I.C. (1947).- Plant Microfossils from the lignites of Kerguelen archipelago. B.A.N.Z., ser. A, vol. 2, part 8, p. 127-142, Pl. 13-17.
- COOKSON I.C. (1953).- Difference in Microspore composition of some samples from a bore at Gomaum, South Australia. Aust. Journ. Bot., vol. 1, n° 3, p. 462-473, Pl. 1-2.
- COOKSON I.C. et EISENACK A. (1958).- Microplankton from Australian and Nevo Guinea Upper Mesozoic sediments. Proc. Roy. Soc. Victoria, vol. 70, p. 19-79, Pl. 1-12.

COOKSON I.C. et EISENACK A. (1960). - Microplankton from Australian cretaceous sediments. *Micropaleontology*, vol. 6, p. 1-18, Pl. 1-3.

- COOKSON I.C. et EISENACK A. (1962).- Additional microplankton from Australian cretaceous sediments. *Micropaleontology*, vol. 8, p. 485-507, Pl. 1-7.
- COOKSON I.C. et EISENACK A. (1969).- Some microplankton from two bores at Balcatta, Western Australia. J. Roy. Soc. W. Austral., vol. 52, p. 3-8.
- COOKSON I.C. et EISENACK A. (1970). Cretaceous micromismotion from the Eucla Basin, Western Australia. Proc. Roy. Soc. Victoria, vol. 83, p. 137-157, Pl. 10-14.
- COOKSON I.C. et EISENACK A. (1974).- Mikroplankton aus Australischen Mesozoischen und Tertiaren Sedimenten. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd 148, p. 44-93, Pl. 20-29.
- COOKSON I.C. et HUGHES N.F. (1964).- Microplankton from the Cambridge Greensand (mid-Cretaceous). Palaeontology, vol. 7, p. 37-59, Pl. 5-11.
- CORREIA M. et PENIGUEL G. (1975).- Etude microscopique de la matière organique. Ses applications à l'exploration pétrolière. Bull. Centre Rech. Pau, S.N.P.A., 9, p. 99-127, Pl. 1-2.
- COUPER R.A. (1953).- Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. New Zeal. Geol. Surv. pal., bull. 22, p. 5-77, Pl. 1-9.
- COUPER R.A. (1958).- British Mesozoic microspores and pollen grains. A systematic and stratigraphic study. *Palaeontographica*, Abt B, Bd 103, p. 75-179, Pl. 15-31.
- COUPER R.A. et HUGHES N.F. (1963).- Jurassic and Lower Cretaceous palynology of the Netherlands and adjacent areas. Verh. K. ned. Geol. mingnb. Genoot., Geol. Ser., 21-2, p. 105-108, Pl. 1-3.
- CROSS A.T., THOMPSON G.G. et ZAITZEFF J.B. (1966).- Source and distribution of palynomorphs in bottom sediments, Southern part of Gulf of California. *Marine Geol.*, vol. 4, p. 467-524.

- DANZE J. et LAVEINE J.P. (1963).- Etude palynologique d'une argile provenant de la limite Lias-Dogger dans un sondage à Boulogne-sur-Mer. Ann. Soc. Géol. Nord, t. 83, p. 79-80, Pl. 13-16.
- DAUGHERTY L.H. (1941).- The Upper Triassic flora of Arizona. Publ. Carnegie Inst., 526, p. 1-108, 34 Pl.
- DAVEY R.J. (1969-70).- Non calcareous microplankton from the Cenomanian of England, Northern France and North America. Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.). Part I, vol. 17, p. 103-180, Pl. 1-11, Part II, vol. 18, p. 333-397, Pl. 1-10.
- DAVEY R.J. (1974).- Dinoflagellate cysts from the Barremian of the Specton Clay, England. Birbal Sahni Institute of Palaeobotany, special pub., n° 3, p. 41-75, Pl. 1-9.
- DAVEY R.J. (1979a). Marine Apto-Albian palynomorphs from holes 400 A and
  402 A, I P O D L E G 48, Northern Bay of Biscay. U.S. Government Printing Office, vol. 48, p. 547-577, Pl. 1-8.
- DAVEY R.J. (1979b).- A re-appraisal of the genus *Chytroeisphaeridia* Sarjeant 1962. *Palynology*, vol. 3, p. 209-218, 2 Pl.
- DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S. et WILLIAMS G.L. (1966a). Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate cysts. Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.), sup. 3, p. 1-248, 26 Pl.
- DAVEY R.J., DOWNIE C., SARJEANT W.A.S. et WILLIAMS G.L. (1966b).- Dinoflagellate cysts attributed to Baltisphaeridium. Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts, p. 157.175, Ed. Davey et al.
- DAVEY R.J. DOWNIE C., SARJEANT W.A.S. et WILLIAMS G.L. (1969).- Appendix to "Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts". Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.), appendix to sup. 3, p. 1-24.
- DAVEY R.J. et RILEY L.A. (1977). Stratigraphic range charts Diagnostic Dinocysts - Middle and late Jurassic. Int. Palyno. Coll., Leon, 4 tabl., Ed. I.K.U.

- DAVEY R.J. et VERDIER J.P. (1971). An investigation of microplankton assemblages from the Albian of the Paris Basin. Verh. Kon. Nederl. Akad. Wetensch., Afd. Natuurk., Eerste Reeks, vol. 26, p. 1-58, Pl. 1-7.
- DAVEY R.J. et VERDIER J.P. (1973).- An investigation of microplankton assemblages from latest Albian (Vraconian) sediments. *Rev. Espa. Micropal.*, vol. 5, n° 2, p. 173-212, Pl. 1-5.
- DAVEY R.J. et VERDIER J.P. (1976).- A review of certain non-tabulate cretaceous Hystrichospherid Dinocyst. *Rev. Palaeobot. Palyno.*, vol. 22, p. 307-335, Pl. 1-4.
- DAVEY R.J. et WILLIAMS G.L. (1966a).- The genera Hystrichosphaera and Achomosphaera. Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts, p. 28-52, Ed. Davey et al.
- DAVEY R.J. et WILLIAMS G.L. (1966b). The genus Hystrichosphaeridium and its allies. Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts, p. 53-106, Ed. Davey et al.
- DAVEY R.J. et WILLIAMS G.L. (1969). Generic reallocations. Appendix to Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts, p. 4-7, Ed. Davey et al.
- DEBRAND-PASSARD S. et RIOULT M. (1980). In Megien et al. Synthèse Géologique du Bassin de Paris. Mém. B.R.G.M., nº 101, p. 216-226.
- DE CONINCK J. (1975).- Microfossiles à paroi organique de l'Yprésien du Bassin belge. Service Géologique de Belgique, Prof. Paper, nº 12, p. 1-151, Pl. 1-22.
- DEFLANDRE G. (1934).- Sur les microfossiles d'origine planctonique conservés à l'état de matière organique dans les silex de la craie. C.R.Acad. Sci., vol. 199, p. 966-968.
- DEFLANDRE G. (1935).- Considérations biologiques sur les microorganismes d'origine planctonique conservés dans les silex de la craie. Bull. Biol. Fr. Belg., vol. 69, p. 213-244, Pl. 5-9.

- DEFLANDRE G. (1936).- Microfossiles des silex crétacés. Première partie -Généralités - Flagellés - Ann. Paléont., vol. 25, p. 151-191, Pl. 1-10.
- DEFLANDRE G. (1937a).- Phanerodinium, genre nouveau de dinoflagellé fossile des silex. Bull. Soc. Fr. Micros., vol. 6, p. 109-115.
- DEFLANDRE G. (1937b).- Microfossiles des silex crétacés. Deuxième partie. Flagellés incertae sedis. Hytrichosphaeridés - Sarcodinés - Organismes divers. Ann. Paléont., vol. 26, p. 51-103, Pl. 11-18.
- DEFLANDRE G. (1938).- Microplancton des mers jurassiques conservé dans les marnes de Villers-sur-Mer (Calvados). Etude liminaire et considérations générales. Stat. Zool. Wimereux, Trav., vol. 13, p. 147-200, Pl. 5-11.
- DEFLANDRE G. (1939).- Sur les dinoflagellés des schistes bitumineux d'Orbagnoux (Jura). Bull. Soc. Fr. Micros., vol. 8, p. 141-145, Pl. 6.
- DEFLANDRE G. (1943).- Sur quelques nouveaux dinoflagellés des silex crétacés. Bull. Soc. Géol. Fr., vol. 13, p. 499-509, Pl. 17.
- DEFLANDRE G. (1947).- Sur quelques microorganismes planctoniques des silex jurassiques. Bull. Inst. Océano. Monaco, nº 921, p. 1-10.
- 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. Sci., vol. 258, p. 5027-5030.
- DEFLANDRE G. et COOKSON I.C. (1955). Fossil microplankton from Australian Late Mesozoic and Tertiary sediments. Austral. J. Mar. Freshw. Res., vol. 6, p. 242-313, Pl. 1-9.
- DEFLANDRE G. et COURTEVILLE H. (1939).- Note préliminaire sur les microfossiles des silex crétacés du Cambrésis. Bull. Soc. Fr. Micros., vol. 8, p. 95-106, Pl. 1-3.
- DEFLANDRE G. et FOUCHER J.C. (1967).- Diacrocanthidium nov. gen., Diacrodien présumé du Crétacé, pourvu d'un archaeopyle - Affinités péridiniennes des Diacrodiens ? Cahier Micropal., sér. 1-5, p. 1-5, Pl. 1-2.

- DEFLANDRE-RIGAUX M. (1954).- Microfossiles des silex sénoniens du Bassin de Paris. C.R. Soc. Geol. Fr., somm., n° 3, p. 58-59.
- DEHEE R. (1927).- Coupe géologique de la fosse St Aybert des Mines de Thivencelles. Observations sur le Crétacé de la région de Valenciennes. Ann. Soc. Géol. Nord, t. 52, p. 116-150.
- DELATTRE C. et al (1973).- Guides géologiques régionaux. Région du Nord -Bassin de Mons. Ed. Masson, 176 p.
- DETTMANN M.E. (1963).- Upper Mesozoic microfloras from South-Eastern Australia. Proc. Roy. Soc. Victoria, vol. 77, part 1, p. 1-148, Pl. 1-27.
- DEV S. (1961).- The fossil flora of the Jalapur Series 3, spores and pollen grains. *Palaeobotanist*, 8, p. 43-56, Pl. 1-8.
- DODEKOVA L. (1967).- Les dinoflagellés et acritarches de l'Oxfordien -Kimméridgien de la Bulgarie du Nord-Est. Ann. Univ. Sofia, vol. 60, p. 1-30, Pl. 1-3.
- DODEKOVA L. (1969).- Dinoflagellés et acritarches du Tithonique aux environs de Pleven, Bulgarie centrale du Nord. Bull. Géol. Inst. Bulg., Acad. Sci., sér. Pal., vol. 18, p. 13-24, Pl. 1-5.
- DODEKOVA L. (1974).- Compositosphaeridium gen. nov., a new genus of dinoflagellate cyst. Bull. Géol. Inst. Bulg., Acad. Sci., sér. Pal., vol. 23, p. 25-30, Pl. 2.
- DODEKOVA L. (1975).- New Upper Bathonian dinoflagellate cysts from Northeastern Bulgaria. Palaeont., Strati., Litho., Sofia, vol. 2, p. 17-36, Pl. 1-6.
- DORHOFER G. (1979).- Distribution and stratigraphic utility of Oxfordian to Valanginian micspores in Europe and North-America. A A S P Contribution Series, vol. 2, nº 5 B, p. 101-132, 3 Pl.
- DORING H. (1964).- Trilete sporen aus dem Oberen Jura und dem Wealden Norddeutschlands. Geol. Jb., H. 9, p. 1099-1130, Pl. 1-8.

DORING H. (1965).- Die sporenpaläontologische Gliederung des Wealden in Westmecklenburg (Struktur Werle). Geol. Jb., H. 47, p. 1-118, Pl. 1-23.

DORING H. (1966).- Die Sporenstratigraphische Gliederung des Malms in nordlichen Mitteleuropa. Abh. Zentr. Geol. Inst., H. 8, p. 69-85.

- DORING H. (1968).- Trilete Sporen aus dem Malm Westmecklenburg und der Insel Rugen. Geol. Jb., H. 10, p. 1226-1245, Pl. 1-7.
- DORING H. et al. (1966).- Erläuterungen zu den sporenstratigraphischen Tabellen vom Zechstein bis zum Oligozän. Abh. Zentr. Geol. Inst., H. 8, 200 p.
- DOWNIE C., EVITT W.R. et SARJEANT W.A.S. (1963).- Dinoflagellates, Hystrichospheres, and the classification of the Acritarchs. Standford Univ. Publ., Geol. Sci., vol. 7, p. 1-16.
- DOWNIE C. et SARJEANT W.A.S. (1966).- The morphology, terminology and classification of fossil dinoflagellate cysts. Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts, p. 10-17, Ed. Davey et al.
- DRUGG W.S. (1978).- Some Jurassic dinoflagellate cysts from England, France and Germany. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd 168, p. 61-79, Pl. 1-8.
- DUPIN F. (1968).- Deux nouvelles espèces de Dinoflagellés du Jurassique d'Aquitaine. Cah. Micropal. sér. 1, nº 8, p. 1-5, Pl. 1.
- DUXBURY S. (1980).- Barremian Phytoplankton from Speeton East Yorkshire. Palaeontographica, Abt. B, Bd 173, p. 107-146, 13 Pl.
- EHRENBERG C.G. (1838).- Uber das Massen-verhaltniss der jetz lebenden Kieselinfusorien und über ein neues Infusorien - Conglomerat als Polirschiefer von Jastraba in Ungarn. Abh. Preuss. Akad. Wiss., p. 109-135, Pl. 1-2.

- EHRENBERG C.G. (1843).- Uber die Verbreitung des jetz wirkenden kleinstein organischen Lebens in Asien, Australien und Afrika und über die vorrherschende Bildung auch des Oolithkalkes der Juraformation aus kleinen polythalamischen Thieren. Verh. Preuss Akad. Wiss., p. 100-106.
- EIGENACK A. (1935).- Mikrofossilien aus Doggergeschichen Ostpreussens. *%.Geschiebeforsch.*, vol. 11, p. 167-184, Pl. 4-5.
- EISENACK A. (1963).- Zur Membranilarnax Frage. Neues Jahrb. Geol. Pal., Abh., p. 98-103.
- EISENACK A. et COOKSON I.C. (1960).- Microplankton from Australian Lower Cretaceous sediments. Proc. Roy. Soc. Victoria, vol. 72, p. 1-11, Pl. 1-3.
- EMBERGER L. (1968).- Les plantes dans leurs rapports avec les végétaux vivants. Ed. Masson, p. 1-758.
- ENAY R. (1980).- In Mégnien et al. Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mém. B.R.G.M., nº 101, p. 199-204.
- ERDIMAN G. (1948).- Suggestion for the classification of fossil and recent pollen grains and spores. Svenks. bot., t. 41, p. 104-114.
- ERKMEN et SARJEANT W.A.S. (1980).- Kystes de Dinoflagellés, Acritarches et Tasmanitidés du Callovien terminal d'Angleterre et d'Ecosse : analyse du problème de "Xanthidium pilosum". Geobios, nº 13, p. 45-99, 8 Pl.
- EVITT W.R. (1961).- The dinoflagellate Nannoceratopsis Deflandre : morphology, affinities and infraspecific variability. Micropaleontology, vol. 7, p. 305-316, Pl. 1-2.
- EVITT W.R. (1963).- A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichospheres and acritarchs, I. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash, vol. 49, p. 158-164.

- EVITT W.R., CLARKE R.F.A. et VERDIER J.P. (1967).- Dinoflagellate studies III. Dinogymnium acuminatum n. gen., n. sp. (Maestrichtian) and other fossils formerly referable to Gymnodinium Stein. Stanford Univ. Publ., Geol. Sci., vol. 10, p. 1-27, Pl. 1-3.
- FAUCONNIER D. (1975).- Répartition des Péridiniens de l'Albien du Bassin de Paris. Liaison avec le cadre sédimentologique. Bull. B.R.G.M., 2e série, sect. 1, nº 4, p. 235-273, 2 Pl.
- FENTON J.P.G. et FISCHER M.J. (1978).- Regional distribution of marine microplankton in the Bajocian and Bathonian of Northwest Europe. *Palinologia*, n° extra. 1, p. 233-244.
- FILATOFF J. (1975).- Jurassic palynology of the Perth Basin Western Australia. Palaeontographica, Abt. B, Bd 154, p. 1-120, 30 Pl.
- FIRTION F. (1952).- Le Cénomanien inférieur du Nouvion-en-Thiérache : examen micropaléontologique. Ann. Soc. Géol. Nord, t. 72, p. 150-164, Pl. 8-10.
- FOUCHER J.C. (1971).- Microfossiles des silex coniaciens de la falaise du Bois de Cise (Somme). Cah. Micropal. (II), 495, 13 p., 3 Pl.
- FOUCHER J.C. (1972).- Etude micropaléontologique des silex coniaciens du puits 19 de Lens-Liévin (Pas-de-Calais). Bull. Mus. Hist. nat. Paris, 21, Sci. Terre 5, p. 77-158, 14 Pl.
- FOUCHER J.C. (1974).- Microfossiles des silex du Turonien supérieur de Ruyaulcourt (Pas-de-Calais). Ann. Paléont. (Invertébrés), t. 60, p. 113-164, Pl. 1-11.
- FOUCHER J.C. (1976a).- Les dinoflagellés des silex et la stratigraphie du Crétacé supérieur français. Rev. Micropal., vol. 18, n° 4, p. 213-220, Pl. 1-2.
- FOUCHER J.C. (1976b).- Microplancton des silex crétacés du Beauvaisis. Cah. Micropal., 1976-2, 28 p., 6 Pl.

- FOUCHER J.C. (1979).- Distribution stratigraphique des kystes de dinoflagellés et des acritarches dans le Crétacé du Bassin Parisien et de l'Europe septentrionale. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd 169, p. 78-105.
- FOUCHER J.C. et TAUGOURDEAU P. (1975). Microfossiles de l'Albo-Cénomanien de Wissant. Cah. Micropal., 1975-1, p. 1-30, Pl. 1-7.
- FOUCHER J.C. et VERDIER J.P. (1976).- Distribution des kystes de dinoflagellés dans les formations albiennes à coniaciennes du Bassin de Paris. Conférence permanente de Biostratigraphie, Réunion de Micropaléontologie.
- GITMEZ G.N. (1970).- Dinoflagellate cysts and acritarchs from the basal Kimmeridgian (Upper Jurassic) of England, Scotland and France. Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.), vol. 18, p. 231-331, Pl. 1-14.
- GITMEZ G.N. et SARJEANT W.A.S (1972).- Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Kimmeridgian (Upper Jurassic) of England, Scotland and France. Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.), vol. 21, p. 171-257, Pl. 1-17.
- GOCHT H. (1959).- Mikroplankton aus dem nordwest-deutschen Neokom (Teil II). Palaeontol. Z., vol. 33, p. 50-89, Pl. 3-8.
- GOCHT H. (1970).- Dinoflagellaten Zysten aus dem Bathonium des Erdölfeldes Aldorf (NW - Deutschland). Palaeontographica, Abt. B, Bd 129, p. 125-165, Pl. 26-35.
- GORKA H. (1963).- Coccolithophoridés, Dinoflagellés, Hystrichosphaeridés et microfossiles *incertae sedis* du Crétacé supérieur de Pologne. Acta Palaeontol. Pol., vol. 8, p. 1-83, Pl. 1-11.
- GORKA H. (1965).- Les microfossiles du Jurassique supérieur de Magnuszew (Pologne). Acta Palaeontol. Pol., vol. 10, p. 291-327, Pl. 1-5.
- GORKA H. (1970).- Dinoflagellate cysts from Callovian of Tukow (Poland). Acta Palaeontol. Pol., vol. 15, p. 479-498, Pl. 1-6.

- GOSSELET J. (1899).- Aperçu général sur la géologie du Boulonnais. 28e Congrès de l'Ass. franç. pour l'avanc. des Sci., Boulogne, p. 3-50.
- GROOT J. (1966).- Some observations on pollen grains in suspension in the estuary of Delaware River. Marine Geol., vol. 4, n° 6, p. 409-416.
- HABIB D. (1974).- Morphogenetic relationships between Scriniodinium campanula Gocht and Scriniodinium dictyotum Cookson et Eisenack. Geoscience and Man, vol. 9, p. 45-51, 2 Pl.
- HABIB D. (1977).- Comparaison of Lower and Middle Cretaceous palynostratigraphic zonations in the Western North Atlantic. Stratigraphic micropalaeontology of Atlantic Basin and borderlands, p. 341-367, Elsevier Scientific Publ.
- HABIB D. (1979a). Sedimentology of palynomorphs and palynodebris in cretaceous carbonaceous facies, south Vigo seamount. U.S. Government Printing Office, vol. 47, p. 451-467, Pl. 1-3.
- HABIB D. (1979b).- Sedimentary origin of North Atlantic cretaceous palynofacies. Am. Geoph. Union, ser. 3, p. 420-437, Ed. Talwani et al.
- HERNGREEN G.F.W. et DE BOER K.F. (1974).- Palynology of Rhetian, Liassic and Dogger in the Netherlands with emphasis on the Achterhoeck area. Geol. Mijnb., vol. 53, nº 6, p. 343-369, Pl. 1-6.
- HERNGREEN G.F.W. et DE BOER K.F. (1978).- Dinoflagellate zonation of Upper Dogger and ? Lowermost Malm in the Netherlands. *Palinologia*, n<sup>o</sup> extra. 1, p. 283-291, 1 Pl.
- HOCHULI P. et KELTS K. (1980). Palynology of middle cretaceous black clay facies from Deep Sea Drilling Project sites 417 and 418 of the Western North Atlantic. U.S. Government Printing Office, vol. 51, 52, 53, Part II, p. 897-935, Pl. 1-9.
- HUGHES N.F. et MOODY-STUART J.C. (1967).- Palynological facies and correlation in the English Wealden. *Rev. Palaeobot. Palyno.*, vol. 1, n<sup>o</sup> 1-4, p.259-268.

INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC GUIDE (1975).- Ed. Willey Intersciences p. 1-200.

- IOANNIDES N.S., STAVRINOS C.N. et DOWNIE C. (1976).- Kimmeridgian microplankton from Clavell's Hard, Dorset, England. Micropaleontology, vol. 22, nº 4, p. 443-478, Pl. 1-5.
- JAIN K.P. et MILLEPIED P. (1973).- Cretaceous microplankton from Senegal Basin,
  W. Africa; 1. Some new genera species and combinaisons of dinoflagellates.
  Palaeobotanist, vol. 20, p.22-32, Pl. 1-3.
- JANSONIUS J. (1962).- Palynology of Permian and Triassic sediments, Peace River Area, Western Canada. Palaeontographica, Abt. B, Bd 110, p. 35-98, Pl. 11-16.
- JARDINE S. et MOREAU P. (1972). Microplanctons organiques fossiles : Dinoflagellés et Acritarches. ELF. RE., Lab. Expl. Boussens, p. 1-24.
- KLEMENT K.W. (1957).- Revision der Gattungszugehorigkeit einiger in der Gattung Gymnodinium Stein eingestufter Arten jurassischer Dinoflagellaten. Neues Jahrb., Geol. Pal., Mn., p. 408-410.
- KLEMENT K.W. (1960).- Dinoflagellaten und Hystrichosphaerideen aus dem unteren und mittleren Malm Südwestdeutschlands. Palaeontographica, Abt. A, Bd 114, p. 1-104, Pl. 1-10.
- KLUMPP B. (1953).- Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des mittleren und oberen Eozan. Palaeontographica, Abt. A, Bd 103, p. 377-406, Pl. 16-20.
- KRUTZSCH W. (1959).- Mikropaläeontologische (Sporen paläeontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. Geologie, Beih. 2-21/22, p. 1-425, Pl. 1-49.
- LANTZ J. (1958).- Etude palynologique de quelques échantillons mésozoïques du Dorset (Grande Bretagne). Rev. I.F.P., vol. 13, n° 6, p. 917-943, Pl. 1-7.
- LAURIN B. (1980).- <u>In</u> Mégnien et al. Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mém. B.R.G.M., nº 101, p. 167-170.

- LEFFINGWELL H.A. et MORGAN R.P. (1977). Restudy and comparison of the dinoflagellate cysts genus *Carpodinium* to that of *Prionodinium* n. gen. J. Paleontol., vol. 51, p. 288-302, Pl. 1-4.
- LENTIN J.K. et WILLIAMS G.L. (1973). Fossil dinoflagellates : index to genera and species. *Geol. Surv. Canada*, pap. nº 73-42, p. 1-176.
- LENTIN J.K. et WILLIAMS G.L. (1976). A monograph of fossil peridinioid dinoflagellate cysts. Bedford Institute Oceanography Rept, B.I.R. 75-16, p. 1-237.
- LENTIN J.K. et WILLIAMS G.L. (1977). Fossil Dinoflagellates : index to genera and species. Bedford Institute Oceanography Rept, B.I.R. 77-8, p. 1-209.
- LESCHIK G. (1955).- Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel. II : Iso -und Mikrosporen. Schweizpalaont. Abh., Bd 72, p. 1-70, Pl. 1-10.
- LEVET-CARETTE J. (1963).- Etude de la microflore infraliasique d'un sondage effectué dans le sous-sol de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). Ann. Soc. Géol. Nord, t. 83, p. 101-128, Pl. 17-20.
- LEVET-CARETTE J. (1964a).- Etude de la microflore bajocienne d'un sondage effectué dans le sous-sol de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). Ann. Soc. Géol. Nord, t. 84, p. 91-121, Pl. 5-6.
- LEVET-CARETTE J. (1964b).- Microflore infraliasique du Boulonnais (carrière Napoléon). Ann. Soc. Géol. Nord, t. 84, p. 265-287, Pl. 10-11.
- LOEBLICH A.R. et LOEBLICH A.R. (1966). Index to the genera, subgenera, and sections of the Pyrrhophyta. Stud. Trop. Oceanogr. Miami, n° 3, 94 p., 1 Pl.
- MALJAVAINA V.S. (1953).- Complexes sporopolliniques du Trias supérieur, du Jurassique inférieur et moyen dans le "Vorural" occidental et oriental. Arb. Erdöl. Geol. Inst., t. 75, p. 93-147.

- 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" Ed. Henry G. Bohn, London, 207 p., 74 Pl.
- Mc INTYRE D.J. (1975).- Morphologic changes in Deflandrea from a Campanian section, district of Mackenzie, N.W.T., Canada. Geoscience and Man, vol. 11, p. 61-76, 4 Pl.
- MEGNIEN et al. (1980).- Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mém. B.R.G.M., n° 101, p. 1-466.
- MERCIER J. (1938).- Microplancton du Crétacé supérieur de l'Ouest du Bassin de Paris. Note préliminaire. C.R. Soc. Géol. Fr., t. 6, p. 95-96.
- MONCIARDINI C. (1980).- <u>In</u> Megnien et al. Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mém. B.R.G.M., nº 101, p. 302-309.
- MORGENROTH P. (1970).- Dinoflagellate cysts from the Lias Delta of Luhnde Germany. Neues Jahrb., Geol. Palaontol., Abh., vol. 136, p. 345-349, Pl. 9-13.
- MUIR M. et VAN KONIJNENBURG VAN CITTERT J.H.A. (1970).- A Rhaeto-Liassic flora from Airel, Northern France. *Palaeontology*, vol. 13, n° 3, p. 433-442, Pl. 78-80.
- NEALE J.W. et SARJEANT W.A.S. (1962). Microplankton from the Speeton Clay of Yorkshire. Geol. Mag., vol. 99, p. 439-458, Pl. 19-20.
- NILSSON T. (1958).- Uber das Vorkommen eines Mesozoiches Sapropelgeisteins in Schonen. Lunds Uni. Aarsskrift, N.F. and 2, vol. 54, 111 p. 8 Pl.

NORRIS G. (1965).- Archaeopyle structure in Upper Jurassic dinoflagellates from southern England. N.Z.J. Geol. Geophy., vol. 8, p. 792-806.

NORRIS G. (1975).- Provincialism of Callovian - Neocomian Dinoflagellate cysts in the Northern and Southern Hemispheres. A.A.S.P. Cont. Ser., nº 4, p. 29-35.

- NORRIS G. (1978).- 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. db. Geol. Palaont. Abh., 156 (1), p. 1-30.
- NORRIS G. et SARJEANT W.A.S. (1965). A descriptive index of Genera of fossil Dinophyceae and Acritarcha. N.Z. Geol. Surv. Pal., Bull. 40, p. 1-72.
- PFLUG H.D. (1953).- Zur Enststehung und Entwicklung des Angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. Palaeontographica, Abt. B, Bd 95, p. 60-171, Pl.15-25.
- POCOCK S.A.J. (1962).- Microfloral analysis and age determination at the Jurassic-Cretaceous boundary in the Western Canada plains. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd 111, p. 1-95, Pl. 1-15.
- POCOCK S.A.J. (1970-1972).- Palynology of the Jurassic sediments of Western Canada. Part I : Terrestrial species. Part. II : Marine species. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd 130, p. 1-136, Fl. 5-26, Bd 137, p. 154-175, Pl. 30-39.
- POCOCK S.A.J. et JANSONIUS J. (1969).- Redescription of some fossil gymnospermous pollen (Chasmatosporites, Marsupipollenites, Ovalopollis). Canadian Journal of Botany, vol. 47, nº 1, p. 155-165, Pl. 1-2.

POMEROL C. (1975).- Stratigraphie et Paléogéographie. Ed. Doin, p. 1-381.

POTONIE H. (1931).- Zur Mikroskopie der Braunkohlen. I.Z. Braunkohle, t. 30, p. 325-333.

POTONIE R. (1934).- Zur Mikrobotanik des Eocänen Humodils des Geiseltals. Arb. Inst. Paläobot. Petrogr. der Brennst. Bd 4, p. 25-125, Pl. 1-6.

POTONIE R. (1956).- Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. I. Teil : Sporites. Beih. Geol. Jb., H. 23, p. 1-103, Pl. 1-11.

- POTONIE R. (1958).- Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. II. Teil : Sporites (Nachträge), Saccites, Aletes, Praecolpates, Poluplicates, Monocolpates. Beih. Geol. Jb., H. 31, p. 1-114, Pl. 1-11.
- POTONIE R. (1960).- Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. III. Teil : Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites mit Generalregister zu Teil I-III. Beih. Geol. Jb., H. 39, p. 1-189, Pl. 1-9.
- POTONIE R. (1966).- Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. IV. Teil : Nachträge zu allen gruppen (Turmae). Beih. Geol. Jb., H. 72, p. 1-244, Pl. 1-15.
- POTONIE R. (1970a).- Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. V. Teil : Nachträge zu allen gruppen (Turmae). Beih. Geol. Jb., H. 87, p. 1-172, Pl. 1-24.
- POTONIE R. (1970b).- Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. VI. Teil. Beih. Geol. Jb., H. 94, p. 1-195, Pl. 4-20.
- POTONIE R. et GELLETICH J. (1933).- Uber Pteridophyten-Sporen einer eozänen Braunkohle aus Dorog, Ungarn. Sitz. Ber. Ges. natur. Ereunde, p. 517-528, 2 Pl.
- POTONIE R. et KREMP G. (1954).- Die Gattungen der paläozoischen Sporae dispersae und ihre stratigraphische. Geol. Jb., Ed. 69, p. 111-194, Pl. 1-20.
- POTONIE R. et VENITZ H. (1934).- Zur Mikrobotanik des miozänen Humodils der niederrheinischen Bucht. Arb. Inst. Paläobot. Petrogr. der Brennst., Bd 5, p. 5-24, Pl. 1-4.
- PRUVOST P. (1928).- Le sondage de Ferrière en Bray. Ann. Office Nat. Combustibles liquides, 3e année, 3e livraison, p. 429-457.
- PRUVOST P. et PRINGLE J. (1924).- A Synopsis of the geology of the Boulonnais, including a correlation of the Mesozoic rocks with those of England, with report of excursion. Proc. Geol. Asso., vol. 35, p. 29-67.

- PUJOL C. (1969).- Etude palynologique des termes de passage Jurassique. Crétacé en Aquitaine. Thèse de 3è cycle, Bordeaux.
- PURSER B. (1975).- Sédimentation et diagénèse précoce des séries carbonatées du Jurassique moyen de Bourgogne. Thése d'état? Orsay.
- RAYNAUD J.F. (1978).- Principaux dinoflagellés caractéristiques du Jurassique supérieur d'Europe du Nord. *Palinologia*, nº extra. 1, p. 387-405, 2 Pl.
- RAYNAUD J.F. et ROBERT P. (1976).- Les méthodes d'étude optique de la matière organique. Bull. Centre Rech. Pau, S.N.P.A., 10, 1, p. 109-127, 4 Pl.
- REISSINGER A. (1938).- Die "Pollenanalyse" ausgedehnt auf alle sedimente der geologischen Vergangenheit. Palaeontographica. Abt. B, Bd 84, p. 2-20.
- REGNOUF de VAINS G. (1980).- Etude du microplancton du Jurassique moyen (Bathonien-Callovien) dans le Graben de Viking (Mer du Nord). Systématique et Biostratigraphie. Thése de 3è cycle, Toulouse.
- REYRE Y. (1968).- La sculpture de l'exine des pollens des Gymnospermes et des Chlamydospermes et son utilisation dans l'identification des pollens fossiles. *Pollen et Spores*, vol. 10, n° 2, p. 197-220, Pl. 1-7.
- REYRE Y. (1970).- Scanning electron microscope observations on the pollen genus Classopollis Pflug. Palaeontology, vol. 13, part 2, p.303-321, Pl. 54-59.
- REYRE Y. (1973).- Palynologie du Mésozoïque saharien. Mém. Mus. Nat. Hist. nat., sér. C, t. 27, p. 1-275, Pl. 1-48.
- RILEY L.A. et SARJEANT W.A.S. (1972).- Survey of the stratigraphical distribution of Dinoflagellates, Acritarchs and Tasmanitids in the Jurassic. *Geophytology*, vol. 2, p. 1-40.
- RILEY L.A. et SARJEANT W.A.S. (1977).- Age de quelques assemblages de Dinoflagellés et Acritarches du Kimméridgien (Jurass. supérieur) du Boulonnais (Nord de la France). *Rev. Micropaléontologie*, vol. 20, n° 1, p. 49-52.

- RIOULT M. (1980).- <u>In</u> Mégnien et al. Synthèse Géologique du Bassin de Paris. Mém. B.R.G.M., nº 101, p. 216-217.
- ROGALSKA M. (1962).- Spores and pollen grains analysis of Jurassic sediments in the northern part of the Cracow - Wielun Cuesta. Inst. Geol. Prace, 30, 111, p. 495-524.
- ROSS N. (1949).- On a Cretaceous pollen and spore bearing clay deposit of Scania. A preliminary report. Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala, vol. 34, p. 25-43, Pl. 1-3.
- ROUSE G.E. (1959).- Plants microfossils from Kootenay coal measures strata of British Columbia. *Micropaleontology*, vol. 5, p. 303-324, Pl. 1-2.
- SARJEANT W.A.S. (1960).- Microplankton from the Corallian Rocks of Yorkshire. Proc. York. Geol. Soc., vol. 32, 4, nº 18, p. 389-408, 3 Pl.
- SARJEANT W.A.S. (1961). Microplankton from the Kellaways Rock and Oxford Clay of Yorkshire. *Palaeontology*, vol. 4, p. 90-118, Pl. 13-15.
- SARJEANT W.A.S. (1962a). Microplankton from the Ampthill Clay of Melton, south Yorkshire. *Palaeontology*, vol. 5, p. 478-497, Pl. 69-70.
- SARJEANT W.A.S. (1962b).- Upper Jurassic microplankton from Dorset, England. Micropaleontology, vol. 8, p. 255-268, Pl. 1-2.
- SARJEANT W.A.S. (1964). Taxonomic notes on Hystrichospheres and Acritarchs. J. Paleontol., vol. 38, p. 173-177.
- SARJEANT W.A.S. (1966a).- Dinoflagellate cysts with Gonyaulax type tabulation. Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate cysts, p. 107-156, Ed. Davey et al.
- SARJEANT W.A.S. (1966b). Further dinoflagellate cysts from the Speeton Clay. Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts, p. 199-214, Ed. Davey et al.

- SARJEANT W.A.S. (1967).- The stratigraphical distribution of fossil dinoflagellates. *Rev. Paleobot. Palyno.*, vol. 1, p. 323-343.
- SARJEANT W.A.S. (1968).- Microplankton from the Upper Callovian and Lower Oxfordian of Normandy. Rev. Micropaléontologie, vol. 10, p. 221-242, Pl. 1-3.
- SARJEANT W.A.S. (1969).- Taxonomic changes. Appendix to Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate cysts, p. 7-15, Ed. Davey et al.
- SARJEANT W.A.S. (1976).- English Jurassic Dinoflagellate cysts and Acritarchs : a reexamination of some type and figure specimens. *Geoscience and Man*, vol. 15, p. 1-24, Pl. 1-7.
- SARJEANT W.A.S. (1978).- A guide to the identification of Jurassic Dinoflagellate cysts. School of Geosciences, State Uni. of Louisiane, p. 1-107.
- SARJEANT W.A.S. (1979).- Middle and Upper Jurassic dinoflagellate cysts : the world excluding North-America. A.A.S.P., Cont. ser., n<sup>o</sup> 5B, p. 133-157, 3 Pl.
- SARJEANT W.A.S. et DOWNIE C. (1974). The classification of Dinoflagellate cysts above generic level. Birbal Sahni Institue of Paleobotany, sp. pub. n° 3, p. 9-32.
- SARJEANT W.A.S. et STOVER L.E. (1978).- Cyclonephelium and Tenua : a problem in Dinoflagellate cysts taxonomy. Grana, vol. 17, p. 47-54.
- SCHOPF J.M., WILSON L.R. et BENTALL R. (1944). An annotaded synopsis of Palaeozoic Fossil spores and their definition of generic groups. *Illinois State Geol. Surv.*, rep. of invest., nº 91, p. 1-72, Pl. 1-3.
- SCHULZ E. (1962).- Sporenpaläontologische untersuchungen zur Rhät-Liasgrenze in Thüringen und der Altmark. Geologie, H. 3, p. 308-319, Pl. 1-2.
- SCHULZ E. (1966).- Uber einige neue sporae dispersae aus dem alteren Mesophytikum Deutschlands. *Geologie*, beihef 55, p. 130-151, Pl. 1-7.

- SCHULZ E. (1967a).- The stratigraphic classification of the germany Triassic and Lower Jurassic by means of spores. Rev. Palaeobot. Palyno., vol. 5, p. 119-121.
- SCHULZ E. (1967b).- Sporenpaläontologische untersuchungen ratoliassicher schickten im Zentralteil des germanischen Beckens. Paläont. Abh. B, Bd 2, H. 3, p. 427-633, Pl. 1-26.
- SCHULZ E. et MAI D.H. (1966).- Erlauterrungen zur Tabelle der stratigraphischen Verbreitung des Phytoplanktons im Lias und Dogger. Zentr. Geol. Inst., H. 8, p. 32-47.
- SCHUURMAN W.M.L. (1979).- Aspects of Late Triassic palynology : 3 Palynology of Latest Triassic and Earliest Jurassic deposits of the Northern limestone Alps in Austria and southern Germany, with special reference to a palynological characterization of the Rhatian stage in Europe. Rev. Palaeobot. Palync., vol. 27, p. 53-75, Pl. 1-6.
- SRIVASTAVA S.K. (1966).- Jurassic microflora from Rajasthan, India. Micropaleontology, vol. 12, p. 87-103, Pl. 1-5.
- STAPLIN F. (1969).- Sedimentary organic matter, organic metamorphisms and oil and gas occurence. Bull. Can. Petrol. Geol., vol. 17, nº 1, p. 47-66, 1 Pl.
- STOVER L.E. (1966).- Nannoceratopsis spiculata, a new Dinoflagellate species from the Middle Jurassic of France. Journal of Paleontology, vol. 40, n° 1, p. 41-45.
- STOVER L.E. et EVITT W.R. (1978). Analysis of Pre-Pleistocene organic walled Dinoflagellates. Stand. Uni. Publ. Geol. Sci., vol. 15, 300 p.
- STOVER L.E., SARJEANT W.A.S. et DRUGG W. (1977). The Jurassic Dinoflagellate genus Stephanolytron : Emendation and discussion. Micropaleontology, vol. 23, n° 3, p. 330-338, 1 Pl.
- TAUGOURDEAU-LANTZ J. et DE JEKHOWSKY B. (1959).- Spores et pollens du Keuper, Jurassique et Crétacé inférieur d'Aquitaine. C.R.Soc.Géol.Fr., p. 167.

- THIEGART F. (1938).- Die Pollenflora der Niederlansitzer Braunkohle. Jb. Preuss. Geol., t. 58, p. 282-351, Pl. 22-30.
- THOMSON P.W. et PFLUG H. (1953).- Pollen und sporen des Mitteleuropaischen Tertiärs. Palaeontographica, Abt. B, Bd 94, p. 1-138, Pl. 1-15.
- TRALAU M. (1968).- Botanical investigations into the Fossil Flora of Eriksdal in Fyledalen, Scania. II. The middle Jurassic microflora. Sveriges Geologiska Undersokning, ser. C, 633, p. 1-185, Pl. 1-26.
- TRAVERSE A. et GINSBURG R.N. (1966).- Palynology of the surface sediments of Great Bahama Bank, as related to water movement and sedimentation. Marine Geol., vol. 4, p. 417-459, 1 Pl.
- TSCHUDY R.H. (1969).- Relation ship of palynomorphs to sedimentation. In Tschudy R.H. et Scott R.A. 1969, p. 79-96. Ed. Willey Intersciences.
- TSCHUDY R.H. et SCOTT R.A. (1969).- Aspects of Palynology. Ed. Willey Intersciences, 510 p.
- VALENSI L. (1947).- Note préliminaire à une étude des microfossiles des silex jurassiques de la région de Poitiers. C.R. Acad. Sci., vol. 225, p. 816-818.
- VALENSI L. (1948).- Sur quelques microorganismes planctoniques des silex du Jurassique moyen du Poitou et de Normandie. Soc. Géol. Fr. Bull., sér. 5, vol. 18, p. 537-550.
- VALENSI L. (1953).- Microfossiles des silex du Jurassique moyen Remarques pétrographiques. Soc. Géol. Fr., Mém. nº 68, 100 p. Pl. 1-16.
- VALENSI L. (1955a).- Sur quelques microorganismes des silex crétacés du Magdalénien de Saint-Amand (Cher). Bull. Soc. Géol. Fr., sér. 6, vol. 5, p. 35-40.

VALENSI L. (1955b).- Etude micropaléontologique des silex du Magdalénien de Saint-Amand (Cher). Bull. Soc. Préhist. Fr., vol. 52, p. 584-596, Pl. 1-5.

- VAN ERVE A.W. (1977). Palynological investigations in the Lower Jurassic of the Vicentinian Alps (Northeastern Italy). Rev. Palaeobot. Palync ., vol. 23, nº 1, p. 1-117, Pl. 1-22.
- VAN ERVE A.W. (1978). Palynological study of the type localities of the Pliensbachian and Toarcien stages. A preliminary account. Cour. Forsch. Inst. Senck., 34, p. 109-116.
- VAN KONIJNENBURG VAN CITTERT J.H.A. (1970).- In situ Gymnosperm pollen from the Middle Jurassic of Yorkshire. Acta Bot. Neerl., 20 (1), p. 1-80, Pl. 1-16.
- VERDIER J.P. (1975).- Les kystes de dinoflagellés de la section de Wissant et leur distribution stratigraphique au Crétacé moyen. Rev. Micropaléontologie, vol. 17, n° 4, p. 191-197.
- VOZZHENNIKOVA T.F. (1965). Introduction to the study of fossilised Perinid Algae. Inst. Geol. and Geophy. Siberian Branch. Acad. Sci. U.S.S.R., p. 1-156.
- VOZZHENNIKOVA T.F. (1967).- Fossil peridinians of the Jurassic Cretaceous and Paleogene deposits of the U.S.S.R. Inst. Geol. and Geophy. Siberian Branch. Acad. Sci. U.S.S.R., p. 1-347.
- WALL D. et DALE B. (1968).- Modern Dinoflagellate cysts and evolution of the Peridiniales. *Micropaleontology*, vol. 14, n° 3, p. 265-304, Pl. 1-4.
- WARREN J.S. (1973).- Form and variation of the Dinoflagellate Sirmiodinium grossi ALB. from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of California. d. Falcontol., vol. 47, p. 101-114, Pl. 1-3.

- WETZEL O. (1933).- Die in organischer Suhstanz erhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreidefeuersteins mit einem sediment - petrographischen und stratigraphischen Anhang. *Paleontographica*, Abt. A, Bd. 77, p. 141-188.
- WETZEL O. (1960).- Eine neue Dinoflagellaten gruppe aus dem baltischen Geschiebefeuerstein. Schr. Naturw. Ver. Schles. Holst., vol. 31, p. 81-86.
- WEYLAND H. et KRIEGER W. (1953).- Die sporen und Pollen der Aachner Kreide und Beduntung fur die charakterisierung des Mittleren Senons. Palaeontoaraphica, Abt. B, Bd 95, p. 6-29, Pl. 1-5.
- WHITE H.H. (1842).- On fossil Xanthidia. Microsc. J. London, vol. 2, p. 35-40, Pl. 4.
- WIGGINS V.D. (1975).- The dinoflagellate Family Pareodiniaceae : a discussion. Geoscience and Man, vol. 11, p. 95-115, Pl. 1-5.
- WILLIAMS G.L. et DOWNIE C. (1966a).- The genus Hystrichokolpoma. Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts, Ed. Davey et al., p. 176-181.
- WILLIAMS G.L. et DOWNIE C. (1966b). Further dinoflagellate cysts from the London Clay. Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate cysts, Ed. Davey et al., p. 215-235.
- WILLIAMS G.L. et DOWNIE C. (1969). Generic reallocation. Appendix to Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate cysts, Ed. Davey et al., p. 17.
- WILSON L.R. et COE E.A. (1940). Descriptions of some unassigned plant microfossils from the Des Moines Series of Iowa. Amer. Midl. Naturalist, 23, 1, p. 182-196, 1 Pl.
- ZIEGLER P.A. (1978).- North- Western Europe : tectonics and basin development. Geol. Mijnlouw, vol. 57, nº 4, p. 589-626.

#### II - SEDIMENTOLOGIE

- BROWN G. (1961).- The X-ray identification and cristal structures of clay minerals. *Mineralogical Society*, 544 p., London.
- CHAMLEY H. (1966).- Guide des techniques du laboratoire de Géologie marine. Document interne. Station marine d'Endoume et Centre d'Océanographie. Luminy, Marseille, 168 p., dact.
- CHAMLEY H. (1971).- Recherches sur la sédimentation argileuse en Méditerranée. Thèse Doctorat de Sciences Naturelles, Université d'Aix-Marseille, Sci. Géol., Strasbourg, Mém. 35, 225 p.
- CHAMLEY H. (1979a).- Les successions argileuses de l'Atlantique Nord, échos des changements mésozoïques et cénozoïques de l'environnement. C.R. Acad. Sci., 289-D, p. 769-772.
- CHAMLEY H. (1979b).- North Atlantic Clay Sedimentation and Paleoenvironment since the Late Jurassic. In : Deep Sea Drilling Results in the Atlantic Ocean : Continental Margins and Paleoenvironments. M. Ewing Series 3, Amer. Geoph. Union. Publ. Ed. M. Talwani, W. Hay, W.B.F. Ryan, p. 342-361.
- CHAMLEY H. (1980).- Interrelations des dépôts argileux et calcaires dans la sédimentation carbonatée. Exemples des Marges Atlantiques au Méso-Cénozoïque. In : Journées RCP 510 - Trav. Labo. Géol. histo. Paléont., Marseille I, II, p. 57.
- CHAMLEY H., DEBRABANT P., FOULON J. et LEROY P. (1980).- Contribution de la minéralogie et de la géochimie à l'histoire des marges nordatlantiques depuis le Jurassique supérieur (sites 105 et 367 DSDP). Bull. Soc. Géol. Fr., t. 22, n° 5, p. 745-755.
- CHAMLEY H. et MASSE J.P. (1975).- Sur la signification des minéraux argileux dans les sédiments barrémiens et bédouliens de la Provence (Sud-Est de la France). IXème Congrès International de Sédimentologie, Nice, p. 25-29.

- CHAMLEY H. et ROBERT C. (1979).- Late Cretaceous to Early Paleogene Environmental Evolution expressed by the Atlantic Clay Sedimentation. In : *Cretaceous Tertiary Boundary Eventy Symposium*. Ed. W.K. Christensen and T. Birkelund ; II. Proceedings, p. 71-77.
- DUNOYER de SEGONZAC G. (1969).- Les minéraux argileux dans la diagenèse. Passage au métamorphisme. *Mém. Serv. Carte Geol. Als. Lorr.*, n° 29, p. 1-320.
- GIBBS R.J. (1977).- Clay mineral segregation in the marine environment. J. Sedim. Petrol., 47 (1), p. 237-243.
- Institut de Géologie de Strasbourg (1978).- Notes techniques : Technique de préparation des minéraux argileux en vue de l'analyse par diffraction des Rayons X. Centre de Sédimentologie et Géochimie de la Surface, Strasbourg, 33 p.
- LUCAS J. (1962).- La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etude sur les argiles du Trias. Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., n° 23, 202 p.

MILLOT G. (1964).- Géologie des argiles. Masson éd., 499 p.

- PAQUET H. (1969).- Evolution géochimique des minéraux argileux dans les altérations et les sols des climats méditerranéens et tropicaux à saisons contrastées. Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., n° 20, 212 p.
- PORRENGA D.H. (1967).- Clay mineralogy and geochemistry of recent marine sediments in tropical areas. Fysich. Geografisch Labor. Univerciteit, Stolk., Amsterdam, 145 p.
- ROBERT C., HERBIN J.P., GIROUD d'ARGOUD G. et CHAMLEY H. (1979).- Evolution de l'Atlantique Sud au Crétacé d'après l'étude des minéraux argileux et de la matière organique (Leg 39 et 40 DSDP). Oceano. Acta vol. 2, p. 209-218.
- ROSE A.J. (1970).- Tables et abaques. Radiocristallographie, C.N.R.S., Paris, 142 p.

# PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Les photographies des Planches I à VI sont au grossissement 500. Sauf,

> Pl. III, Fig. 5 : X 256 Pl. III, Fig. 6 : X 256

Les photographies de la Planche VII sont au grossissement 256

Les photographies de la Planche VIII sont issues de l'observation au microscope électronique à transmission. Leur grossissement, variable, est indiqué pour chaque figure.

### PLANCHE 1

Fig.	I Adnatosphaeridium aemulum (Deflandre) Williams & Downie Vermandovillers : 502,90 m - Fl
Fig.	2 Adnatosphaeridium caulleryi (Deflandre) Williams & Downie Wavans : 176,20 m - J4
Fig.	3 Chytroeisphaeridia chytroeides (Sarjeant) Downie & Sarjeant Vermandovillers : 551,55 m - G31
Fig.	4 Chlamydophorella sp. Wavans : 176,20 m - J9
Fig.	5 Cleistosphaeridium ehrenbergi (Deflandre) Davey & al. Wissant : 172 m - J17
Fig.	6 Cleistosphaeridium tribuliferum (Sarjeant) Davey & al. Vermandovillers : 354,70 m - K14
Fig.	7 Compositosphaeridium polonicum (Gorka) Erkmen & Sarjeant Vermandovillers : 522,35 m - Gl
Fig.	8 C <b>leis</b> tosphaeridium polytrichum (Valensi) Davey & al. Vermandovillers : 502,90 m - K4
Fig.	9 Ellipsoidictyum cinctum Klement APO 1 bis : 244 m - J28
Fig.	10 Hystrichosphaerina orbifera (Klement) Stover & Evitt APO   bis : 147-148 m - R34
Fig.	11 Escharisphaeridia pococki (Sarjeant) Erkmen & Sarjeant Vermandovillers : 502,90 m - F6
Fig.	12 Meiourogonyaulax sp. Vermandovillers : 561,70 m - G27

Fig.	13	Meiourogonyaulax sp.
		Vermandovillers : 553,10 m - H4
Fig.	14	Prolixosphaeridium anasillum Erkmen & Sarjeant
		APO i bis : 101-101,80 m - S3
Fig.	15	Sensutidinium pilosum (Ehrenberg) Sarjeant & Stover
		Vermandovillers : 522,35 m - HII
Fig.	16	Senoniasphaera cf. jurassica (Gitmez & Sarjeant) Lentin & Williams
		APO   b18 : 62-62,70 m - 55
Fig.	17	Sensutidinium villersense (Sarjeant) Sarjeant & Stover
		Vermandovillers : 535,20 m - Flo
Fig.	18	Stephanolytron sp.
		Vermandovillers : 480 m - H1/
Fig.	19	Stephanolytron sp.
		Vermandovillers : 455 m - L2
Fig.	20	Surculosphaeridium vestitum (Deflandre) Davey & al.
		Vermandovillers : 523,45 m - HIU
Fig.	21	Systematophora areolata Klement
		AFU J DIS : 100-101 E - AA2
Fig.	22	Systematophora valensii (Sarjeant) Downie & Sarjeant
		vermandoviiieis : 475,50 m - rii
Fig.	23	Valensiella ovula (Deflandre) Eisenack
		vermandovillers : 609,45 m - 13
Fig.	24	Pareodinia ceratophora (Deflandre) Gocht
		Aru i bis : 232,50 m - Tiz



## PLANCHE II

Fig.	1	Kalyptea stegasta (Sarjeant) Wiggins Doullens : 179,80 m - L7
Fig.	2	Gonyaulacysta scarburghensis Sarjeant Vermandovillers : 502,90 m - G6
Fig.	3	Hystrichogonyaulax cladophora (Deflandre) Stover & Evitt Vermandovillers : 535,20 m - F18
Fig.	4	Scriniodinium galeritum (Deflandre) Klement APO 1 bis : 160-161 m - AA1
Fig.	5	<i>Conyaulacysta jurassica</i> (Deflandre) Norris & Sarjeant Vermandovillers : 502,90 m - G9
Fig.	6	Gonyaulacysta granulata (Klement) Sarjeant Vermandovillers : 364,64 m - T22
Fig.	7	<i>Scriniodinium crystallinum</i> (Deflandre) Klement APO 1 bis : 147-148 m - R36
Fig.	8	Scriniodinium luridum (Deflandre) Klement Vermandovillers : 502,90 m - F8
Fig.	9	Tubotuberella apelata (Cookson & Eisenack) Ioannides & al. Wissant : 157 m - J19
Fig.	10	Scriniodinium galeritum reticulatum Klement Vermandovillers : 502,90 m - F3
Fig.	11	<i>Ctenidodinium ornatum</i> (Eisenack) Deflandre <b>Vermand</b> ovillers : 541,70 m - Fl4
Fig.	12	Cleistoephaeridium hugoniotti (Valensi) Davey Wavans : 133,10 m - V3

- Fig. 13.- Chlamydophorella nyei Cookson & Eisenack Wavans : 146 m - T14
- Fig. 14, 15.- Wanea fimbriata Sarjeant APO 1 bis : 205-206 m - R16 et R17
- Fig. 16.- Michrystidium sp. Vermandovillers : 561,70 m - G28
- Fig. 17.- Michrystidium sp. Wissant : 146 m - J24
- Fig. 18.- Cyclonephelium membraniphorum Cookson & Eisenack Wavans : 34 m - W17
- Fig. 19.- Cassiculosphaeridia reticulata Davey Bellonne : 105,60 m - Y16
- Fig. 20.- Simmiodinium grossi (Alberti) Warren Vermandovillers : 511,60 m - H13
- Fig. 21.- Cyclonephelium distinctum Deflandre & Cookson Bellonne : 105,60 m - Y18
- Fig. 22.- Dinogymnium denticulatum (Alberti) Evitt & al. Bellonne : 26,30 m - 229
- Fig. 23.- Endoceratium dettmanniae (Cookson & Hughes) Stover & Evitt Bellonne : 171,20 m - Y10
- Fig. 24.- Dinogymnium euclaensis Cookson & Eisenack Thivencelles : 31,65-31,75 m - 235
- Fig. 25.- Epelidosphaeridia spinosa (Cookson & Hughes) Davey Wavans : 133,10 m - V17
- Fig. 26.- Leberidocysta chlamydata (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt Wavans : 133,10 m - V23



#### PLANCHE III

- Fig. 1.- Hystrichosphaeridium arwidum Eisenack & Cookson Bellonne : 175,35 m - X26
- Fig. 2.- Leberidocysta defloccata (Davey & Verdier) Stover & Evitt Wavans : 87 m - T18
- Fig. 3.- Litosphaeridium sipkoniphorum (Cookson & Eisenack) Davey & Williams Bellonne : 171,20 m - Y9
- Fig. 4.- Microdinium veligerum (Deflandre) Davey Bellonne : 105,60 m - Y28
- Fig. 5.- Odontochitina operculata (Wetzel) Deflandre & Cookson Wavans : 160-161 m - S29
- Fig. 6.- Odontochitina costata Alberti Wavans : 34 m - W23
- Fig. 7.- Oligosphaeridium complex (White) Davey & Williams Wavans : 160-161 m - S12
- Fig. 8.- Oligosphaeridium prolixospinosum Davey & Williams Bellonne : 105,60 m - Y23
- Fig. 9.- Oligosphaeridium pulcherrimum (Deflandre & Cookson) Davey & Williams Bellonne : 175 m - X27
- Fig. 10.- Senoniasphaera rotundata Clarke & Verdier Wavans : 39 m - X6
- Fig. 11.- Surculosphaeridium longifurcatum (Firtion) Davey & al. Bellonne : 26,30 m - Z26
- Fig. 12.- Systematcphora cretacea Davey Wavans : 141 m - T17
- Fig. 13.- Xenascus ceratioides (Deflandre) Lentin & Williams Bellonne : 54,80 m - 28
- Fig. 14.- Achomosphaera ramulifera (Deflandre) Evitt Bellonne : 105,60 m - Y35
- Fig. 15.- Chatangiella madura Lentin & Williams Thivencelles : 124,50 m - T20
- Fig. 16.- Chatangiella tripartita (Cookson & Eisenack) Lentin & Williams Thivencelles : 133-133,50 m - X13
- Fig. 17.- Isabelidinium acuminata (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt Bellonne : 35 m - 220
- Fig. 18.- Xiphophoridium alatum (Cookson et Eisenack) Sarjeant Wavans : 130 m - W2
- Fig. 19.- Ellipsoidinium rugulosum Clarke & Verdier Wavans : 133,10 m - V13
- Fig. 20.- Spinidinium rhombicum (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt Thivencelles : 91-93 m - T21
- Fig. 21.- Achomosphaera sagena Davey & Williams Bellonne : 105,60 m - Y22
- Fig. 22.- Carpodinium granulatum (Cookson & Eisenack) Leffingwell & Morgan Wavans : 160-161 m - 528
- Fig. 23.- Carpodinium obliquistatum (Cookson & Hughes) Leffingwell & Morgan Wavans : 133,10 m - V14
- Fig. 24.- Cordosphaeridium truncigerum (Deflandre) de Coninck Bellonne : 66 m - 26
- Fig. 25.- Cribroperidinium edwarsi (Cookson & Eisenack) Davey Wavans : 146 m -T16
- Fig. 26.- Aldorfia deflandrei (Clarke & Verdier) Stover & Evitt Thivencelles : 260,50 m - T19
- Fig. 27.- Coronifera oceanica Cookson & Eisenack Bellonne : 84 m - Z15
- Fig. 28.- Exochosphaeridium striolatum (Deflandre) Davey Wavans : 66 m - W10
- Fig. 29.- Florentinia deanei (Davey & Williams) Davey & Verdier Bellonne : 105,60 m - ¥17



## PLANCHE IV

Fig.	1 Florentinia mantelli (Davey & Williams) Davey & Verdier
	Wavans : 133,10 m ~ U24

- Fig. 2.- Florentinia resex Davey & Verdier Bellonne : 142,90 m - Y5
- Fig. 3.- Gonyaulacysta cassidata (Eisenack & Cookson) Sarjeant Wavans : 133,10 m - V15
- Fig. 4.- Hystrichodinium pulchrum Deflandre Bellonne : 105,60 m - Y24
- Fig. 5.- Hystrichosphaeropois ovum Deflandre Thivencelles : 101-102 m - X20
- Fig. 6.- Kleithriasphaeridium loffrensis Davey & Verdier Bellonne : 105,60 m - Y29
- Fig. 7.- Kleithriasphaeridium readei (Davey & Williams) Davey & Verdier Bellonne : 105,60 m - Y21
- Fig. 8.- Scriniodinium campanula Gocht Wavans : 133,10 m - V25
- Fig. 9.- Silicisphaera ferox (Deflandre) Davey & Verdier Wavans : 34 m - W19
- Fig. 10.- Silicippuarea tenera Davey & Verdier Thivencelles : 42 m - X15
- Fig. 11.- Silicisphaera ? torulosa Davey & Verdier Bellonne : 85,40 m - 214
- Fig. 12.- Spiniferites ramosus ramosus (Ehrenberg) Loeblich & Loeblich Wavans : 160-161 m - S18

- Fig. 13, 23.- Spiniferites ramonus reticulatus (Davey & Williams) Lentin & Williams 13.- Wavans : 133,10 m - U19 23.- Wavans : 160-161 m - S19
- Fig. 14.- Spiniferites cingulatus cingulatus (Wetzel) Lentin & Williams Wavans : 133,10 m - U20
- Fig. 15, 26.- Spiniferites crassipellis (Deflandre & Cookson) Sarjeant 15.- Wavans : 133,10 m - U14 26.- Wavans : 114 m - U15
- Fig. 16.- Spiniferites pterotus (Cookson & Eisenack) Sarjeant Wavans : 34 M - W27
- Fig. 17.- Trichodinium castanea (Deflandre) Clarke & Verdier Wavans : 133,10 m - V18
- Fig. 18, 28.- Callaiosphaeridium assymetricum (Deflandre & Courteville) Davey & Williams 18.- Wavans : 114 m - V4 28.- Wavans : 133,10 m - U29
- Fig. 19, 24.- Ovcidinium sp. 19.- Bellonne : 35 m - Z21 24.- Thivencelles : 156-156,50 m - X12
- Fig. 20.- Palaeohystrichophora infusorioides Deflandre Bellonne : 105,60 m - Y20
- Fig. 21, 25.- Subtilisphaera sp. 21.- Bellonne : 105,60 m - Y27 25.- Thivencelles : 260,50 m - X9
- Fig. 22.- Epicephalopyxis sp. Bellonne : 44,20 m - 219
- Fig. 27.- Oligosphaeridium prolixospinosum Davey & Williams Wavans : 34 m - W24

PL.IV



# PLANCHE V

Fig.	1	Cyathidites australis Couper
		Vermandovillers : 561,70 m - T25
Fig.	2	Cyathidites minor Couper
		Vermandovillers : 354,70 m ~ All
Fig.	3	Matonisporites crassiangulatus (Balme) Levet-Carette
		Vermandovillers : 566,60 m - T24
Fig.	4	Osmundacidites wellmanii Couper
		APO 1 bis : 254 m - A19
Fig.	5,	9 Baistrickia brevitruncatus Levet-Carette
		5 APO 1 bis : 254 m - A24
		9 Wavans : 207 m A23
Fig.	6	Neoraistrickia gristhorpensis (Couper) Tralau
		APO 1 bis : 232 m - T13
Fig.	7	Neoraistrickia truncata (Cookson) Potonié
		APO 1 bis : 244 m - T11
Fig.	8	Lycopodiumsporites semimuris Danzé-Corsin & Laveine
		Vermandovillers : 354,70 m - B4
Fig.	10,	17 Lycopodiumsporites clavatoides Couper
		10 Wavans : 207 m - B3
		17 Wavans : 207 m - B16
Fig.	11	Contigniaporites problematicus (Couper) Döring
		<b>APO 1</b> bis : 307 m - D13
Fig.	12,	18 Ischyosporites variegatus Couper
		12 APO 1 bis : 254 m - B5
		18 APO   bis : 160-161 m - R6
Fig.	13	Lycopodiacidites cerniidites Ross
		APO 1 bis : 318 m - T4
Fig.	14	Leptolepidites major Couper
		APO 1 bis : 297,20-297,30 m - D17
Fig.	15	Foveosporites subtriangularis Brenner
		APO 1 bis : 250,10 m - T10

Fig.	16	Gleicheniidites senonicus Ross
		Vermandovillers : 620 m - Ti
Fig.	19,	20 Iuberositriletes sp.
		19 Vermandovillers : 482 m - H16
		20 Vermandovillers : 541,70 m - H5
Fig.	21,	25 Staplinisporites caminus (Balme) Pocock
		21 Wavans : 207 m - B12
•		25 Wavans : 207 m - B11
Fig.	22	Uvaesporites argentaeformis Döring
		Wavans : 207 m - B15
Fig.	23	Gleicheniidites conspiciendus (Bolchovitina) Krutzsch
		Vermandovillers : 631,80 m - K24
Fig.	24	Sestrosporites pseudoalveolatus (Couper) Dettmann
		Vermandovillers : 561,70 m - T23
Fig.	26	Densorsportes velatus Weyland & Krieger
		Wavans : 207 m - 1416
Fig.	27,	33 Staplinisporites rotalis Döring
		27 Vermandovillers : 354,70 m - H20
		33 Vermandovillers : 482 m - B14
Fig.	28	Lycospora valebrosacea (taljavkina) Schulz
		APO 1 bis : 297,20-297,30 m - B19
	••	
Fig.	29,	32 Exesspollenites tumulus Balme
		29 APO 1 bis : $271 \text{ m} - B22$
		32 Vermandovillers : 344,45 m ~ B23
Fin	30 -	Democration management at a Burner
rig.	50	Hereore 202 m = B12
		Maywing , 20/ μ = 51/
Fie	31	Cinculanesponites construides Dansé & Louisian
g.	511-	APO 1 bis $207.20-207.30 \text{ m} = 88$
		n 0 1 010 1 237,20 237,50 m - 50
Fig.	34	Perinopollenites elatoides Couper
0-		<b>APO 1 bis :</b> $271 \text{ m} - B25$
Fig.	35	Tsugaepollenitcs mesozoicus Couper
		Wavans : 207 m ~ B28
Fig.	36	Callialasporites turbatus (Balme) Schulz
-		Vermandovillers : 354,70 m - B26



## PLANCHE VI

Fig. 1.- Callialasporites dampierri (Balme) Dev APO 1 bis : 254 m - C1 Fig. 2.- Callialasporites segmentatus (Balme) Srivastava APO | bis : 254 m - C2 Fig. 3, 13.- Callialasporites trilobatus (Balme) Dev 3.- APO | bis : 160-161 m - R4 13.- APO | bis : 254 m - C4 Fig. 4.- Callialasporites microvelatus Schulz Vermandovillers : 609.45 m - T2 Fig. 5. - Callialasporites infrapunctatus (Lantz) Pocock APO | bis : 160-161 m - R29 Fig. 6, 14.- Alisporites bilateralis Rouse 6.- Wavans : 207 m - C10 14.- Wavans : 207 m - C8 Fig. 7, 12.- Podocarpidites sp. 7.- Wavans : 207 m - C18 12.- Vermandovillers : 553,10 m - G29 Fig. 8.- Vitreisporites pailidus (Reissinger) Nillson APO 1 bis : 271 m - C16 Fig. 9.- Parvisaccites enigmaticus Couper Vermandovillers : 609,45 m - T26 Fig. 10, 15.- Monosulcites minimus Cookson 10.- APO 1 bis : 289 m - D9 15.- Wavens : 207 m - C23 Fig. 11.- Eucommitdites troedsonnii Erdtman APO 1 bis : 321,80 m - D19 Fig. 16, 19.- Chasmatosporites major Nillson 16.- APO 1 bis : 307 m - C27 19.- APO 1 bis : 307 m - D14 Fig. 17, 20, 23, 24.- Classopollis classoides Pflug 17.- APO 1 bis : 271 m - D4 20.- APO 1 bis : 294 m - D3 23.- APO | bis : 294 m - C30 24.- Wavans : 207 m - D5 Fig. 18.- Gynkgoretectina sp. APO 1 bis : 321,80 m - D10 Fig. 21, 22, 25.- Microforaminifères chitineux 21.- Vermandovillers : 482 m - D27 22.- Vermandovillers : 528,10 m - D28 25.- Vermandovillers : 528,10 m - D29





## PLANCHE VII

## ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE

- Fig. 1.- <u>Vermandovillers</u>: 632 m, Bajocien moyen. Mélange de matière organique amorphe et de débris ligneux noirs. X 256.
- Fig. 2.- <u>APO 1 bis</u>:62-62,70 m, Kimméridgien inférieur.Matière organique amorphe dominante, accompagnée de débris ligneux noirs. X 256.
- Fig. 3.- <u>Vermandovillers</u>: 314,80 m, Kimméridgien inférieur. Débris ligneux brun-fonçé à noirs avec quelques fragments de matière organique amorphe. X 256.
- Fig. 4.- <u>Vermandovillers</u>: 495,50 m, Oxfordien inférieur. Grosses particules ligneuses carbonisées. X 256.
- Fig. 5.- <u>Wavans</u>: 162 m, Albien. Débris ligneux brun-fonçë à noirs de grande taille. X 256.
- Fig. 6.- <u>Wavans</u>: 66 m, Cénomanien supérieur. Débris ligneux noirs très petits et divisés. X 256.
- Fig. 7.- <u>Thivencelles</u>: 260,50 m, Cénomanien. Débris ligneux noirs, carbonisés, de petite taille et à contour plus ou moins arrondi. X 256.
- Fig. 8.- <u>Thivencelles</u>: 42 m, Campanien. Débris ligneux brun-fonçê à noirs peu abondants, de petite taille et à contour dentelé. X 256.

PL.VII

















#### PLANCHE VIII

LES MINERAUX PHYLLITEUX AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A TRANSMISSION

- Fig. 1.- Vermandovillers:4/4,80 m, Calcaire marneux de l'Oxfordien moyen. Fraction argileuse: illite 35%, interstratifiés 10%, smectite 20%, kaolinite 30%, attapulgite 5%. Mélange d'illites à bords francs, de petites kaolinites octaèdriques et de smectites en flocons. X 12000.
- Fig. 2.- <u>Vermandovillers</u>: 474,80 m, Calcaire marneux de l'Oxfordien moyen.
  Fraction argileuse: illite 35%, interstratifiés 10%, smectite 20%, kaolinite 30%, attapulgite 5%. Présence d'illites à bords francs, de petites kaolinites octaèdriques et de smectites en flocons.
  X 24000.
- Fig. 3.- <u>Bellonne</u>: 142,90 m, Marne verdâtre du Turonien inférieur. Fraction argileuse: chlorite 5%, illite 45%, interstratifiés 5%, vermiculite 5%, kaolinite 35%, attapulgite 5%. Association de minéraux primaires à bords francs, de petites kaolinites. Présence d'un peu de smectite à bords flous.X 18000.
- Fig. 4.- <u>Bellonne</u>: 142,90 m, Marne verdâtre du Turonien inférieur. Fraction argileuse: chlorite 5%, illite 45%, interstratifiés 5%, vermiculite 5%, kaolinite 35%, attapulgite 5%. Association de minéraux primaires en plaquettes et à bords francs, de kaolinites plus ou moins octaè-driques; présence d'attapulgite fibreuses en traces.X 24000.







