LE TURONIEN DE LA RÉGION-TYPE : SAUMUROIS ET TOURAINE. STRATIGRAPHIE, BIOZONATIONS, SÉDIMENTOLOGIE

TURONIAN OF THE TYPE REGION : SAUMUROIS AND TOURAINE. STRATIGRAPHY, BIOZONATIONS, SEDIMENTOLOGY

Francis ROBASZYNSKI (coord.), Gilbert ALCAYDÉ, Francis AMÉDRO,
Guy BADILLET, Renée DAMOTTE, Jean-Claude FOUCHER,
Serge JARDINÉ, Odile LEGOUX, Hélène MANIVIT,
Christian MONCIARDINI et Jacques SORNAY

ROBASZYNSKI, F, ALCAYDÉ, G., AMÉDRO, F., BADILLET, G., DAMOTTE, R., FOUCHER, J.C., JARDINÉ, S., LEGOUX, O., MANIVIT, H., MONCIARDINI, C. & SORNAY, J. (1982). – Le Turonien de la région-type : Saumurois et Touraine. Stratigraphie, biozonations, sédimentologie. Turonian of the type region : Saumurois and Touraine. Stratigraphy, biozonations, sedimentology. – *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **6**, 1, 119-225, 24 fig., 18 pl.; Pau, July 9, 1982. – ISSN : 0396-2687. CODEN : BCREDP.

A succession of outcrops in the Saumurois brought new biostratigraphic results concerning integrated vertical distribution of macrofossils (Ammonites, Inocerams, Echinids) and microfossils (Ostracods, Foraminifera, Nannoplankton, Dinoflagellates, Pollen and Spores) whereas the cores from the boring of Civray-de-Touraine gave accurate micropaleontological information. Morever, numerous samples of the two localities were analyzed for their petrography and sedimentology. A bio- and lithostratigraphic correlation between the two parts of the type region is proposed here and a subdivision of the Turonian suggested.

Francis Robaszynski, Faculté. Polytechnique. Géologie. B-7000 Mons. Gilbert Alcaydé, Muséum national d'Histoire naturelle, 43, rue de Buffon, F-75005 Paris. Francis Amédro, 24, rue Dutarte, F-62100 Calais. Guy Badillet, Cunault, F-49350 Gennes. Renée Damotte, Lab. ass. CNRS n° 319 et Univ. Pierre-et-Marie-Curie, F-75230 Paris. J.C. Foucher, Faculté des Sciences, B.P. 347, F-51062 Reims. Serge Jardiné, SNEA(P), Division Géologie, F-64018 Pau CEDEX. Odile Legoux, Lab. Géologie, SNEA(P), Boussens, F-31360 Saint-Martory. Hélène Manivit, Lab. ass. CNRS n° 319 et BRGM, F-45018 Orléans. Christian Monciardini, BRGM, B.P. 6009, F-45018 Orléans. Jacques Sornay, Muséum national d'Histoire naturelle, 8, rue de Buffon, F-75005 Paris. – January 29; 1982.

Key words : Stratotype, Turonian, Biostratigraphy, Lithofacies, Indre-et-Loire, Maine-et-Loire.

RÉSUMÉ

Une suite d'affleurements dans le Saumurois a fourni des informations biostratigraphiques nouvelles sur la distribution verticale intégrée de macrofossiles (Ammonites, Inocérames, Échinides) et de microfossiles (Ostracodes, Foraminifères, Coccolithes, Dinoflagellés, Spores-Pollens) tandis que le sondage de Civray-de-Touraine a été l'objet d'investigations micropaléontologiques. En outre, de nombreux échantillons des deux provenances ont donné lieu à des analyses pétrographiques et sédimentologiques. Une corrélation bio- et lithostratigraphique entre les deux secteurs de la région-type est ensuite tentée et une subdivision du Turonien-type proposée.

Mots-clefs : Stratotype, Turonien, Biostratigraphie, Lithofaciès, Indre-et-Loire, Maine-et-Loire.

0396-2687/82/0006-0119 $ 21.40
© 1982 Soc. Nat. Elf Aquitaine (Production), F-64018 Pau CEDEX

TABLE DES MATIÈRES – *CONTENTS*

1. – LES AFFLEUREMENTS DU SAUMUROIS – *OUTCROPS OF THE SAUMUROIS* 121

1.1. INTRODUCTION - SITUATION GÉOGRAPHIQUE – *INTRODUCTION -GEOGRAPHICAL SITUATION* 121

1.2. LITHOLOGIE – *LITHOLOGY* 122

1.2.1. Description des sections – *Description of sections* 123

Nord-ouest de Saumur – *Northwest Saumur* 123

1.2.1.1. La Boussinière 124

1.2.1.2. Carrière de la Trésorerie. 124

1.2.1.3. Cunault : Cave Carré.... 124

1.2.1.4. Cave du Petit Vau 124

Sud-est de Saumur – *South-east Saumur* 126

1.2.1.5. Carrière de Fontevraud.. 126

1.2.1.6. Cave coopérative de St.-Cyr-en-Bourg 126

1.2.1.7. Château de Saumur 126

1.2.2. Litho-biophase et microfaciès – *Litho-biophase and microfacies* .. 127

1.2.3. Définition des ensembles lithologiques – *Definition of lithological units* 128

Remarques – *Comments* 128

1.3. INTERPRÉTATION SÉDIMENTOLOGIQUE – *SEDIMENTOLOGICAL INTERPRETATION* 128

1.3.1. Les éléments d'analyse – *Elements of the analysis* 128

1.3.2. Interprétation en termes de milieux – *Interpretation in terms of environment* 128

1.4. AMMONITES – *AMMONITES*..... 130

1.4.1. Historique – *Historical background* 130

1.4.2. Repères biostratigraphiques – *Biostratigraphical references*..... 131

1.4.3. Discussion et biozonation – *Discussion and biozonation* 132

Cénomanien supérieur – *Upper Cenomanian* 132

Interval-zone à *M. geslinianum* .. 132

Partie inférieure du Turonien – *Turonian, lower part* 132

Ass.-zone à *M. nodosoides* 132

Partie moyenne du Turonien (à *C. woolgari*) – *Turonian, middle part* 134

Ass.-zone à *K. turoniense* 134

Ass.-zone à *R. kallesi*..... 134

1.4.4. Position et statut du sous-étage Saumurien – *Position and constitution of Saumurian sub-stage* ... 135

1.4.5. Appendice paléontologique – *Paleontological appendix* 135

Tragodesmoceras courtilleri n. sp. 137

1.4.6. Figurations, planches – *Figures, plates* 137

1.5. INOCÉRAMES – *INOCERAMIDS*..... 138

1.5.1. Les espèces rencontrées – *Species present* 138

1.5.2. Discussion sur la valeur zonale des Inocérames – *Discussion : zonal value of Inoceramids*..... 138

1.5.3. Remarques sur les espèces – *Comments on the species*..... 139

1.6. AUTRES MACROFAUNES – *OTHER MACROFAUNA*. Lamellibranches, Rudistes, Echinides, Bryozoaires, Brachiopodes – *Lamellibranches, Rudists, Echinoderms, Bryozoans, Brachiopods*..... 140

1.7. CONDITIONS D'ÉTUDE DES MICROFOSSILES – *CONDITIONS OF STUDY OF MICROFOSSILS*..... 140

1.8. OSTRACODES – *OSTRACODA*..... 141

1.9. FORAMINIFÈRES – *FORAMINIFERA* .. 141

1.9.1. Les éléments benthiques – *Benthic elements*..... 141

1.9.2. Les éléments planctoniques – *Planktonic elements* 143

1.9.3. Ecologie, paléoenvironnement – *Ecology, palaeoenvironment*..... 143

1.10. NANNOPLANCTON – *NANNOPLANKTON* 145

1.10.1. Intérêt biostratigraphique – *Biostratigraphical use* 145

1.10.2. Paléoenvironnement – *Palaeoenvironment* 145

1.11. PALYNOLOGIE – *PALYNOLOGY* 147

1.11.1. Dinoflagellés et Acritarches – *Dinoflagellates and Acritarchs* .. 147

1.11.2. Spores et Pollens – *Spores and Pollens*..... 150

1.12. CONCLUSIONS A L'ÉTUDE DU TURONIEN DANS LE SAUMUROIS. Lithologie, macrofaune, microfossiles, sédimentologie – *CONCLUSIONS OF STUDY OF THE TURONIAN IN THE SAUMUROIS. Lithology, macrofauna, microfossils, sedimentology*..... 150

2. – LE SONDAGE DE CIVRAY-DE-TOURAINE – *THE CIVRAY-DE-TOURAINE WELL* 153

2.1. INTRODUCTION - SITUATION GÉOGRAPHIQUE – *INTRODUCTION -GEOGRAPHICAL SITUATION* 153

2.2. LITHOLOGIE- SÉDIMENTOLOGIE – *LITHOLOGY-SEDIMENTOLOGY* 155

2.2.1. Description du sondage – *Description of the well* 155

2.2.2. Interprétation sédimentologique – *Sedimentological interpretation* 157
2.2.2.1. Eléments d'interprétation – *Elements of interpretation* 157
2.2.2.2. Interprétation – *Interpretation* 160
2.2.2.3. Conclusions sur les paléomilieux – *Conclusions : paleoenvironment* 162
2.3. OSTRACODES – *OSTRACODA* 162
2.3.1. Composition de la faune d'Ostracodes – *Composition of the Ostracode fauna* 162
2.3.2. Description des espèces nouvelles – *Description of new species* 164
2.3.3. Remarques – *Comments* 165
2.4. FORAMINIFÈRES – *FORAMINIFERS* 165
2.4.1. Conditions d'étude – *Study conditions* 165
2.4.2. Les éléments benthiques – *Benthic elements* 167
2.4.3. Les éléments planctoniques – *Planktonic elements* 167
2.4.4. Relations avec le Saumurois – *Relation to the Saumurois* 167
2.5. NANNOPLANCTON 168
2.5.1. Biostratigraphie – *Biostratigraphy* 168
Définition des zones – *Biozones* 168
2.5.2. Nannofaciès – *Nannofacies* 170
2.5.3. Conclusions – *Conclusions* 170
2.6. PALYNOLOGIE – *PALYNOLOGY* 170
2.6.1. Dinoflagellés et Acritarches – *Dinoflagellates and Acritarchs* 171
2.6.2. Spores et Pollens – *Spores and Pollens* 176
2.7. CONCLUSIONS À L'ÉTUDE DU SONDAGE DE CIVRAY-DE-TOURAINE. Lithologie, microfossiles, sédimentologie et milieux – *CONCLUSIONS OF THE STUDY OF CIVRAY-DE-TOURAINE WELL. Lithology, microfossils, sedimentology and environment* 176
3. – CORRÉLATIONS ENTRE LES AFFLEUREMENTS DU SAUMUROIS ET LE SONDAGE DE CIVRAY-DE-TOURAINE. CONCLUSIONS – *CORRELATIONS BETWEEN THE OUTCROPS OF THE SAUMUROIS AND THE CIVRAY-DE-TOURAINE WELL. CONCLUSIONS* 178
3.1. Les éléments de datation et de corrélation – *Elements for age dating and correlation* 179
3.2. Conclusions stratigraphiques – *Conclusions on the stratigraphy* 181
4. – RÉFÉRENCES 181

PRÉSENTATION (F.R.)

L'étage Turonien, créé par d'ORBIGNY, est émendé en 1847 par le même auteur qui, sur des critères paléontologiques, en extrait la partie inférieure, définissant ainsi le Cénomanien; aucune coupe-type n'est désignée, la région éponyme étant localisée en 1852 entre « Saumur et Montrichard » (cf. SORNAY, 1956; ALCAYDÉ, 1980). Plus tard, les travaux de COURTILLER, 1867; DE GROSSOUVRE, 1900, 1901; COUFFON, 1936; LECOINTRE, 1947, 1959; BUTT, 1966; BELLIER, 1968, etc. viendront élargir la connaissance des faunes et de la stratigraphie du Turonien de la région-type. Plus récemment, des récoltes indexées sur des coupes ont précisé la répartition verticale d'Ammonites (AMÉDRO & BADILLET, 1978).

En dehors de la France, le Turonien a été interprété de diverses façons suivant les faciès exposés. Après avoir été délaissés au profit de la micropaléontologie, les travaux relatifs à la macropaléontologie connaissent un regain d'intérêt avec notamment POWELL, 1963; COBBAN & SCOTT, 1972; WIEDMANN & KAUFFMAN, 1976; HANCOCK *et al.*, 1977; MATSUMOTO, 1977; SEIBERTZ, 1979; KENNEDY *et al.*, 1980 ; TRÖGER, 1981. Des résultats biostratigraphiques ont été présentés récemment au terme de réunions internationales portant sur les « Evénements de la partie moyenne du Crétacé »: Uppsala 1975, Nice et Hokkaido 1976, Soria 1977.

Il reste pourtant qu'aucune publication n'a fourni de données synthétiques sur le Turonien-type. Nous livrons ici les principaux résultats obtenus après une étude pluridisciplinaire de deux secteurs de la région-type : les affleurements du Saumurois et le sondage de Civray-de-Touraine (Fig. 1).

1. – LES AFFLEUREMENTS DU SAUMUROIS

1.1. INTRODUCTION : SITUATION GÉOGRAPHIQUE (F.A.)

Lorsqu'en 1852, d'ORBIGNY précise la définition de son étage Turonien créé dix ans auparavant, il écrit « *nous avons réservé le nom de Turonien à celui-ci, la Touraine en montrant le plus beau type depuis Saumur jusqu'à Montrichard* ». Par là, il désigne nommément la région de Saumur comme faisant partie intégrante du stratotype de l'étage Turonien.

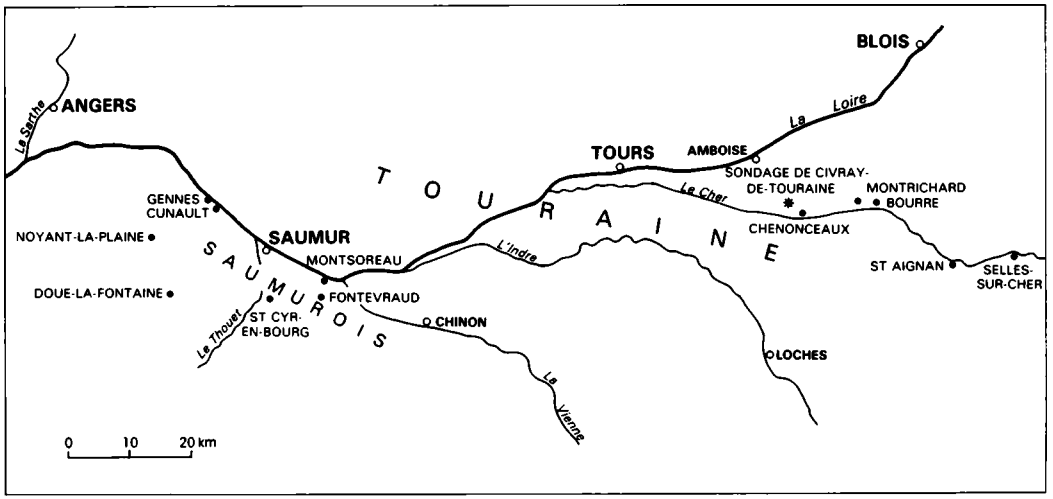


FIGURE 1

Situation géographique de la région-type du Turonien : de la vallée de la Loire (Saumurois) à la vallée du Cher (Touraine)
Geological location of the type-sections of the Turonian stage : from the Loire Valley (Saumurois) to the Cher Valley (Touraine)

Le caractère particulier de la faune d'Ammonites du Tuffeau de Saumur soupçonné dès cette époque par d'ORBIGNY (1840-1850) est confirmé quelques années plus tard par COURTILLER (1867) puis par DE GROSSOUVRE (1900; 1901). La répartition des espèces à l'intérieur du Tuffeau n'est pourtant jamais établie et la stratigraphie des formations turoniennes de la région de Saumur reste également très vague. Mis à part quelques données ponctuelles publiées par DE GROSSOUVRE (1889), les seules informations concernant la lithologie sont apportées par COUFFON (1936), DENIZOT (1949) et ALCAYDÉ (1970).

Le développement dans le monde des recherches biostratigraphiques portant sur le Turonien et le souci d'obtenir des corrélations plus précises entre provinces fauniques rendaient cependant indispensable une révision des régions stratotypiques. Dans cet esprit, des levés lithologiques précis réalisés conjointement à des récoltes systématiques de macrofaunes ont été entrepris dans le Saumurois à partir de 1975. Les premiers résultats publiés par AMÉDRO & BADILLET (1978) pour les Ammonites, BADILLET & SORNAY (1980) pour les Inocérames sont maintenant précisés et complétés par l'adjonction de données micropaléontologiques (Foraminifères planctoniques et benthiques, Nannoplancton, Dinoflagellés, Spores et Pollens, Ostracodes).

La région étudiée correspond aux affleurements de tuffeau situés de part et d'autre de Saumur. Ceux-ci restent localisés sur la rive gauche de la Loire et s'étendent de Gennes à Montsoreau suivant une bande orientée NW-SE, sur une distance d'environ 30 km (voir Fig. 2).

1.2. LITHOLOGIE DU TURONIEN DANS LE SAUMUROIS (F.A., G.B., F.R.)

Il n'existe pas dans le Saumurois de section continue qui permette d'appréhender la totalité des formations en un seul lieu. Un ensemble d'anciennes carrières souterraines de tuffeau, utilisées maintenant pour la culture du champignon, offre cependant de nombreuses possibilités d'observation du sous-sol (Fig. 2). En relayant de proche en proche les caves par des affleurements à ciel ouvert, plusieurs coupes partielles ont pu être parallélisées et soutiennent la construction de deux suites stratigraphiques de référence (Fig. 3). Des variations latérales de faciès amènent en effet à définir deux successions, valables, l'une pour la région au NW de Saumur (de Gennes à Chènehutte-Trêves-Cunault), l'autre pour la bordure SE de Saumur (de Saumur à Fontevraud et St.-Cyr-en-Bourg). Mais, que ce soit au NW ou au SE, les mêmes ensembles lithologiques ont été reconnus. Une suite synthétique issue des deux dernières successions constituera le log de référence pour l'ensemble des tableaux où figurent les résultats obtenus dans le Saumurois.

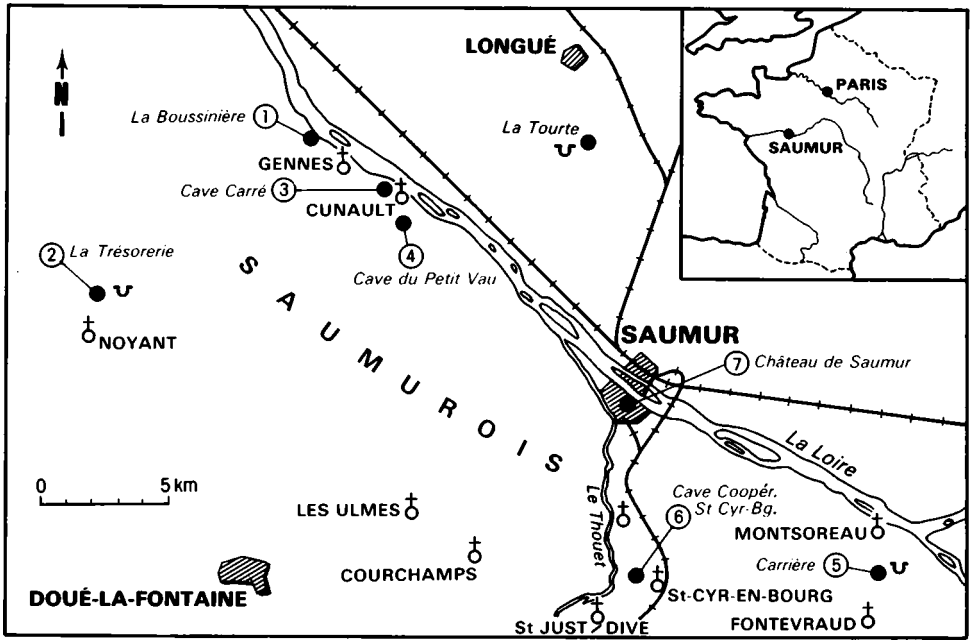


FIGURE 2

Situation géographique des affleurements du Saumurois

Geographical location of the outcrops of the Saumurois

1.2.1. *Description des sections* (Fig. 3)

Par ensemble lithologique, on définit une couche ou une succession de couches, de quelques décimètres à plusieurs mètres, ayant des caractéristiques lithologiques constantes, semblables ou très proches : aspect crayeux, calcarénitique ou sableux, présence-absence de grains de quartz détritique, de glauconie, de lits marneux, de niveaux indurés ou perforés, de silex, abondance de fossiles, etc.

Dans ce sens, sept ensembles lithologiques désignés par les lettres A à G ont été reconnus et suivis du NW au SE dans le Saumurois. Des subdivisions à valeur locale sont indiquées par des lettres minuscules (a, b, c, ...).

A la Fig. 3, chaque coupe partielle est flanquée d'une échelle correspondant au métrage effectué sur le terrain. Les échantillons prélevés pour les analyses biostratigraphiques, sédimentologiques ou pétrographiques sont repérés par rapport à cette échelle métrée. Par exemple, « FONT. 16 » signale un prélèvement réalisé au mètre 16 de la coupe de Fontevraud.

Dans ce qui suit, chaque section est décrite du bas vers le haut.

NORD-OUEST DE SAUMUR

Pour les besoins biostratigraphiques et à titre comparatif, il a semblé utile de confier aux spécialistes micropaléontologistes, en plus des échantillons turoniens, deux prélèvements dans le Cénomanien supérieur affleurant aux confins du Saumurois et de l'Anjou à la carrière de La Tourte (échantillons LA TOUR. 1,8 et 0,8; coupe décrite *in* AMÉDRO, BADILLET & ROBASZYNSKI, 1981). L'intérêt de cette carrière réside dans la riche faune d'Ammonites à *Pseudocalycoceras moustieriensis* (Zone à *Calycoceras naviculare*) recueillie dans les Marnes à Ostracées qui surmontent les Sables du Mans (M.O. et S.M. à la Fig. 3).

La première coupe du Saumurois proprement dit, stratigraphiquement la plus ancienne, a été relevée dans le talus de route du lieu-dit La Boussinière et contient à sa base un assemblage d'ammonites de la zone à *Metoicoceras geslinianum*, ce qui correspond sensiblement à la Craie à *Terebratella carantonensis* du Maine (et peut-être une partie des Sables à *Catopygus obtusus*).

1.2.1.1. La Boussinière (talus de la D 132, x = 404,90; y = 264,25)

Ensemble A :

a : sur 0,50 m; calcarénite sableuse jaune-verdâtre, très finement ponctuée de glauconie, avec quelques nodules gréseux;

b : 0,30 m; calcarénite identique à celle de a, mais plus cohérente; nombreux fossiles : *Sciponoceras gracile, Euomphaloceras septemseriatum, Exogyra columba, Lopha carinata* ...

c : sur 2 m; calcarénite et calcilutite jaunâtres, plus fines et moins glauconieuses que précédemment.

1.2.1.2. Carrière de La Trésorerie (x = 397,00; y = 258,22)

Ensemble A :

a : sur 0,50 m; calcarénite verte, crayeuse et marneuse, finement glauconieuse et légèrement micacée;

Ensemble B :

b : 8,50 m; ensemble rythmé de bancs métriques de calcarénite jaunâtre, légèrement micacée et finement ponctuée de glauconie à la base; interbancs plus marneux; Ammonites fréquentes : *Mammites nodosoides, Lewesiceras peramplum*; Inocérames nombreux : *Inoceramus mytiloides, I. goppelnensis*;

c : 2,20 m; calcarénite massive très faiblement micacée, plus claire que précédemment, livrant de rares concrétions silicifiées centimétriques, surmontée par un lit plus argileux gris crème de 0,30 m d'épaisseur.

Ensemble C :

d : sur 2,50 m; calcarénite jaune pâle, faiblement micacée : tuffeau, avec *Spathites (Jeanrogericeras) revelliereanum, I. goppelnensis, I. mytiloides*.

L'ensemble B et la partie supérieure de l'ensemble A forment une entité souvent reprise dans la littérature sous le nom de « craie marneuse » sans que le terme ait été parfaitement défini au plan régional (cf. DE GROUSSOUVRE, 1889, p. 512; articles du Lexique *in* MÉGNIEN *et al.*, 1980, t. 3).

1.2.1.3. Cunault : « Cave Carré » (entrée : x = 408,15; y = 262,35)

Toutes les couches observées à la « Cave Carré » appartiennent au Tuffeau de Saumur qui a ici valeur de Formation (cf. DE GROSSOUVRE, 1889 et 1901, p. 783); ALCAYDÉ *in* MÉGNIEN *et al.*, 1980, t. 2, Lexique, p. 317). L'ensemble D, ou « Liron » selon l'appellation locale donnée autrefois par les carriers, sépare un ensemble E (ou Tuffeau de Saumur supérieur, plus friable et micacé, à silicifications fréquentes) d'un ensemble C (ou Tuffeau de Saumur inférieur, cohérent, à silicifications rares). C'est dans la moitié supérieure de l'ensemble C que furent creusées les galeries destinées jadis à l'exploitation du « Tuffeau de Saumur ».

La couche *a* et la base de la couche *b* ont été observées dans un puits situé en galerie. Les couches *c* à *g* affleurent à l'entrée de la cave.

Ensemble C :

a : sur 1,70 m; tuffeau assez tendre, avec passées plus cohérentes et un lit de concrétions siliceuses (« chenards ») au sommet;

b : 4,80 m; tuffeau homogène, jaune-pâle, finement micacé, à grain fin, avec : *S. (J.) revelliereanum, Kamerunoceras turoniense, Neoptychites cephalotus, N. xetriformis, L. peramplum; I. subhercynicus, I.* cf. *mytiloides* et rares débris d'autres lamellibranches;

c : 0,50 m; tuffeau plus grossier, friable, apparaissant en creux; les 0 ,10 m de base sont plus cohérents;

Ensemble D ou « Liron » :

d : 0,30 m; tuffeau homogène, cohérent, jaunâtre, avec plusieurs *Epiaster michelini*;

e : 0,40 m; tuffeau micacé, cohérent, à grain fin, plus consolidé à la base par silicification (« chenards ») avec *S. (J.) revelliereanum, K. turoniense* ;

f : 0,45 m; tuffeau homogène, paraissant plus tendre que dessous, encadré par deux horizons riches en grandes huitres : *Exogyra columba* ;
- à la base, coquilles fréquentes, de 3 à 8 cm,
- au sommet, coquilles de grande taille (10 cm) alignées en un niveau repère.

Dans l'ensemble du lit : *Collignoniceras fleuriausianum, Romaniceras kallesi, Trigonia scabra*;

Ensemble E :

g : 5,50 m; tuffeau fin; micacé, léger à sec, très friable, gris-jaunâtre, avec de petites concrétions silicifiées gris-bleuâtre très tenaces, disposées en lits ou éparses dans la masse : C. *fleuriausianum, R. kallesi, L. peramplum, E. michelini.*

1.2.1.4. Cave du Petit Vau (x = 411,12; y = 259,32)

Ensemble E :

a : sur 3,80 m; tuffeau fin, homogène, gris-jaunâtre, finement micacé, parsemé de nodules siliceux de grande taille (15 à 25 cm), de petits nodules (1 à 5 cm) et de lits de petits nodules branchus, également siliceux, avec *C. fleuriausianum*;

b : 0,20 m; lit de gros nodules gréseux silicifiés très tenaces, incrustés de serpules et tendant à former une dalle;

c : 3,20 m; tuffeau micacé plus friable, jaune crème, constellé de petits nodules gréseux silicifiés de 3 à 4 cm de diamètre;

d : 0,60 m; hard-ground « Chênehutte » : tuffeau silicifié induré, taraudé de nombreuses perforations remplies d'un sable glauconieux très riche en fragments de Bryozoaires et en petites Huîtres : *Ostrea rouvillei* auct.;

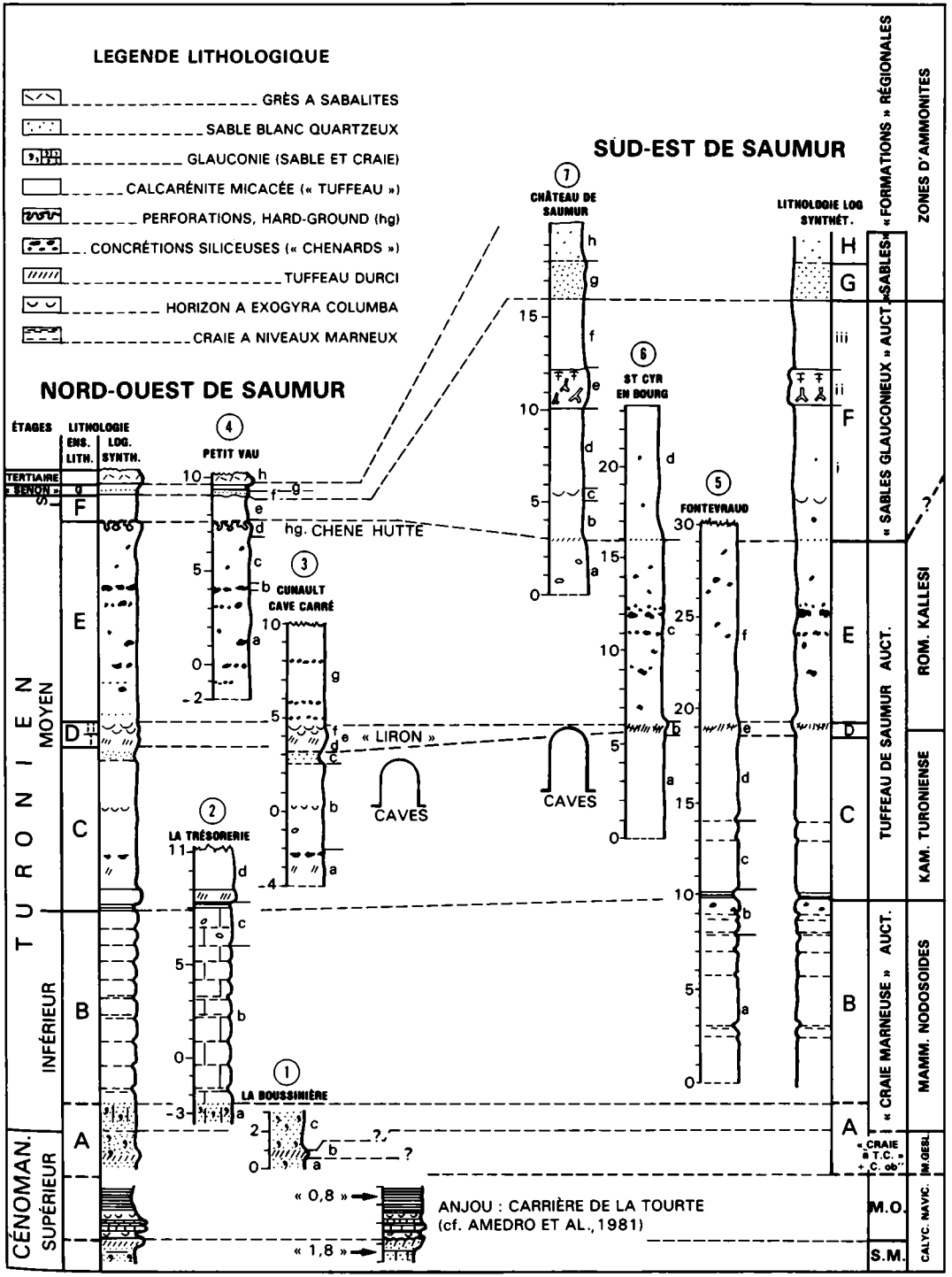


FIGURE 3

Lithologie des affleurements du Turonien dans le Saumurois

Lithology of the outcrops of the Turonian in the Saumurois

Ensemble F : (« Sables glauconieux » *auct.*, voir coupe du Château de Saumur) :

e : 1,30 m ; sable glauconieux verdâtre, friable, plus cohérent à la base, parsemé de fragments de Bryozoaires, de débris d'Oursins et d'*O. rouvillei* ;

Ensemble G : (« Sénonien ») :

f : 0,20 m à 0,40 m ; sable vert, fin, très glauconieux ;

g : 0,30 m à 0,50 m ; sable quartzeux fin, gris, très riche en Spongiaires : *Jerea, Siphonia* ...

Tertiaire :

h : 0,50 m ; « grès à *Sabalites* ».

SUD-EST DE SAUMUR

1.2.1.5. Carrière de Fontevraud (x = 427,35 ; y = 247,15)

Les deux paliers de l'exploitation Hardouin donnent accès à une grande partie de la « craie marneuse » (ensemble B) et au Tuffeau de Saumur (ensembles C, D, E).

Ensemble B :

a : sur 8 m ; bancs métriques ou décimétriques de calcarénite blanche très faiblement micacée à spicules de Spongiaires, avec *I. mytiloides* ;

b : 2,20 m ; bancs comparables aux précédents mais séparés par de larges lits plus marneux bleu-gris ; quelques concrétions centimétriques silicifiées vers le haut ;

Ensemble C :

c : 3,80 m ; calcarénite légèrement micacée, blanche, mais plus massive ;

d : 4,80 m ; tuffeau homogène, finement micacé, jaune paille, avec *Lewesiceras peramplum* ;

Ensemble D :

e : 0,15 m ; tuffeau micacé jaune paille, localement cohérent, parfois même silicifié sur quelques dm ; nombreux macrofossiles : E. *columba, L. peramplum, K. turoniense, R. kallesi, Eutrephoceras sublaevigatum, T. scabra, Arca, Pleurotomaria*...

Ensemble E :

f : sur 11 m ; tuffeau micacé homogène, friable, jaunâtre ; quelques « chenards » de petite taille, parfois plus volumineux, apparaissent dans la moitié supérieure ; présence de *C. fleuriausianum, R. kallesi.*

Au sommet, le tuffeau, plus sableux et glauconieux, pourrait déjà appartenir aux « Sables glauconieux ».

1.2.1.6. Cave Coopérative de St.-Cyr-en-Bourg (x = 417,68 ; y = 246,75)

Ensemble C :

a : sur 5,60 m ; tuffeau finement micacé, homogène, jaune paille ;

Ensemble D :

b : 0,40 m à 0,60 m ; niveau dénommé « Liron » selon l'appellation locale : « St.-Cyr-en-Bourg Fossil Bed » de HANCOCK, KENNEDY & WRIGHT, 1977 ; tuffeau cohérent, durci, partiellement silicifié, pétri de fossiles : *Exogyra columba* en très grand nombre dans toute la masse du banc, *Trigonia scabra, N. cephalotus, N. xetriformis, K. turoniense, J. revelierеanum, L. peramplum, C. fleuriausianum*...

Ensemble E :

c : 10,50 m ; tuffeau micacé friable avec nombreux « chenards », surtout dans la partie moyenne, répartis soit en lits de petites concrétions branchues, soit en masses ovoïdes pouvant atteindre 30 cm ;

Ensemble F :

d : sur 6,80 m ; tuffeau fin très micacé et sablo-glauconieux, à teinte verte assez prononcée, se pulvérisant sous les doigts, riche en nodules (3 à 7 cm) recimentés, gris clair, disposés en lits ou épars.

La teneur plus élevée en glauconie et en éléments détritiques (muscovite, quartz) fait attribuer cette couche à la partie inférieure de l'ensemble F – ou « Sables glauconieux » *auct.*, encore nommés « Sables jaunâtres » par AMÉDRO & BADILLET, 1978.

1.2.1.7. Château de Saumur (x = 417,63 ; y = 253,50)

Des excavations creusées au pied du Château de Saumur, face à la Loire, vers 1977, ont permis de suivre, au-dessus du Tuffeau de Saumur, une succession de couches formant l'ensemble F et souvent nommées « Sables glauconieux » (cf. LOUAIL, 1976). Une coupe du côteau de Saumur, semblable à celle-ci, a été décrite par COURTILLER en 1868 (*in* COUFFON, 1936) sur le versant opposé au gisement actuel, vers la rivière Thouet.

Ensemble E : partie supérieure du Tuffeau de Saumur.

a : sur 3,00 m ; tuffeau glauconieux très fin, verdâtre, friable, parsemé de nodules gréseux silicifiés gris de 1 à 5 cm ;

Ensemble F : « Sables glauconieux »

b : 2,50 m ; « tuffeau meuble » : sable calcaire fin, glauconieux, verdâtre, à noyaux gréseux ; nombreux Bryozoaires et petites Huîtres ;

c : 0,10 m ; lit d'*Exogyra columba* de grande taille ;

d : 4,70 m ; sable calcaire à nodules grésifiés, identique au lit *b* ;

e : 2,00 m ; grès calcaire glauconieux, jaune-verdâtre, taraudé de perforations et recouvert d'un enduit glauconieux avec de petits graviers phosphatisés ; les 60 cm du sommet sont très fossilifères : *Cardium, Arca, Trigonia, Cyprina,* Ostréidés, Bryozoaires...

f : 3,40 m ; sable micacé, glauconieux, très fin, verdâtre à jaune paille par altération ;

Ensembles G et H : « Sénonien »

g : 1,80 m; sables grossiers, très glauconieux, verts, entrecoupés de filets argileux, devenant plus graveleux à la base où l'on trouve des débris de Lamellibranches;

h : sur 12 m; sables quartzeux grossiers blancs à stratifications obliques; après une lacune d'observation d'environ 6 m viennent les « Grès à Sabalites » d'âge tertiaire.

1.2.2. *Litho-biophase et microfaciès* (F.R.)

Quarante plaques minces répertoriées suivant la méthode exposée au début du paragraphe 1.2.1. ont été taillées dans des échantillons représentatifs des coupes décrites précédemment. Leur examen vient préciser les caractères lithologiques macroscopiques dont l'essentiel est observable sur le terrain à l'œil nu ou à la loupe et au laboratoire à la loupe binoculaire. Mis à part les niveaux indurés et les nodules silicifiés ou « chenards », la majorité des échantillons a été soumise au préalable à un durcissement artificiel par imprégnation sous vide avec des résines synthétiques.

Par ailleurs, l'analyse des résidus de lavage menée parallèlement au tri et à la détermination des Foraminifères planctoniques et benthiques a conduit à définir les principaux éléments de la litho-biophase présentés au tableau de la Fig. 4.

Caractères pétrographiques des principaux ensembles lithologiques

– *Sables du Mans* (Cénomanien supérieur) : éch. La Tour. 1,8. Passées calcaréo-gréseuses de la carrière de la Tourte.

Grès carbonaté glauconieux, plus ou moins ferruginisé, à ciment sparitique, avec débris d'Ostréidés et quelques rares sections d'Hedbergelles.

– « *craie marneuse* » *: ensemble B* (Turonien inférieur *p.p.*) : échantillons Font. 3 et Font. 3,5.

Microsparite et sparite homogène, poreuse, à petits grains de glauconie et rares grains de quartz détritique. Biophase dominée par des spicules de Silicisponges dont l'axe est parfois comblé par de la glauconie; rares Bryozoaires, Serpules et débris d'Inocérames et d'Echinodermes; quelques sections de Foraminifères benthiques (Arénobuliminidés).

– *Tuffeau de Saumur, moitié inférieure : ensembles C et D* (Turonien moyen *p.p.*) : échantillons Font. 13, 16 et 19; Cun. -2,4, 2,65, 3 et 3,35; St-Cyr 0,10.

Sparite homogène, poreuse, calcarénitique, avec petits grains de glauconie et de quartz détritique assez rares, paillettes de muscovite rares. Biophase très dispersée avec spicules de Spongiaires (plus abondants dans la partie orientale du Saumurois), débris de Bryozoaires et de Lamellibranches, quelques Foraminifères benthiques (Arénobuliminidés, Gavelinellidés) et de rares sections de Foraminifères planctoniques hedbergelloïdes.

– *Tuffeau de Saumur, moitié supérieure : ensemble E* (Turonien moyen *p.p.*) : échantillons Cun. 4,9, 5,7, 8,8, 9,7; St-Cyr 11a, 11b; CH.S. 1-2.

Sparite poreuse, parfois un peu plus grossière que précédemment, à grains de glauconie plus nombreux, localement altérés et de teinte rousse; grains de quartz détritiques toujours de petite taille mais nettement plus abondants que dans la partie inférieure du Tuffeau de Saumur, comme d'ailleurs les paillettes de muscovite. Biophase avec quelques spicules de Spongiaires, Foraminifères benthiques, rares Bryozoaires.

Sur les granules sparitiques apparaissent de minuscules globules ou sphérules siliceux d'opale (cristobalite-tridymite, cf. équivalents dans le Tuffeau de Bourré, Planche 14) dont le nombre augmente considérablement au voisinage des cherts ou « chenards ».

Dans les « chenards », particulièrement bien représentés sur toute l'épaisseur de l'ensemble E, la texture du tuffeau est conservée avec ses granules carbonatés sparitiques, grains de glauconie et de quartz, paillettes de muscovite et biophase composée de quelques spicules et de Foraminifères benthiques épars. Les sphérules siliceux colmatent la paroi des pores qui sont eux-mêmes entièrement comblés par un ciment siliceux d'opale faiblement anisotrope avec teintes de polarisation très basses dans les gris de premier ordre.

– « *Sables glauconieux* » : *ensemble F* (Turonien moyen *p.p.* et T. supérieur ?) : échantillons St-Cyr 16, CH.S. 12.

Sables glauconieux et micacés, plus ou moins consolidés, avec granules carbonatés sparitiques et biophase dominée par les Bryozoaires, avec quelques débris de Lamellibranches et d'Echinodermes.

Le hard-ground de CH.S. 12 montre de gros grains de quartz et parfois de quartzite ainsi que de nombreux fragments de Bryozoaires, des débris d'Echinides, de Stellérides et d'Ostréidés.

1.2.3. *Définition des ensembles lithologiques*

L'examen des différentes sections et les corrélations envisagées entre les coupes conduisent à définir plusieurs unités lithostratigraphiques constantes dans toute la région de Saumur, soit du bas vers le haut (fig. 3) :

Ensemble A : équivalent latéral de la Craie à *Terebratella carantonensis,* Cénomanian supérieur élevé, et de la base glauconieuse de la « Craie marneuse », Turonien inférieur.

Epaisseur estimée de 2 à 3 m ; calcarénite verte très glauconieuse.

Ensemble B : « Craie marneuse » sans sa base glauconifère : Turonien inférieur.

Epaisseur estimée de 10 à 15 m ; bancs métriques de craie ou de calcarénite finement micacée, séparés par des interbancs marneux centimétriques ou décimétriques.

Ensembles C, D, E : Tuffeau de Saumur, Turonien moyen *pars.*

C : 8 à 12 m ; tuffeau homogène, jaune pâle, finement micacé ;

D : 0,40 m à 1,20 m ; dans la région de Cunault : tuffeau homogène, plus cohérent à la base (i), surmonté par un horizon repère simple ou double, avec nombreuses *Exogyra columba* (ii) ; l'épaisseur de cet ensemble D diminue du NW au SE de Saumur et simultanément, l'induration envahit la totalité du banc (« Liron » = St.-Cyr-en-Bourg Fossil Bed) qui livre alors des *E. columba* dans toute sa masse.

E : 8 à 13 m ; tuffeau fin, micacé, relativement friable, chargé de cherts ou de « chenards » disposés soit en lits de concrétions branchues de 3 à 8 cm, soit en nodules épars, globuleux, pouvant atteindre 30 cm de longueur ; dans la cave Petit Vau, cet ensemble est coiffé par un hard-ground bien développé (h.g. « Chènehutte »).

Ensemble F : « Sables glauconieux », Turonien moyen *pars* et ? T. supérieur *pars.*

Sables glauconieux verdâtres, friables, parsemés de Bryozoaires et de petites concrétions. Réduit dans la région de Chènehutte (0,60 m), l'ensemble F est développé à Saumur (13 m) avec intercalation dans la partie moyenne d'un niveau de grès calcaire très fossilifère.

Ensembles G, H : « Sables sénoniens »

G : épaisseur variable de 0,20 à Chènehutte jusqu'à 1,80 m à Saumur : sables grossiers, très glauconieux.

H : Sables quartzeux, grossiers, blancs, à stratifications obliques, absents (?) au NW de Saumur, mais bien développés dans la ville même (au moins 12 m) et au sud de celle-ci (vers Varrains).

Remarques : La Figure 3 fait apparaître d'importantes variations dans l'épaisseur des ensembles lithologiques les plus élevés (F, G, H) de part et d'autre de Saumur. L'ensemble D subit également un amincissement progressif du NW au SE et, localement, le développement de l'induration réalise une véritable dalle durcie qui constitue souvent le toit des exploitations souterraines. La couche de tuffeau immédiatement inférieure (sommet de l'ensemble C), homogène et dépourvue de « chenards », est alors appelée le « Tuffeau exploitable ».

Par comparaison avec la terminologie employée antérieurement (COUFFON, 1936, ALCAYDÉ, 1970), l'ensemble A représente en partie la Craie à *Terebratella carantonensis* et les Sables à *Catopygus obtusus* mais ces fossiles sont ici extrêmement rares. La Craie à *T. carantonensis* a été définie dans la Sarthe par TRIGER et, de ce fait, on ne peut utiliser ce terme en Anjou qu'avec beaucoup de prudence.

L'ensemble B équivaut à la « Craie marneuse » sans sa base glauconieuse. La totalité des ensembles C, D, E correspond au Tuffeau de Saumur tel qu'il est compris depuis les travaux de DE GROSSOUVRE (1889, 1901), ALCAYDÉ (1970), HANCOCK *et al.* (1977), AMÉDRO & BADILLET (1978).

Le Tuffeau de Saumur est défini à sa base par l'apparition du faciès tuffeau franc sans lits marneux et à son sommet par le développement de calcarénites quartzeuses friables appartenant à l'ensemble F ou « Sables glauconieux ».

1.3. INTERPRÉTATION SÉDIMENTOLOGIQUE (F.R., S.J.)

1.3.1. *Eléments d'analyse*

Cette interprétation s'appuie sur des observations résumées à la Figure 4. Elle prend en compte essentiellement : 1) les caractéristiques lithologiques ; 2) l'analyse de la biophase en lavage et en microfaciès ; 3) les données écologiques apportées par les associations de macrofaunes et de microfaunes.

1.3.2. *Interprétation en termes de milieux*

Cénomanien

Les Marnes à Ostracées, très pélitiques, témoignent d'une influence terrigène.

La présence de nombreux Ostréidés et la rareté des Foraminifères planctoniques, sauf à l'extrême sommet où se développent les « grosses Globigérines », suggèrent un milieu marin peu ouvert et peu profond avec rivage proche.

La coexistence d'un microplancton de Dinoflagellés prédominant diversifié et d'une microflore de grosses spores le confirme. Les Foraminifères ben-

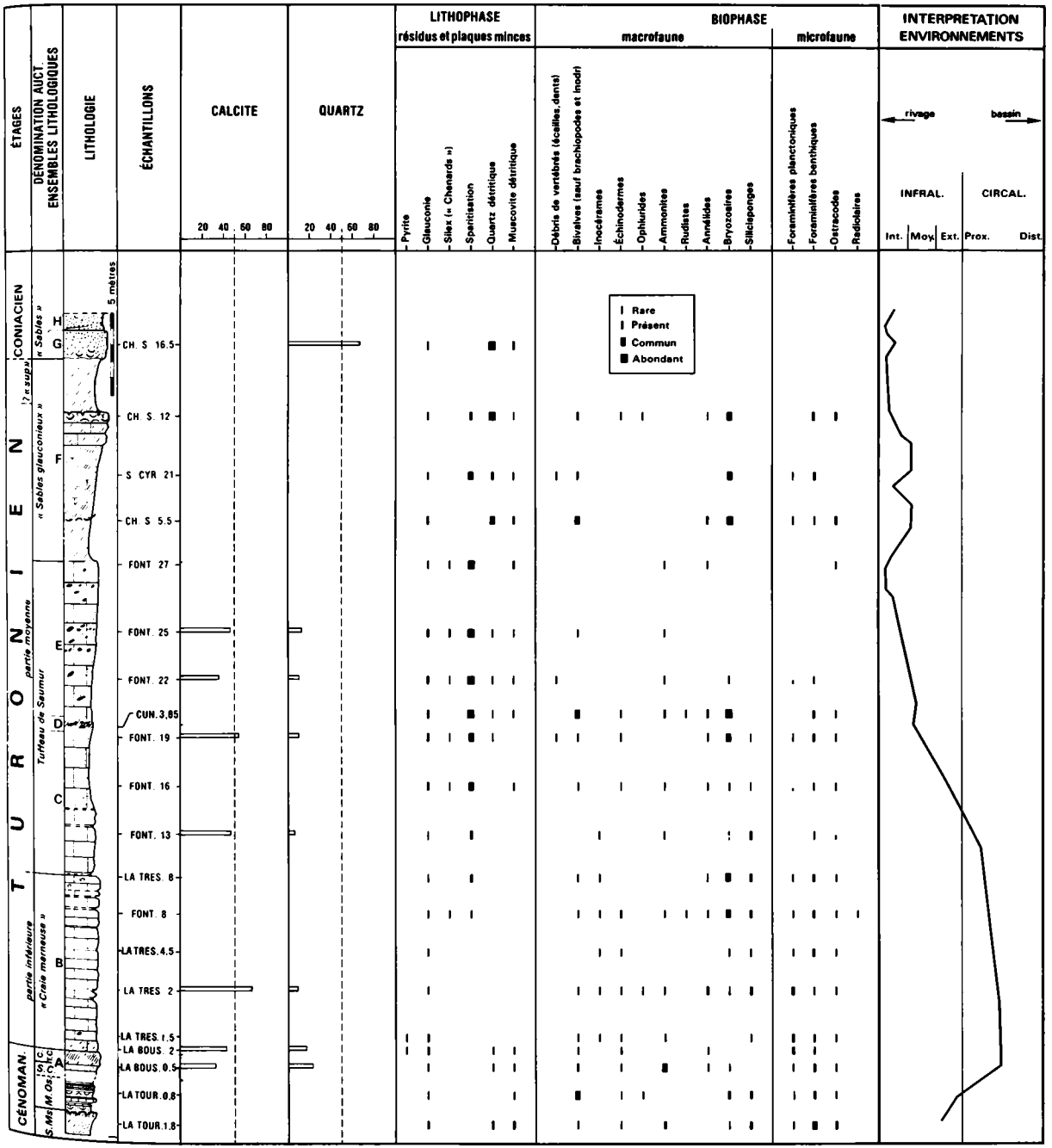


FIGURE 4

Données sédimentologiques et litho-biophase dans le Turonien du Saumurois

Lithological, biostratigraphical and sedimentological data in the Turonian of the Saumurois

thiques (Gavelinelles, Arénobuliminidés) indiquent un milieu marin de plate-forme externe.

Turonien

« Craie marneuse » (B)

Un certain nombre de critères convergent pour caractériser un milieu marin plus ouvert :

- pas de quartz détritique, ni de mica, mais glauconie commune à la base;
- Ostréidés rares, présence d'Inocérames, d'Ammonites, puis de Bryozoaires;
- Foraminifères planctoniques communs et même fréquents à la base : Hedbergelles, Whiteinelles, *Praeglobotruncana,* et Dicarinelles s'estompant ensuite au profit des benthiques (Arénobulimines, Gavelinellidés, Nodosariidés);
- abondance, diversité et bonne conservation du nannoplancton, témoin du maximum d'océanicité;
- large prédominance du microplancton marin de Dinoflagellés (90 - 99%) sur les petits pollens terrigènes.

L'ensemble de ces caractères fait penser à un milieu de plate-forme marine carbonatée, oxygénée, ouverte, proche du circalittoral, avec un niveau d'énergie faible et de très faibles influences terrigènes.

Le niveau marin semble être assez haut au début du dépôt de la craie à Inocérames et baisse régulièrement ensuite.

« Tuffeau de Saumur »

C : Dès le sommet de la « craie marneuse », l'augmentation du nombre des Bryozoaires, des Silicisponges, des Echinides et des Foraminifères benthiques, la diminution des représentants planctoniques, en particulier des nannofossiles et l'apparition de quartz détritique marquent une diminution sensible de la tranche d'eau.
Cette diminution de profondeur se poursuit dans le Tuffeau de Saumur.

D : Cette unité régionale est formée de deux niveaux à Exogyres distants de 1 à 1,5 m pouvant se condenser en un seul niveau de 0,50 m (« Liron », terme local).
L'ensemble est induré, durci en un hard-ground indiquant un arrêt de sédimentation avec vannage par courants probablement sur un haut-fond.
La macrofaune est abondante : Exogyres, Trigonies, Micrasters. Les Ammonites et les Rudistes isolés indiquent une communication avec le domaine mésogéen.

E : Cet ensemble est caractérisé par une biophase appauvrie : quelques Bivalves et Ammonites, benthiques rares, planctoniques rarissimes, absence de Bryozoaires et d'Annélides. La glauconie, toujours présente, laisse penser que le milieu n'a peut-être pas beaucoup changé par rapport à l'unité C mais que la sparitisation, forte, d'origine diagénétique, peut masquer le contenu fossilifère. La présence de mica et de quartz témoigne d'une légère reprise des apports détritiques. Le milieu pourrait être de type infralittoral externe.

« Sables glauconieux »

F : On note une dominante sablo-glauconieuse, micacée avec quelques récurrences plus carbonatées et des bioaccumulations à plusieurs niveaux (Exogyres, Trigonies). L'absence d'Ammonites, de Foraminifères planctoniques, sauf exception, et la rareté des Nannofossiles, indiquent une faible ouverture vers la mer, une mauvaise oxygénation du milieu et une faible tranche d'eau.
Il pourrait s'agir d'un milieu infralittoral à littoral qui se poursuit en G et H.

Sur les arguments biostratigraphiques, le niveau F de Saumur doit correspondre à la partie supérieure du Tuffeau de Bourré et au Tuffeau jaune à caractère marin plus profond. L'existence dans le Tuffeau jaune de nombreux niveaux de hard-ground laisse supposer que des mouvements verticaux ont pu affecter la Touraine; ces mouvements auraient eu une ampleur plus importante dans le Saumurois. Le parallélisme du phénomène de régression apparente en Touraine et dans le Saumurois renforce l'hypothèse simultanée d'une régression marine, d'ailleurs connue dans presque tout le Bassin de Paris et responsable de la diminution de la tranche d'eau.

1.4. AMMONITES DU SAUMUROIS (F.A., G.B.)

Remarques : Afin d'alléger les textes traitant de la biostratigraphie, les citations de fossiles apparaîtront sans les noms d'auteur qui figurent par contre sur tous les tableaux de répartition. Des exceptions existent toutefois pour les fossiles non repris dans les tableaux.

1.4.1. *Historique*

D'ORBIGNY est le premier à avoir décrit dans la

Paléontologie française (1840-1842) puis dans le Prodrome (1850) deux espèces du Tuffeau de Saumur : « *Ammonites fleuriausianus* » et « *A. turoniense* ». Quelques années plus tard, dans sa note sur les « Ammonites du Tuffeau », COURTILLER (1867) dresse un inventaire de la faune et reconnaît : « *Ammonites Woolgari, A. Peramplus, A. Lewesiensis, A. Fleuriausianus, A. Deverianus* »; en outre, il décrit « *A. Cephalotus, A. Reveliereanus* et *A. Salmuriensis* ».

Les Ammonites du Tuffeau de Saumur ne font plus ensuite l'objet d'aucune étude, mise à part la tentative par DE GROSSOUVRE (1900, 1901) de situer la place de l'« assemblage du Tuffeau » au sein de l'étage Turonien.

Depuis quelques années, le regain d'intérêt marqué pour les stratotypes détermine le développement de nouvelles recherches orientées suivant deux directions :

– d'une part, une révision systématique des principaux genres : KENNEDY & WRIGHT (1979, 1979[a]), KENNEDY, WRIGHT & HANCOCK (1980[a], 1980[b], 1980[c]),

– d'autre part, une étude détaillée du contenu des formations afin de définir les événements biostratigraphiques permettant de justifier au mieux les coupures principales : HANCOCK *et al.* (1977), AMÉDRO & BADILLET (1978). Ces derniers individualisent pour la première fois deux zones d'Ammonites dans le Tuffeau de Saumur : à la base une Assemblage-zone à *Spathites (Jeanrogericeras) revelierеanum* (synonyme de l'A.-z. à *Kamerunoceras turoniense* utilisée ci-après), au sommet une A.-z. à *Lecointriceras fleuriausianum* (synonyme de l'A.-z. à *R. kallesi* utilisée ci-après).

De nouvelles récoltes permettent maintenant de compléter les résultats obtenus.

1.4.2. *Repères biostratigraphiques* (Fig. 5)

Les recherches de macrofaunes, relativement aisées dans les affleurements à ciel ouvert, deviennent plus aléatoires dans l'obscurité des anciennes carrières souterraines de tuffeau. Malgré la difficulté à suivre dans ces conditions des repères lithologiques précis, l'examen méthodique du toit des galeries ainsi que des déblais de tuffeau restés sur place a permis la récolte de près de 400 Ammonites dont certaines de grande taille (plus de 70 cm de diamètre). La distribution verticale du matériel s'établit ainsi dans les ensembles lithologiques définis précédemment.

A : L'absence de coupe fraîche et l'exiguité du seul affleurement visible (La Boussinière) limitent considérablement les recherches. Plusieurs spécimens de *Sciponoceras* cf. *gracile* et *Euomphaloceras (Kanabiceras) septemseriatum* ont cependant été découverts.

B : Dans la carrière de La Trésorerie, *Mammites nodosoides* existe fréquemment à la base de l'ensemble (9 ex. dans les 3 mètres inférieurs du lit b) puis subsiste occasionnellement (3 ex.) jusqu'à 2,50 m du sommet, accompagné alors de *Lewesiceras* cf. *peramplum*.

C : *Spathites (Jeanrogericeras) revelierеanum* apparaît dans les 50 cm inférieurs à la carrière de La Trésorerie (lit d : 2 ex.). Plus haut, les récoltes effectuées au niveau des caves dans la couche de tuffeau exploitable ont livré un riche assemblage : 124 ammonites qui se répartissent en : *Neoptychites cephalotus* 6,5%, *N. xetriformis* 0,8%, *S. (J.) revelierеanum* 25,0%, *S. (J.) combesi* 0,8%, *Kamerunoceras turoniense* 15,3%, *Collignoniceras woollgari* 2,4%, *Lecointriceras costatum* KENNEDY, WRIGHT & HANCOCK et *Lewesiceras* sp. 3,2%, *Lewesiceras peramplum* 46,0%, auxquels il faut ajouter *Fagesia rudra* (1 exemplaire non comptabilisé).

D : Dans la région de Cunault, deux faunes successives sont individualisées.

A la base, le tuffeau cohérent, plus ou moins silicifié, livre un matériel occasionnel, mais comparable à celui des niveaux inférieurs : *S. (J.) revelierеanum* (2 ex.), *K. turoniense* (2 ex.), *L. peramplum* (1 ex.).

Au sommet, dans l'horizon à *Exogyra columba*, les espèces précédentes disparaissent. Elles sont alors remplacées par un assemblage bien distinct, caractérisé par l'apparition de *Lecointriceras fleuriausianum* (2 ex.), *Lecointriceras sp.* (2 ex.), *Romaniceras kallesi* (3 ex.) et la persistance de *Lewesiceras peramplum* (2 ex.).

Au sud-est de Saumur, le développement du phénomène d'induration qui donne naissance au « Liron » (= « St.-Cyr-en-Bourg Fossil Bed » de HANCOCK *et al.*, 1977) détermine la condensation des deux faunes. C'est à ce niveau fossilifère, aujourd'hui bien visible dans la déviation de Varrains, la zone industrielle de Chacé et au toit des caves de St.-Cyr-en-Bourg, que sont rapportés la plupart des fossiles figurés par KENNEDY *et al.* (1980), sur du matériel de musée. Mais si le « Liron » contient de nombreux fossiles bien conservés, son caractère de niveau condensé lui enlève beaucoup d'intérêt stratigraphique, en particulier pour appuyer une zonation. Les 160 spécimens provenant du « Liron » se classent ainsi : *Tragodesmoceras courtilleri* 0,6%, *Lewesiceras peramplum* 22, 5%, *Neoptychites cephalotus* et *N. xetriformis* 19,4%, *Spathites (Jeanroge-*

riceras) reveliereanum 6,3%, *Kamerunoceras turoniense* 21,2%, *Romaniceras kallesi* 8,1%, *Collignoniceras woollgari* 7,5%, *Lecointriceras fleuriausianum* 14,4%. A cette liste, s'ajoutent *Vascoceras sp., Fagesia rudra* et *Collignoniceras carolinum* cités par KENNEDY *et al.* (1979, 1980) sur des collections de musées, ainsi que *Puzosia (Puzozia)* cf. *curvatisulcata* (1 exemplaire non comptabilisé).

E : L'assemblage apparu dans l'horizon à *E. columba* persiste et les populations respectives de chaque genre se développent à l'exception des *Lewesiceras* qui régressent. Les 112 exemplaires conservés comme moules internes silicifiés au sein des « chenards » se répartissent ainsi : *Lewesiceras peramplum* 17,9%, *Romaniceras kallesi* et aff. 13,4%, *Collignoniceras woollgari* 6,2%, *Lecointriceras fleuriausianum*, 62,5%.

F : La base livre encore *Romaniceras* cf. *kallesi* (2 ex.) *L. fleuriausianum* (2 ex.) et *Lewesiceras sp.* (1 ex.). Plus haut, les faciès sableux de la masse de l'ensemble F et des ensembles lithologiques G et H n'ont plus fourni de Céphalopodes malgré de patientes recherches.

L'analyse de la répartition des fréquences des familles et des genres à travers le Tuffeau de Saumur (Fig. 6) apporte aussi des renseignements intéressants. Outre les disparitions des *Neoptychites*, des *Spathites (Jeanrogericeras),* des *Kamerunoceras* dans l'ensemble D, et le relai de ces derniers par les *Romaniceras*, elle permet de suivre l'évolution des genres qui traversent toute la succession. Les *Lewesiceras* régressent ainsi progressivement et passent de 46% en C à 18% en E. A l'opposé, les *Lecointriceras*, d'abord peu nombreux en C (3,2%), pullullent ensuite brutalement : 62,5%. Enfin les *Collignoniceras* restent constamment occasionnels.

1.4.3. *Discussion et biozonation*

L'inventaire actualisé des espèces recueillies dans le Saumurois montre clairement que les Ammonites n'existent pas dans la totalité de l'étage Turonien de d'ORBIGNY (1842-1847). Suivant les résultats de cette étude, les formations indexées par les Ammonites correspondent dans le Saumurois à la partie inférieure et à la base de la partie moyenne du Turonien. Malgré cette limitation, la série décrite ici, et principalement celle du Tuffeau de Saumur, revêt un intérêt exceptionnel. Elle est en effet pratiquement la seule dans le domaine nord-européen où l'on puisse recueillir une faune suffisamment abondante pour reconnaître une succession d'Assemblage-zones à la base de la partie moyenne du Turonien.

Nous définirons maintenant les différentes biozones mises en évidence dans le Saumurois.

Cénomanien supérieur :

Interval-zone à *Metoicoceras geslinianum*

Seule la partie supérieure de l'I.-z. à *M. geslinianum* est identifiée pour l'instant sur le terrain dans le Saumurois avec *Sciponoceras* cf. *gracile* et *Euomphaloceras septemseriatum* (partie inférieure de l'ensemble A). Le manque d'affleurement n'a pas encore permis la récolte du genre *Metoicoceras* dont l'apparition marque la limite inférieure de la zone, mais il a été reconnu en collection (KENNEDY *et al.*, 1981).

Il est intéressant cependant de signaler la découverte un peu plus bas dans la série (La Tourte), dans la Formation des Marnes à *Pycnodonte biauriculata* d'une riche faune d'Ammnonites datée du Cénomanien supérieur (AMÉDRO, BADILLET & ROBASZYNSKI, 1980). Celle-ci permet en effet de subdiviser pour la première fois l'A.-z. à *Calycoceras naviculare* du Bassin de Paris en deux horizons : l'un, inférieur, à *Calycoceras bruni*, l'autre, supérieur, à *Pseudocalycoceras moustieriensis*.

Turonien inférieur :

Assemblage-zone à *Mammites nodosoides*

En l'absence de *Watinoceras* dans les coupes étudiées, le Turonien est considéré ici comme débutant avec l'apparition de *M. nodosoides* (ensemble B et sommet de l'ensemble A). A Saumur, l'espèce existe occasionnellement dans toute la zone mais apparaît plus fréquente dans sa partie inférieure. C'est la première fois que la répartition verticale de *M. nodosoides* est suivie dans les tuffeaux de la région stratotypique, les citations antérieures (LECOINTRE, 1959; ALCAYDÉ, 1968) correspondant à des individus isolés et de provenance incertaine.

Par comparaison avec l'A.-z. à *M. nodosoides* du Boulonnais (AMÉDRO *et al.*, 1989, AMÉDRO *in* ROBASZYNSKI & AMÉDRO (coord.), 1980) qui a livré 246 spécimens répartis en six genres : *Puzosia, Lewesiceras, Mammites, Fagesia, Metasigaloceras, Paramammites*, la faune du Saumurois semble pauvre avec seulement deux espèces : *M. nodosoides* et *L.* cf. *peramplum*. Il faut cependant tenir compte des conditions de gisement très différentes dans les deux régions : falaises d'une part, petites carrières éphémères de l'autre. Des récoltes ultérieures permettront sans doute de préciser si les écarts observés sont liés uniquement à un matériel insuffisant dans le strato-

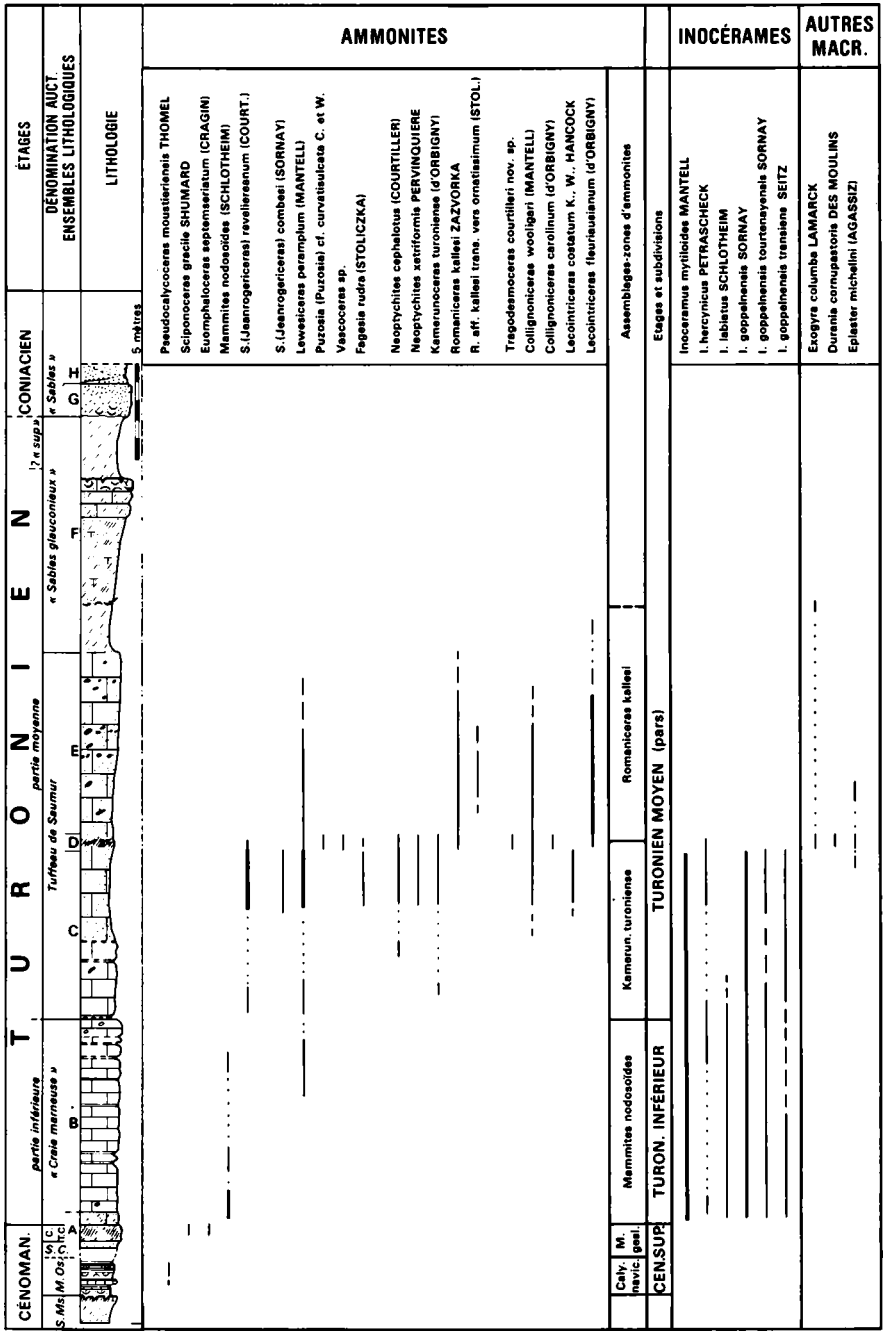


FIGURE 5

Distribution verticale des espèces d'Ammonites, d'Inocérames et d'autres macrofossiles récoltés dans le Turonien du Saumurois

Range chart of Ammonites, Inocerams and other macrofossils from the Turonian of the Saumurois

type ou s'ils sont aussi le reflet de facteurs paléobiogéographiques.

Turonien moyen :

Si l'on accepte la priorité donnée aux Ammonites depuis d'ORBIGNY, 1842, la partie moyenne du Turonien est actuellement définie par l'apparition de *Collignoniceras woollgari* (WRIGHT, 1957; MATSUMOTO, 1976, 1977; COBBAN & SCOTT, 1972; HANCOCK, KENNEDY & WRIGHT, 1977; AMÉDRO *et al.*, 1978; COBBAN & HOCK, 1979; KENNEDY *et al.*, 1980; ROBASZYNSKI & AMÉDRO (coord.), 1980). La rareté habituelle des Céphalopodes dans de nombreux faciès du Turonien a cependant amené d'une part l'usage d'autres marqueurs stratigraphiques comme les Inocérames, d'autre part le recours aux sous-étages Ligérien, Saumurien et Angoumien dont le sens originel est différent des divisions reconnues aujourd'hui. Les principales acceptions des sous-étages du Turonien engendrées de cette manière sont résumées dans la Figure 7, face au découpage actuel. Il convient en particulier de remarquer que le groupe d'*Inoceramus labiatus-mytiloides* subsiste encore longtemps après l'apparition de *C. woollgari* (KAUFFMAN, COBBAN & EICHERT, 1976; AMÉDRO & BADILLET, 1978; ROBASZYNSKI & AMÉDRO (coord.), 1980; ce travail). L'extension de *I. labiatus* correspond donc à la partie inférieure du Turonien (A.-z. à *M. nodosoides*) mais aussi à la base de la partie moyenne de l'étage (A.-z. à *K. turoniense* = moitié inférieure de la zone à *C. woollgari*). L'équivalence couramment admise « zone à *I. labiatus* = Turonien inférieur » n'est pas exacte.

Comme il a déjà été dit précédemment, la faune d'Ammonites du Tuffeau de Saumur revêt un intérêt exceptionnel par sa richesse et sa parfaite localisation stratigraphique. L'importance du matériel recueilli, unique à ce niveau en Europe occidentale (près de 400 exemplaires), tient sans doute à la nature même du tuffeau. Celui-ci représente, en effet, un faciès beaucoup plus marginal que les craies, notoirement peu fossilifères, du centre et du nord du bassin anglo-parisien. Deux zones d'Ammonites sont individualisées au sein du Tuffeau de Saumur :

Assemblage-zone à *Kamerunoceras turoniense*

Cette zone est synonyme de l'A.-z. à *Jeanrogericeras reveliereanum* de AMÉDRO & BADILLET (1978). Le caractère disparate des faunes n'avait pas permis alors d'établir une zonation phylétique. La révision récente des Acanthoceratidae (Euomphaloceratinae) du Turonien type par KENNEDY & WRIGHT (1979), KENNEDY, WRIGHT & HANCOCK (1980), révèle maintenant l'existence d'une lignée *Kamerunoceras/Romaniceras* avec succession de plusieurs taxons dans ce dernier genre : *R. kallesi, R. ornatissimum, R. deverianum.* Dans un souci de logique, semblable à celui déjà adopté pour l'Albien et le Cénomanien (AMÉDRO *in* ROBASZYNSKI & AMÉDRO (coord.), AMÉDRO, 1981), une **biozonation phylétique** d'Euomphaloceratinae peut être proposée au moins pour la partie moyenne du Turonien. Celle-ci justifie le remplacement comme index de l'Assemblage-zone de *S. (J.) reveliereanum* (Acanthoceratidae, Euomphatoceratinae) qui, dans l'état actuel des connaissances, présente la même répartition verticale.

L'A.-z. à *K. turoniense* comprend, outre l'index de zone : *Lewesiceras peramplum* (abondant), *S. (J.) reveliereanum* (fréquent), *S. (J.) combesi, Fagesia rudra, Neoptychites cephalotus, N. xetriformis, Collignoniceras woollgari, Lecointriceras costatum.* Elle correspond aux ensembles C et D inférieur.

Assemblage-zone à *Romaniceras kallesi*

Comme pour la zone à *K. turoniense,* le souci d'établir une zonation phylétique homogène entraîne la substitution de *Romaniceras kallesi* (Acanthoceratidae, Euomphaloceratinae) à *Lecointriceras fleuriausianum* (Collignoniceratidae) antérieurement retenu par AMÉDRO & BADILLET (1978) pour nommer la zone.

Le contenu de l'A.-z. à *R. kallesi* est le suivant : *Lewesiceras peramplum, Romaniceras kallesi, R.* aff. *kallesi* transitionnel à *R. ornatissimum* (ex.), *Colligno-niceras woollgari, Lecointriceras fleuriausianum* (abondant). Elle correspond aux ensembles D supérieur, E, et une partie de F.

Remarque. HANCOCK, KENNEDY & WRIGHT (1977) ont créé une zone à *Romaniceras hispanicum* WIEDMANN (= *R. kallesi* ZAZVORKA) pour la faune du St.-Cyr-en-Bourg Fossil Bed (« Liron »), pensant avoir découvert là le seul horizon fossilifère du Tuffeau de Saumur. Comme nous l'avons montré, le « Liron » est en réalité un niveau condensé, situé à la charnière de l'A.-z. à *K. turoniense* et de l'A.-z. à *R. kallesi.* Les fossiles qu'il contient sont donc d'âges différents; c'est d'ailleurs la raison pour laquelle deux espèces uniquement recueillies là : *Tragodesmoceras courtilleri* nov. sp. et *Vascoceras* sp. n'ont pas été rapportées à l'une ou l'autre zone. Le sens accordé à la zone à *R. hispanicum* par HANCOCK *et al.,* 1977, correspond à la totalité de la faune du Tuffeau de Saumur alors que l'A.-z. à *R. kallesi* définie ici a un sens plus restreint. Elle correspond seulement à la partie supérieure du Tuffeau de Saumur ou l'index existe réellement.

Les recherches entreprises ailleurs en France (Vallée du Rhône notamment) suggèrent que l'A.-z. à *K. turoniense* et l'A.-z. à *R. kallesi* ne sont pas localisées au Saumurois. Leur usage pourrait donc être généralisé dans l'avenir. Enfin, il faut abandonner l'idée suivant laquelle le Tuffeau de Saumur est simplement un équivalent latéral du Tuffeau de Bourré (LECOINTRE, 1956; HANCOCK *et al.,* 1977; ALCAYDÉ, 1980). *Romaniceras kallesi* existe en effet (2 ex.) jusqu'au toit du Tuffeau de Saumur alors que seul *R. ornatissimum* est

recueilli à Bourré. La superposition relative des Tuffeaux proposée par DE GROSSOUVRE (1901) : Tuffeau de Saumur/ Tuffeau de Bourré/Tuffeau de Poncé reste encore la proposition la plus satisfaisante dans l'état actuel des connaissances.

Ensembles lithologiques		C	D	E
MUNIERICERATIDAE			0,6	
PACHYDISCIDAE		46,0	22,5	17,9
ACANTHOC.	VASCOCERATINAE	7,3	19,4	
	MAMMITINAE	25,8	6,3	
	EUOMPHALOCERATINAE	15,3	29,3	13,4
COLLIGNONICERATIDAE		5,6	21,9	68,7
Tragodesmoceras			0,6	
Lewesiceras		46,0	22,5	17,9
Neoptychites		7,3	19,4	
Spathites (Jeanrog.)		25,8	6,3	
Kamerunoceras		15,3	21,2	
Romaniceras			8,1	13,4
Collignoniceras		2,4	7,5	6,2
Lecointriceras		3,2	14,4	62,5
Nombre de spécimens		124	160	112

FIGURE 6

Fréquence des familles et des genres d'Ammonites dans le Turonien du Saumurois

Abundance of the families and genera of Ammonites in the Turonian of the Saumurois

1.4.4. *Position et statut du sous-étage Saumurien*

Le sous-étage Saumurien du Turonien est créé par DE GROSSOUVRE (1901), pour remplacer le terme de Ligérien COQUAND (1857) pré-employé par DE ROUVILLE (1853) pour une subdivision du Tertiaire. La définition originale (DE GROSSOUVRE, 1901, p. 783) indique « *... je propose en conséquence de le remplacer [le Ligérien] par celui de Saumurien, le Tuffeau de Saumur étant un des meilleurs types de cette zone et possédant une faune bien caractéristique dont les éléments sont parfaitement définis grâce aux travaux de COURTILLER.* »

Cette définition, basée à la fois sur un terme lithologique : le Tuffeau de Saumur, et sur un contenu paléontologique : celui donné par COURTILLER, 1867, est claire et précise. En termes actuels de zonéostratigraphie, elle correspond à l'Assemblage-zone à *K. turoniense* et à l'A.-z. à *R. kallesi.* Les informations apportées dans la suite du texte (DE GROSSOUVRE, 1901, p. 785 et tableau 37) introduisent malheureusement de nombreuses confusions. En posant, par définition, que le Saumurien représente la base de l'étage Turonien, DE GROSSOUVRE identifie en effet aussi au Saumurien la « craie à *Inoceramus labiatus, Neoptychites peramplus, N. lewesiensis, Mammites nodosoides, M. rusticus* » du Blanc-Nez et de l'Angleterre. La répartition de ces espèces est maintenant bien établie dans le Nord de la France (AMÉDRO *in* ROBASZYNSKI & AMÉDRO (coord.), 1980) et correspond à l'A.-z. à *Mammites nodosoides* qui, à Saumur, est antérieure à la faune spécifique du Tuffeau.

Ainsi, suivant la définition originelle de DE GROSSOUVRE (1901, p. 783), le Saumurien correspond dans la division tripartite actuelle du Turonien (POWELL, 1965, COBBAN & SCOTT, 1972, WIEDMANN & KAUFFMAN, 1976, MATSUMOTO *et al.*, 1976, HANCOCK, KENNEDY & WRIGHT, 1977, ROBASZYNSKI & AMÉDRO (coord.), 1980) à la partie inférieure du Turonien moyen.

Par contre, dans la description élargie de DE GROSSOUVRE (1901, p. 785), le Saumurien rassemble, toujours dans une division tripartite de l'étage, le Turonien inférieur et la base du Turonien moyen.

Enfin, dans l'acception reconnue à l'époque où le Turonien était divisé en deux (DE GROSSOUVRE, 1901, REYMENT, 1955, FREUND & RAAB, 1969), le Saumurien serait l'équivalent du Turonien inférieur.

Les différentes conceptions sont résumées dans la Figure 7. Devant une telle confusion, il semble préférable d'abandonner définitivement l'usage du sous-étage Saumurien, mal défini par son auteur et source perpétuelle d'ambiguités.

1.4.5. *Appendice paléontologique*

Ordre Ammonoidea ZITTEL, 1884.

Superfamille Desmoceratacea ZITTEL, 1895.

Famille Muniericeratidae WRIGHT, 1952.

Genre *Tragodesmoceras* SPATH, 1922.

Générotype *Desmoceras clypealoides* LEONHARD, 1897.

LES SOUS-ÉTAGES DU TURONIEN EN FRANCE

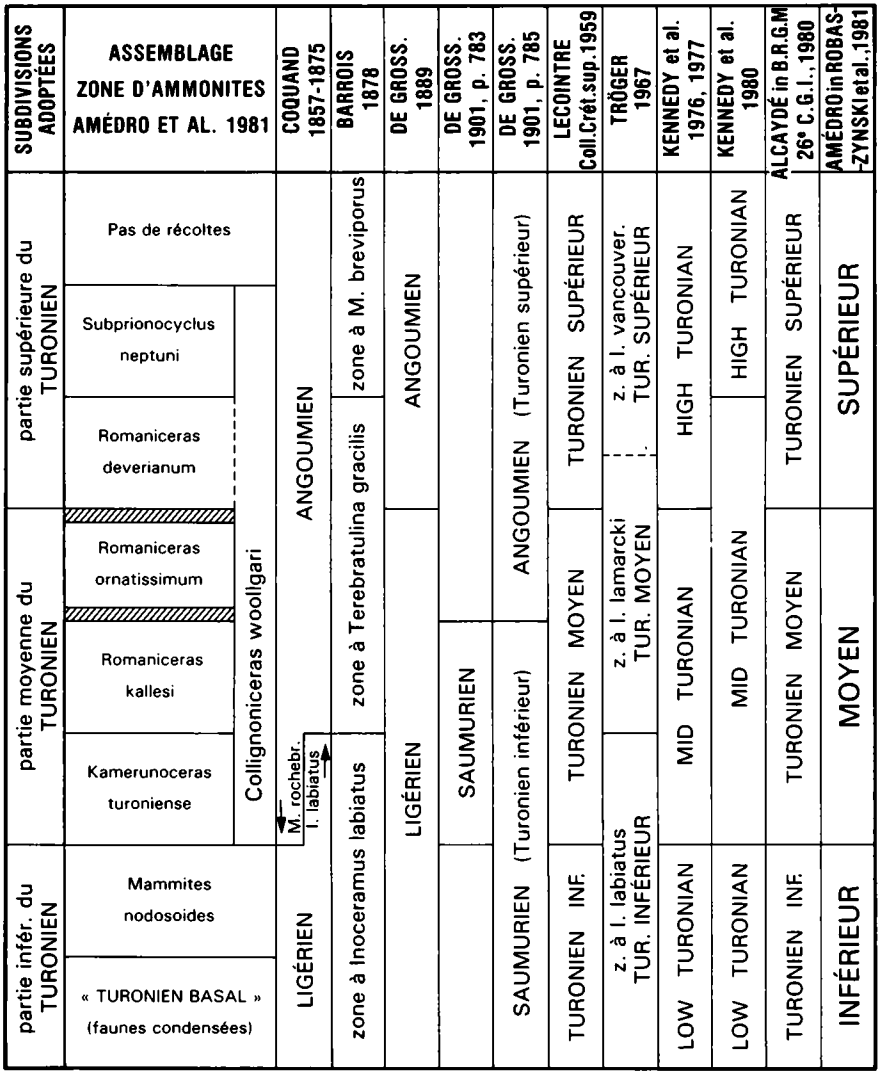


FIGURE 7

Les subdivisions du Turonien : quelques conceptions développées depuis la création de l'étage

The subdivision of the Turonian : some definitions since the stage has been established

Tragodesmoceras courtilleri AMÉDRO & BADILLET nov. sp.
(Pl. 4, fig. 1a-b)

Origine du nom : Espèce dédiée à M.A. Courtiller, géologue angevin du XIX[e] siècle.

Holotype : Un phragmocône, coll. BADILLET n° 170, du « Liron » (ensemble D) de la zone industrielle de Chacé au sud de Saumur.

Lieu de dépôt : Muséum d'Histoire naturelle d'Angers. Coll. G.B n° 170.

Dimensions :

	Ø	H		E		O		H/E
	mm	mm	%	mm	%	mm	%	
Côte I forte	108	43	39.8	44	40.7	32	29.6	0,97
Côte II	94	37	39,3	40	42,5	30	31,9	0,92
–	–	33	–	–	–	1		

Diagnose : Tragodesmoceras modérément involute, à section légèrement plus large que haute. La costulation, assez fine et dense (29 côtes par demi-tour au diamètre de 105 mm) se compose de côtes primaires alternant le plus souvent avec une côte secondaire. Périodiquement, une côte primaire se développe plus fortement (3 par demi-tour).

Description. L'holotype et unique exemplaire est un moule interne montrant la totalité d'un phragmocône adulte et la naissance de la chambre d'habitation. La coquille, légèrement involute, présente une section ogivale à peine plus large que haute. Le maximum d'épaisseur est atteint au tiers interne des flancs. L'ornementation se compose de côtes primaires qui naissent au niveau d'un mur ombilical vertical. D'abord légèrement sigmoïdes, elles s'incurvent brutalement vers l'avant, au tiers externe des flancs, et forment sur la région ventrale un chevron bien marqué. Entre les côtes primaires s'intercale régulièrement une côte secondaire (plus rarement deux) qui naît assez bas sur les flancs. Aucune côte ne porte trace de tuberculation. Périodiquement, une côte primaire se développe plus fortement (3 par demi-tour) et apparaît en relief par rapport au reste de la costulation, par ailleurs très fine. Au diamètre de 105 mm, on compte 29 côtes par demi-tour. La ligne de suture n'a pu être relevée.

Discussion. SPATH (1922) crée le genre *Tragodesmoceras* pour un groupe d'Ammonites ayant un ventre arqué, étroitement crénelé : *Desmoceras clypealoides* LEONHARD, *Ammonites hernensis* SCHLÜTER, *A. clypealis* SCHLÜTER, *Puzosia muelleri* DE GROSSOUVRE. Un certain nombre de ces espèces sont rapportées à d'autres genres par MATSUMOTO, 1954, comme *Puzosia (Puzosia) hernense* et *Nowakites muelleri.* Ainsi restreint, le genre *Tragodesmoceras* est, d'une part, assez rare, d'autre part, limité à la fois dans le temps et dans l'espace.

Mis à part *T. clypeale* (peut être un *Muniericeras*) et *T. berense* COLLIGNON, cités dans le Santonien, respectivement en Allemagne et à Madagascar, toutes les espèces connues proviennent du Turonien. Mais, là encore, en dehors du générotype *T. clypealoides* qui vient d'Allemagne et de *T. mauryae* KENNEDY & WRIGHT récemment décrit du Tuffeau de Bourré, le genre *Tragodesmoceras* reste surtout localisé aux USA. *T. ashlandicum* (ANDERSON) est connu dans le Turonien de l'Oregon tandis que trois espèces discutées par COBBAN (1971), COBBAN & SCOTT (1972), COBBAN & HOOK (1979) se relayent dans la partie inférieure et moyenne du Turonien du Western Interior :

T. bassi MORROW; zone à *Mammites nodosoides* et base de la zone à *C. woollgari*, s.-z. à *C. woollgari woollgari*).

T. socorroense COBBAN & HOOK; z. à *C. woollgari* (s.-z. à *C. woollgari woollgari*).

T. carlilense COBBAN; z. à *C. woollgari* s.-z. à *C. woollgari regulare*).

Pour cette raison, l'exemplaire recueilli dans le Tuffeau de Saumur est particulièrement intéressant.

Rapports et différences. Tragodesmoceras courtilleri nov. sp. diffère du générotype *T. clypealoides* (LEONHARD) par sa section plus arrondie, son ombilic beaucoup moins involute et le développement de trois fortes côtes primaires par demi-tour. Les mêmes caractères associés à une costulation très fine l'écartent également de la plupart des autres espèces du genre : *T. mauryae, T. clypeale* (SCHLÜTER), *T. ashlandicum* (ANDERSON), *T. carlilense* COBBAN, *T. socorroense* COBBAN & HOOK. L'espèce la plus proche est sans doute *T. bassi* MORROW, à la fois par la forme de la section (bien que plus comprimée) et la taille de l'ombilic. L'absence de côtes primaires périodiquement plus développées et la densité costale plus faible (18 à 22 côtes par demi-tour) séparent cependant nettement *T. bassi* de *T. courtilleri.*

Horizon et localité. Assemblage-zones à *K. turoniense* et à *R. kallesi,* condensées dans le « Liron » à Chacé (x = 418,50; y = 248,55).

1.4.6. *Figurations, Planches*

Un certain nombre d'Ammonites recueillies dans le Tuffeau de Saumur sont figurées dans les Planches 2 à 6. Plusieurs spécimens proviennent cependant de la carrière de Tourtenay qui n'est pas décrite dans le présent travail. Bien que la section de Tourtenay soit relativement éloignée géographique-

ment de Saumur (elle est située à 23 km au sud de Saumur dans la direction de Thouars), la parfaite conservation des fossiles et l'identité en faciès tuffacé des ensembles lithologiques définis dans le Saumurois autorisent l'utilisation du matériel pour l'illustration.

1.5. Inocérames du Saumurois (J.S.)

La faune d'Inocérames du Turonien de la région de Saumur, déjà étudiée partiellement par Badillet & Sornay (1980), est à la fois limitée stratigraphiquement, riche en individus, très homogène et très constante sur tout le territoire étudié. Enfin, elle est relativement pauvre en espèces.

On a pu déterminer 219 exemplaires; mais ce nombre donne une idée fausse de l'abondance des individus. Il faudrait au moins le tripler pour rendre compte de tous les spécimens incomplets ou fragmentaires qui ont été rencontrés.

1.5.1. *Les espèces rencontrées*

Le tableau de répartition des espèces (Fig. 5) montre que la faune reste très homogène sur toute l'épaisseur de la série sédimentaire ayant fourni des Inocérames. De la base de l'ensemble B jusqu'à l'ensemble D (« Liron »), ce sont les mêmes espèces que l'on trouve. Mais cette faune si abondante en individus est pauvre en espèces. On y trouve *I. mytiloides, I. goppelnensis* avec ses deux sous-espèces *transiens* et *tourtenayensis, I. hercynicus* et *I. labiatus.* Les trois premières formes citées représentent à elles seules 88% du matériel étudié. Les fréquences relatives sont les suivantes : *I. mytiloides* = 34%, *I. goppelnensis* = 32%, *I. goppelnensis transiens* compté avec *I. goppelnensis tourtenayensis* = 22%, *I. hercynicus* = 8%, *I. labiatus* = 4%.

1.5.2. *Discussion sur la valeur zonale des Inocérames dans le Turonien*

Il est impossible dans la région de Saumur de distinguer les zones reconnues par Kauffman (1976, 1977, p. 209) dans le domaine euro-américain. Les espèces qui, pour cet auteur, sont distribuées zonalement, se retrouvent ici toutes ensembles et cela dans une série non condensée d'une vingtaine de mètres d'épaisseur.

Pour plus de détails, la Figure 8 fait apparaître la répartition des Inocérames dans la carrière de La Trésorerie où les fossiles ont pu être récoltés en place. Cette carrière montre le sommet de l'ensemble A, la totalité de l'ensemble B et la base de l'ensemble C. Les extensions indiquées montrent bien qu'il n'y a pas de répartition zonale des espèces. Tout au plus peut-on penser que *I. mytiloides* débute avant les autres espèces et en particulier avant *I. goppelnensis* (= *I. mytiloides opalensis* et ssp. Kauffman 1977), c'est-à-dire dans l'ordre inverse de celui indiqué par Kauffman (1977) dans son tableau !

Plus haut dans l'ensemble C, les récoltes entreprises dans les caves de Cunault, au niveau de la couche de tuffeau exploitable, montrent encore les mêmes espèces toujours associées, *I. hercynicus* étant cependant mieux caractérisé ici qu'en dessous dans l'ensemble B.

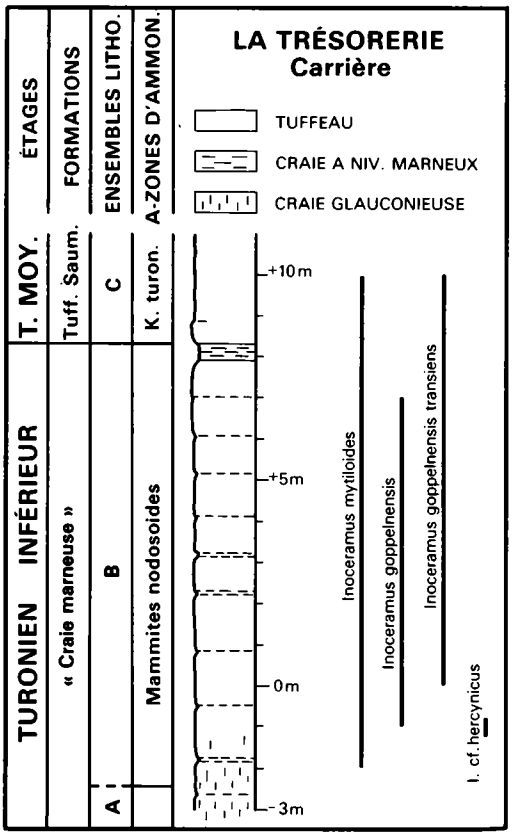


Figure 8

Tableau analytique de répartition des Inocérames récoltés à la carrière de La Trésorerie

Range chart of the Inocerams from the La Trésorerie Quarry

Enfin, dans le gisement des Ulmes, au sud de Cunault (Fig. 2), où affleure l'ensemble B, on trouve aussi dans une même plaque *I. hercynicus* et *I. mytiloides* (Pl. 8, fig. 1).

Les observations faites en Saumurois confirment donc celles de SEITZ (1934, p. 471) et de TRÖGER (1967) suivant lesquelles il semble difficile de répartir zonalement les Inocérames dans la partie inférieure du Turonien, contrairement à l'avis de KAUFFMAN (1976), suivi récemment par SEIBERTZ (1979) et TRÖGER (1981). Notons pour terminer la coexistence sur toute la hauteur de l'ensemble C de *I. mytiloides, I. goppelnensis* et var., *I. labiatus* et *I. hercynicus* avec la faune d'Ammonites de l'A.-z. à *Kamerunoceras turoniense* et en particulier avec *Collignoniceras woollgari.* L'association déjà signalée en Boulonnais (SORNAY *in* ROBASZYNSKI & AMÉDRO (coord.), 1980) d'*I. labiatus* et de *C. woollgari* est importante car l'apparition de cette dernière espèce marque aujourd'hui la base de la partie moyenne du Turonien. Dans un souci d'harmonisation des datations apportées par les Inocérames d'une part, et les Ammonites de l'autre, il convient d'admettre maintenant que la zone à *I. labiatus* auct. correspond à la fois au Turonien inférieur comme il est classiquement admis, mais aussi à la base du Turonien moyen.

1.5.3. *Remarques sur les espèces rencontrées en Saumurois*

• *I. mytiloides* MANTELL. WOODS (1911-1912, p. 283, fig. 37) a donné une excellente figuration du type de MANTELL. C'est la forme la plus commune dans le Saumurois. On la connaît dans tous les gisements où existe une faune d'Inocérames qui n'est pas réduite à quelques individus.

C'est aussi une forme très fréquente dans la plupart des gisements à Inocérames du Turonien inférieur français. On la rencontre bien plus souvent que *I. labiatus* qui est une espèce rare dans le Bassin de Paris et dont les citations correspondent très généralement à des déterminations erronées ou encore à une conception beaucoup trop large de l'espèce. *I. problematicus* de D'ORBIGNY (1846, p. 510, pl. 406, fig. 6-7 sol.) en est synonyme.

• *I. goppelnensis* SORNAY (SEITZ 1934, t. fig. 14c, 15c, pl. 39, fig. 4 sub : *I. opalensis elongata* SEITZ)

J'ai donné en 1980 les raisons conduisant à rejeter les dénominations de *I. labiatus opalensis* et *I. labiatus opalensis elongata* proposée par SEITZ en 1934 et à réunir les formes qui leur correspondent sous le nom de *I. goppelnensis* nom. nov.

I. goppelnensis est caractérisé par l'existence de deux stades d'ornementation : un stade juvénile et un stade adulte.

Au stade juvénile, la coquille a un contour plus ou moins arrondi avec le bord antérieur faiblement convexe vers l'avant. La costulation est très régulière, les côtes étant des crestae ou des annulariae ou un mélange des deux. Les côtes sont relativement serrées, assez fortes, toutes égales. Parfois des côtes secondaires plus faibles mais du même type peuvent s'intercaler entre les côtes primaires. Le stade juvénile peut être très bref.

A ce premier stade fait suite assez brusquement le stade adulte. La costulation s'aplatit, les côtes sont remplacées par des bourrelets irréguliers, le contour de la coquille change. Il s'allonge beaucoup, l'aspect de la coquille devient celui de *I. mytiloides.*

A côté de *I. goppelnensis,* on trouve dans les mêmes gisements deux sous-espèces : *I. goppelnensis transiens* et *I. goppelnensis tourtenayensis.*

• *I. goppelnensis transiens* SEITZ (SEITZ 1934, pl. 40, fig. 3 sub : *I. subhercynicus transiens*)

Comme *I. goppelnensis,* la sous-espèce *transiens* montre deux stades d'ornementation. Mais le côté antérieur de la coquille est plus arrondi, le crochet est un peu rejeté en arrière, les côtes sont plus fines et plus serrées, à contour plus allongé parfois, mais souvent plus arrondi que chez *I. goppelnensis.* Le passage au stade adulte est plus brusque que chez l'espèce type et il est marqué, en général, par un faible ressaut. Par contre, le stade adulte mytiloïde est identique à celui de *I. goppelnensis.*

En résumé, la finesse de la costulation au stade jeune, le ressaut séparant le stade jeune du stade adulte et le côté antérieur arrondi sont les caractères propres à cette sous-espèce. Mais il y a des passages entre *I. goppelnensis* et la sous-espèce *transiens.*

• *I. goppelnensis tourtenayensis* SORNAY

La sous-espèce *tourtenayensis* se distingue facilement de *I. goppelnensis.* Ici, le stade jeune est caractérisé par une costulation extrêmement fine et régulière où se mêlent crestae et annulariae. Le trajet des côtes est bien plus aplati en hauteur que chez *I. goppelnensis* et le côté antérieur de la coquille est fortement arqué vers l'avant. Le crochet est moins antérieur que chez la sous-espèce *transiens.* Enfin surtout, il existe un ressaut très accusé entre le stade jeune et le stade adulte qui sont très nettement séparés; le stade jeune à surface très plate donnant l'impression d'être posé sur la partie âgée qui, elle, présente la même courbure de la région dorsale que chez *I. goppelnensis* et la sous-espèce *transiens.*

I. goppelnensis tourtenayensis est une forme peu

commune. Elle n'a été rencontrée qu'à Tourtenay (Deux-Sèvres), à Nouzilly (Vienne), La Trésorerie, St.-Just-sur-Dive, Les Ulmes, La Genaudière et Chemellier (Maine-et-Loire). Sauf à Tourtenay, elle est toujours rare.

• *I. hercynicus* PETRASCHECK (1903, p. 156, fig. 3)

Cette espèce ne montre pas de stade mytiloïde et conserve toute sa vie une ornementation proche de celle du stade jeune de *I. goppelnensis.* Il en résulte que les jeunes des deux espèces sont difficiles à séparer.

Cependant, leur costulation est un peu différente. Comme chez *I. goppelnensis,* il s'agit d'un mélange de crestae et d'annulariae. Mais, chez *I. hercynicus,* les côtes de premier ordre sont plus écartées, plus épaisses et plus basses et il y a presque toujours des côtes secondaires qui manquent très souvent chez *I. goppelnensis.*

Enfin, chez *I. hercynicus,* le trajet des côtes est plus étiré vers le bas que chez *I. goppelnensis.* C'est une forme rare en exemplaires suffisamment grands pour être déterminés avec certitude.

• *I. labiatus* von SCHLOTHEIM (SEITZ 1934, p. 448, fig.-texte 9 et 11, pl. 38, fig. 1-3)

Cette espèce, si fréquemment citée, a été créée par von SCHLOTHEIM en prenant comme type une figuration de J.E.I. WALCH datant de 1768. SEITZ n'a pas pu voir le type de WALCH qui se trouvait vraisemblablement dans les collections de l'Institut Géologique de Iéna. Ce type a peut-être été détruit pendant la guerre et, en tous cas, n'a pas été retrouvé, depuis le travail de SEITZ en 1934.

On doit donc se baser, pour interpréter *I. labiatus,* sur la figure donnée par WALCH. C'est d'après cette figure que SEITZ a donné une bonne représentation de *I. labiatus.* Ces figurations de SEITZ sont actuellement les seules qui soient conformes au type de WALCH.

Contrairement à *I. mytiloides, I. labiatus* est une forme trapue et renflée. Le crochet est gros et bombé. L'axe de croissance s'incurve plus ou moins fortement en direction de la ligne cardinale, c'est-à-dire que l'angle de croissance diminue beaucoup avec l'âge. L'ornementation est du même type que chez *I. mytiloides.* C'est une forme rare dans le Saumurois.

1.6. AUTRES MACROFAUNES DU SAUMUROIS (F.A., G.B.)

Sans se livrer à une étude exhaustive du matériel, quelques groupes méritent cependant une attention particulière.

Lamellibranches. Parmi les Ostréidés, *Exogyra columba,* déjà commune dans les Marnes à *Pycnodonte biauriculata* et dans l'ensemble A du Cénomanien supérieur, abonde à deux reprises dans les formations turoniennes du Saumurois. Le premier niveau de développement correspond à l'ensemble D. C'est le plus important stratigraphiquement puisque, par sa richesse en individus et sa constance dans tout le territoire étudié, il permet une repérage facile au sein du Tuffeau de Saumur. Un second horizon à *E. columba,* moins net, est observé dans la partie inférieure de l'ensemble F, à la coupe du Château de Saumur. Les variations latérales de faciès n'ont pas permis de retrouver ailleurs ce niveau.

Parmi les autres Lamellibranches, *Trigonia scabra* pullule dans l'ensemble D, associée à *E. columba,* parfois même en nombre plus élevé.

Rudistes. Bien que les Rudistes soient très rares dans le Bassin de Paris au Turonien, deux spécimens de *Durania cornupastoris* (dét. J. Philip) ont été recueillis dans le « Liron » (ensemble D) à Varrains, et leur présence est sans doute liée aux communications qui existaient à cette époque entre l'Anjou et la bordure septentrionale du Bassin aquitain où l'espèce n'est pas rare (CASSOUDEBAT & PLATEL, 1976).

Echinides. Les radioles sont fréquentes dans la plupart des ensembles lithologiques, contrairement aux tests, plus occasionnels. L'espèce la plus intéressante est sans doute *Epiaster michelini* qui apparaît dans le Tuffeau de Saumur, un peu avant l'horizon à *E. columba,* et subsiste jusqu'au sommet de la formation.

On peut aussi noter le grand nombre de fragments de Bryozoaires à travers toute la série. Les Brachiopodes ne sont représentés dans l'ensemble B que par quelques *Orbirhynchia* cf. *cuvieri* (d'ORBIGNY). *Terebratella carantonensis* est rarissime en A et l'usage de la zone à *T. carantonensis* (COUFFON, 1936) n'est pas recommandé en Anjou et dans le Saumurois.

1.7. CONDITIONS D'ÉTUDE DES MICROFOSSILES (F.R.)

Ne disposant pas de section continue dans le Saumurois, plusieurs coupes en relais ont été utilisées pour couvrir l'ensemble des formations composant le Turonien au NW de la région stratotypique (voir Fig. 3).

Les diverses coupes ont d'abord été corrélées de

proche en proche sur le terrain par des caractères lithologiques, puis toutes entre elles, après examen du contenu en macrofossiles (Ammonites, Inocérames et Oursins : voir chapitres précédents). Deux suites stratigraphiques construites, l'une pour le NW, l'autre pour le SE de Saumur, ont servi de base à l'élaboration d'un log synthétique de référence (fig. 4, 9 et 10 à 14).

Près de 50 échantillons ont été prélevés pour les analyses micropaléontologiques, et leur chiffrage correspond au repérage de chaque coupe (cf. Fig. 3); La Tourte : 1.8, 0.8 (coupe et contenu fossilifère décrits dans AMÉDRO, BADILLET & ROBASZYNSKI, 1980). La Boussinière : 0.5 et 2.0. La Trésorerie : – 3.5, – 3, – 1.5, 0, 2.0, 4-5, 8.0, 9.0. Cunault : – 3.8, 2.5, – 1.1, 1.4, 1.55, 3.0, 3.4, 3.85, 4.2, 4.9, 5.3, 5.7, 6.8, 7.8, 8.7, 9.7. Fontevraud : 0.1, 3.0, 5.5, 8, 10, 13, 16, 18-19, 22, 23, 25, 27. St.-Cyr-en-Bourg : 2-3, 11, 16, 21. Château de Saumur : 1-2, 5.5, 8, 12, 16.5.

Pour extraire les *Ostracodes,* les *Foraminifères* et les *organismes divers,* les échantillons ont d'abord subi un léger broyage à sec afin d'obtenir des éléments millimétriques, soumis ensuite à un nettoyage par agitation lente dans un milieu aqueux additionné de polyphosphates et d'eau oxygénée. Une fois séchés et tamisés, les résidus de lavage des 50 échantillons ont été triés sous la loupe binoculaire pour isoler les Ostracodes (étudiés par R. DAMOTTE), les Foraminifères et organismes divers (étudiés par F. ROBASZYNSKI). Toutefois, comme les coupes partielles présentent des recouvrements importants, seuls 28 échantillons sélectionnés figurent sur le log synthétique avec la répartition verticale des espèces (Fig. 10).

De même, 17 prélèvements sélectionnés ont été proposés aux spécialistes ayant pris en charge l'étude des *Coccolithes* (H. MANIVIT), des *Dinoflagellés* et *Acritarches* (J.C. FOUCHER), des *Spores et Pollens* (O. LEGOUX).

Quand des éléments micropaléontologiques sont présents dans les échantillons, la préservation des Foraminifères, comme celle d'à peu près tous les autres microfossiles, est généralement assez médiocre. La granularité des roches, déjà assez marquée à l'origine, est accentuée par une sparitisation diagénétique secondaire, pénécontemporaine ou plus tardive, qui rend difficile et parfois presqu'impossible un bon dégagement ou une bonne observation. En outre, les niveaux à durcissements (siliceux, calcitiques ou hard-grounds), souvent riches en macrofossiles, n'ont pratiquement pas livré de microfossiles dégagés.

1.8. OSTRACODES DU SAUMUROIS (R.D.)

Dans les affleurements du Saumurois, peu d'Ostracodes ont été recueillis, mais l'association reconnue est globalement la même que celle présente dans le sondage de Civray-de-Touraine.

Les échantillons de la « Craie marneuse » contiennent : *Trachyleberidea geinitzi, Spinoleberis petrocorica, Cythereis (Rehacythereis)* aff. *fournetensis, Imhotepia* sp. 81, *Cythereis (R.) civrayensis* n. sp., *Pterygocythere pulvinata.* Cette association correspond à celle reconnue dans le sondage de Civray-de-Touraine entre 106,4 et 70 m.

Dans le Tuffeau de Saumur, les Ostracodes sont très rares; dans l'ensemble C, sont encore présents : *Spinoleberis petrocorica, Trachyleberidea geinitzi* et dans l'ensemble E apparaît *Asciocythere polita.*

Les « Sables glauconieux » contiennent : *Mauritsina cuvillieri, Cythereis (R.) grekovi, Hazelina, Neocythere verbosa, Golcocythere turonensis* n.sp., *Planiluberis praetexta, Dordoniella turonensis, Asciocythere polita.* Cette association est équivalente à celle reconnue dans les niveaux élevés du Turonien du sondage de Civray-de-Touraine (35 à 9,6 m).

La faune d'Ostracodes est trop pauvre pour que des biozones puissent être établies à l'aide de ces organismes; des échantillons fossilifères complémentaires seraient nécessaires.

La Figure 9 donne la répartition verticale des espèces provenant des affleurements du Saumurois.

1.9. FORAMINIFÈRES DU SAUMUROIS (F.R.)

1.9.1. *Les éléments benthiques*

Mis à part quelques formes dans l'ensemble C ressemblant à *Dictyopsella* (mais dont la mauvaise préservation ne permet pas une bonne détermination) et des Polymorphinidés au-dessus de l'ensemble C, toutes les espèces benthiques extraites du Turonien de la région de Saumur ont été signalées dans le Turonien des faciès plus septentrionaux du Bassin de Paris, comme par exemple au Cap Blanc-Nez (ROBASZYNSKI & AMÉDRO (coord.) *et al.,* 1980). A noter, par contre, l'absence à Saumur de tout représentant de *Globorotalites,* genre nordique débutant au Turonien inférieur et de l'espèce *Lingulogavelinella globosa.*

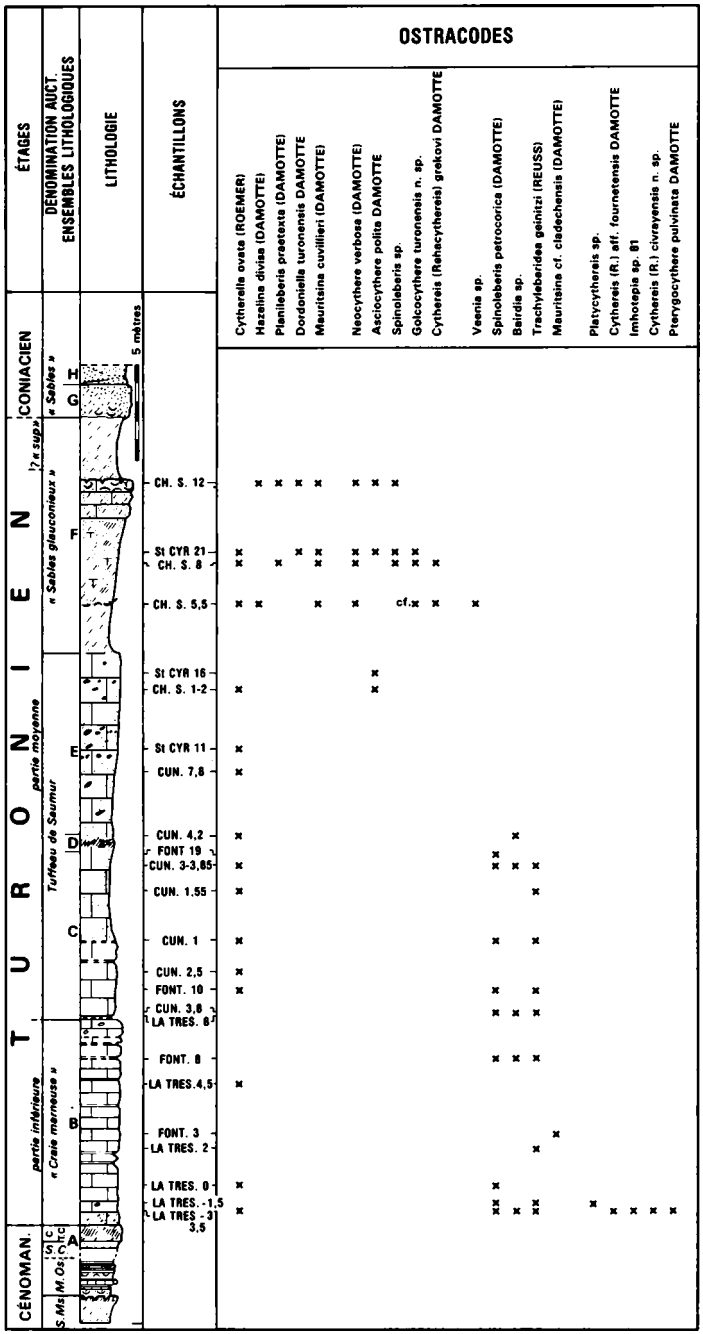


FIGURE 9

Tableau analytique de répartition des Ostracodes dans les affleurements du Saumurois

Range of the Ostracoda from the outcrops of the Saumurois

1.9.2. *Les éléments planctoniques*

La mauvaise préservation des microfossiles affecte évidemment le matériel planctonique au test plus fragile, ce qui rend bien souvent délicates les déterminations au niveau spécifique.

La présence, à la base (A) de La Boussinière, de *Rotalipora cushmani* associée à des « grosses Globigérines » confirme sans ambiguité l'attribution au Cénomanien terminal de la partie inférieure de la coupe par les Ammonites *E. septemseriatum* et *S. gracile* (niveau équivalent à la « zone à *plenus* » du Boulonnais).

Les Whiteinelles, déjà décelées dans les sédiments du Cénomanien supérieur de La Tourte, se développent en nombre, espèces et dimension à la base de l'ensemble B qui correspond aux premiers dépôts turoniens dans le Saumurois. Associées à des *Hedbergella* et à *P. aumalensis,* les quatre espèces de *Whiteinella* reconnues ici (*brittonensis, paradubia, aprica, archaeocretacea,* ces deux dernières souvent de grande taille) forment un ensemble qui se manifeste partout à la limite Cénomanien-Turonien et à la base du Turonien. Il est souvent cité dans la littérature sous l'appellation « grosses Globigérines », terme consacré par l'usage mais qui serait inexact sans l'utilisation des guillemets puisque le genre *Globigerina* proprement dit apparaît au Tertiaire.

Bien que rares, plusieurs exemplaires de *Helvetoglobotruncana* cf. *helvetica* ont été isolés dans des niveaux de l'ensemble lithologique C. Entre l'apparition des *Whiteinella* et celle de *H. helvetica* existent des formes reprises dans le tableau de la Fig. 10 sous la dénomination « *P.? Whit.* cf. *praehelvetica* ».

Comme l'espèce *H. helvetica,* bon marqueur mondial, existe dans le Saumurois, il était intéressant de savoir quel était le niveau de son apparition contrôlé par les Ammonites dans un secteur de la région stratotypique.

Présentement, la véritable *H. helvetica* a été décelée dans l'ensemble C correspondant à la base du Turonien moyen (A.-z. à *Kamerunoceras turoniense*). Mais elle est précédée par des formes à face spirale aplatie et carène non individualisée, qui semblent appartenir au genre *Whiteinella* tout en montrant une morphologie proche du groupe *praehelvetica-helvetica.* C'est pourquoi elles sont désignées sur le tableau de la fig. 10 sous le nom de « *P.? Whit.* cf. *praehelvetica* ».

Partout où elles sont signalées, les deux espèces *praehelvetica* et *helvetica* coexistent, sans que l'une apparaisse beaucoup avant l'autre. Pourtant, à Saumur comme à Civray, *H. helvetica* est nettement précédée par des formes proches de *praehelvetica.* De plus, les extensions verticales des deux espèces ne présentent pratiquement pas de chevauchement. Cet état de fait, qui paraît particulier à la région étudiée, pourrait s'expliquer de deux manières :

– le gr. *praehelvetica* apparaît réellement avant *helvetica* ;

– les conditions bathymétriques (faciès trop profonds) ne permettent pas le développement de véritables *helvetica* (avec carène nette et face spirale très plate) et seuls des morphotypes de faible profondeur seraient viables (pas de carène, simple aplatissement de la face spirale = « *P.? Whit.* cf. *praehelvetica* »). Dans ce dernier cas, il faudrait alors admettre que le « groupe *helvetica* » apparaît bien dans le Turonien inférieur comme c'est le cas ailleurs (Boulonnais, Alpes-Maritimes, ...).

Par ailleurs, le milieu devenant de plus en plus défavorable avec l'installation du faciès « tuffeau », l'extension réelle de *H. helvetica* est certainement tronquée vers le haut, comme aussi très probablement à Civray.

Le genre *Praeglobotruncana,* déjà signalé à La Tourte, est représenté ici par les espèces *aumalensis* et *stephani* et coexiste avec les premières *Dicarinella* gr. *hagni* dont les morphotypes sont assez variés : deux carènes fines ou épaisses, un bandeau carénal plus ou moins large, une face spirale presque plate ou bombée, des sutures ombilicales droites ou légèrement arquées...

Ainsi, on retrouve dans ses grandes lignes la zonation établie ailleurs pour les domaines boréal et téthysien (ROBASZYNSKI, CARON *et al.,* 1979) avec la succession : *R. cushmani* T.R.Z. (Cénomanien), *W. archaeocretacea* P.R.Z. (confins cénomano-turoniens), *H. helvetica* (Turonien *p.p.*).

1.9.3. *Écologie, paléoenvironnement*

Le rapport Foraminifères planctoniques/Foraminifères benthiques est relativement élevé à la base de la série (ensemble A et base de l'ensemble B) : 1/4 à 1/2 dans les échantillons LA BOUS. 2 et LA TRES. – 3.5 et – 2.5. Il se réduit au fur et à mesure que le faciès calcarénitique envahit la « craie marneuse » (ensemble lithologique B) pour devenir très faible dans les tuffeaux où les formes benthiques dominent. Ces dernières composent une association (Gavelinellidés, Arénobuliminidés, Nodosariidés) indiquant une mer peu profonde de type plate-forme externe avec un milieu de dépôt parfois sublittoral et des eaux tempérées. Au point de vue stratigraphique,

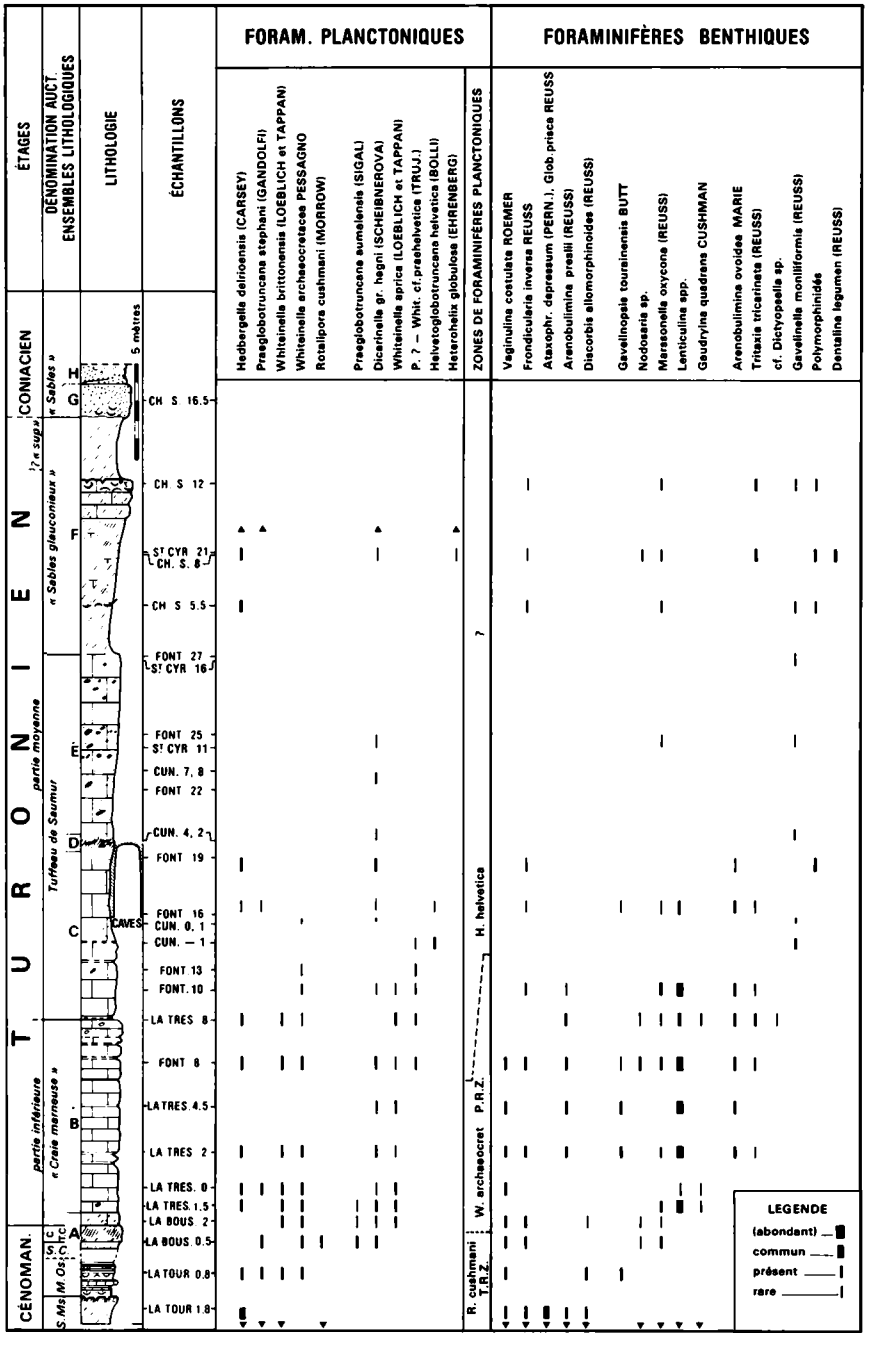


FIGURE 10

Tableau analytique de répartition des Foraminifères dans les affleurements du Saumurois

Range chart of the Foraminifera from the outcrops of the Saumurois

l'ordre d'apparition des taxons benthiques ne peut avoir qu'une valeur locale ou tout au plus régionale étant donné les variations latérales de faciès qui affectent l'ensemble de la série.

Avec un rapport planctoniques/benthiques assez élevé dans l'ensemble lithologique A et la base B, on peut envisager une relation sans obstacles avec la mer ouverte ou l'océan. Cette relation évolue au cours du Turonien moyen (C, D, E, F *p.p.*) où un confinement et une littoralisation aboutissent à l'installation de hard-grounds puis au dépôt de faciès détritiques à Ostréidés où les Foraminifères planctoniques sont pratiquement absents.

1.10. NANNOPLANCTON DU SAUMUROIS (H.M., avec la participation de R. ZEIGHAMPOUR)

1.10.1. *Intérêt biostratigraphique* (Fig. 11)

Les dix-sept échantillons jalonnant la coupe synthétique de la région de Saumur ont permis l'examen d'un nannoplancton inégalement préservé et parfois mal représenté en raison de la sédimentation détritique. En effet, on sait que la fréquence et la diversité des nannofossiles sont en relation directe avec l'accroissement de la fraction carbonatée. Par contre, la nature détritique de la sédimentation, la quantité des apports terrigènes et la présence de glauconie sont autant de facteurs inhibant la prolifération des Coccolithes.

Ce qui explique que, bien que les trois grandes unités du Turonien : « craie marneuse », Tuffeau de Saumur et « Sables glauconieux », soient caractérisées par des nannoflores, on note une raréfaction progressive des nannofossiles. Les Coccolithes sont assez fréquents dans la « craie marneuse » de Saumur où chaque espèce est représentée par un plus grand nombre d'individus qu'à Civray. Le faciès tuffeau et les faciès calcaréo-sableux sont assez pauvres en nannoplancton.

Cinquante espèces de Coccolithes ont été reconnues dans le Turonien de la région de Saumur. Leur distribution met en évidence les **trois biozones** décrites dans le sondage de Civray-de-Touraine. De plus, la base de la coupe (échantillons LA TOUR. 1.8; LA TOUR. 0,8 et LA BOUS. 0,5) appartiennent à la zone à *Lithraphidites acutum*, d'âge cénomanien.

1) La zone à *Lithraphidites acutum* proposée en Touraine a été auparavant décrite au Cap Blanc-Nez, dans l'Yonne et le sud-est de la France. Cette biozone représente l'intervalle entre la première apparition de *Lithraphidites acutum* jusqu'à la première apparition de *Microrhabdulus decoratus*. Lors de sa première définition par VERBEEK (1977) dans la stratotype du Cénomanien à Théligny et au Kef en Tunisie, la biozone était plus élargie, puisque son sommet était marqué par l'apparition de *Quadrum gartneri*. Dans cette zone apparaissent, en plus de *L. acutum*, *Corollithion exiguum* et *Ahmuerella octoradiata* .

2) La zone à *Microrhabdulus decoratus* est comprise entre les échantillons LA BOUS. 2 et FONT. 8. Apparaissent dans cet interval-zone *M. decoratus* (LA BOUS. 2), *Bipodorhabdus cf. tesselatus, Gartnerago obliquum* (LA TRES . 1,5). A noter que *Podorhabdus albianus* a disparu au sommet de la zone précédente.

3) La zone à *Quadrum gartneri*, caractérisant le Turonien inférieur sommital et le Turonien moyen basal est représentée dans les échantillons FONT. 8 à FONT. 19 inclus. Y apparaissent respectivement *Quadrum gartneri* et *Lucianorhabdus maleformis* (FONT. 8). Disparaissent *Lithraphidites acutum* (LA TRES. 8,0), *Prediscosphaera sp.* (FONT. 16), *Tranolithus galbalus* (FONT. 8).

4) La dernière zone observée dans la région de Saumur est celle à *Eiffelithus eximius* (dès FONT. 22). Y apparaît aussi *Lithrastinus grilli* (FONT. 25). A noter que *Kamptnerius magnificus* est toujours absent dans cette zone, comme à Civray.

Remarque : Quatre échantillons représentatifs de zones biostratigraphiques reconnues dans le Turonien du Saumurois ont été étudiés en microscopie électronique à balayage. Les électromicrographies des principaux marqueurs sont présentées à la Planche 10.

1.10.2. *Paléoenvironnement*

Le nannoplancton du Turonien de la région-type est « cosmopolite » et correspond en grande majorité à celui rencontré dans le Boulonnais (*in* AMÉDRO *et al.*, 1979), dans l'Yonne (MANIVIT *in* MONCIARDINI *et al.*, 1980) et le sud-ouest de la France (MANIVIT, 1971), avec cependant un état de préservation plus médiocre, en raison d'un milieu moins carbonaté.

Par ailleurs, quelques espèces fragiles n'ont pu être vraiment mises en évidence, et deux taxons : *Cribro-sphaerella primitiva* et *Dictyococcites parvidentatus*, caractéristiques d'un domaine plus boréal (observés au Cap Blanc-Nez), sont absents en Touraine.

Il faut également noter la rareté des *Nannoconus* et des Pithonelles dans le Saumurois, comme à Civray, alors que dans les faciès crayeux de Normandie et du Boulonnais, ces deux groupes sont beaucoup mieux représentés. Leur faible fréquence est probablement due à une forte proportion de terrigè-

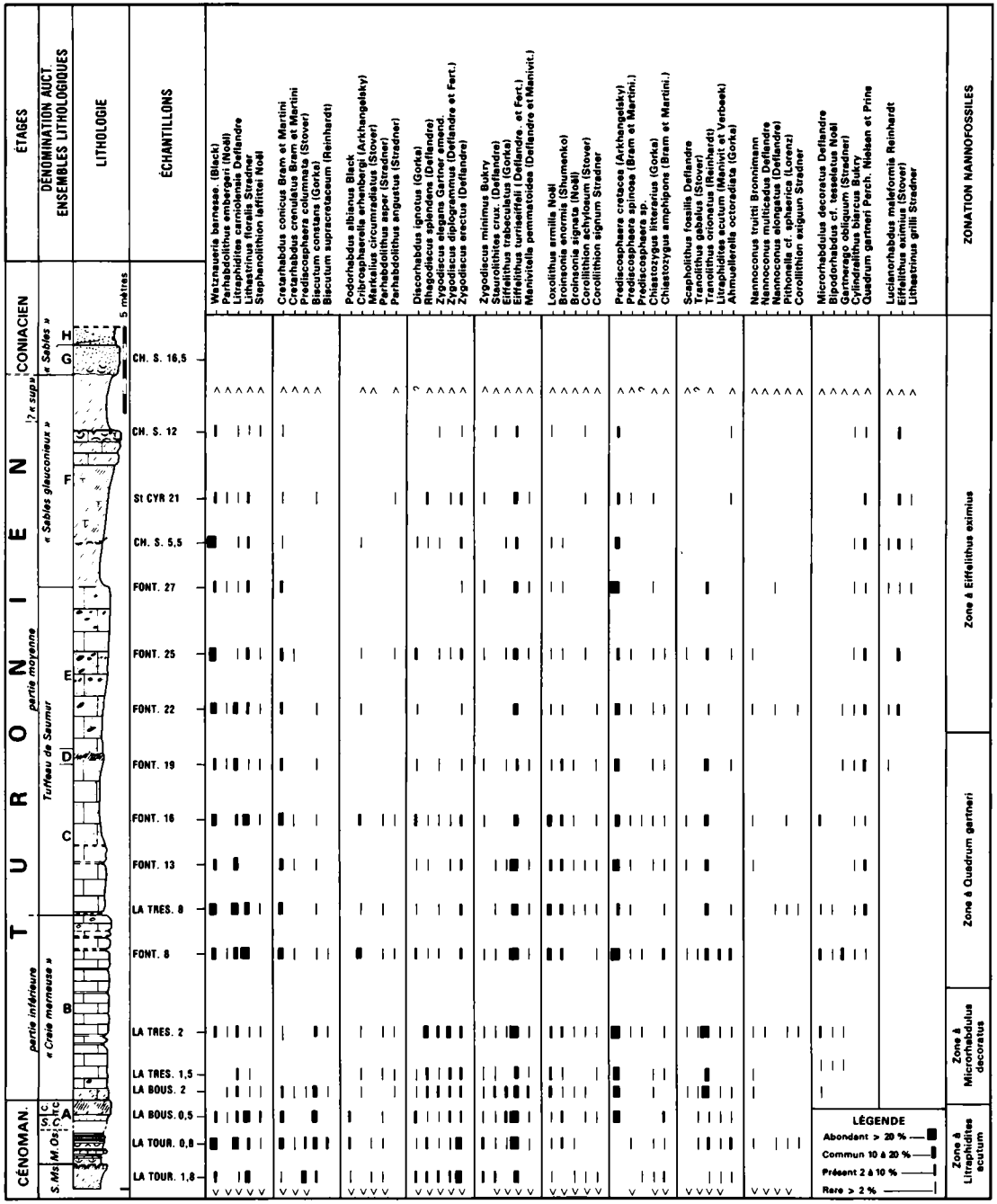


FIGURE 11

Tableau analytique de répartition du nannoplancton calcaire dans les affleurements du Saumurois

Range chart of the calcareous nannoplancton from the outcrops of the Saumurois

nes et peut-être à une moins bonne oxygénation de la mer.

Par contre, la nannoflore du Saumurois et de Touraine est très proche de celle observée en Aquitaine. Elle correspond à un milieu de dépôt ouvert externe et à des eaux tempérées, très proches de celles du Bassin d'Aquitaine au Crétacé moyen.

1.11. Palynologie : Microfossiles organiques marins et terrestres

Dix-huit échantillons ont été traités suivant la méthode palynologique entre le Cénomanien et la base du Coniacien. Les niveaux fossilifères à microflores caractéristiques se situent dans le Cénomanien et la base de la « craie marneuse ». La majorité des niveaux turoniens sont, soit très pauvres, avec seulement quelques Dinoflagellés, soit totalement aphytiques. Cette pauvreté tient, pour une part, à l'échantillonnage de terrain mais aussi à la pétrographie moins favorable du Saumurois.

Comme dans le sondage de Civray, le passage du Cénomanien au Turonien (base de la « Craie marneuse ») est marqué par l'accroissement du microplancton marin, jusqu'à 90-99% par rapport aux spores et pollens. Le sommet de la « Craie marneuse » (Font. 8) et la partie inférieure du Tuffeau de Saumur (Font. 13, Font. 16) contiennent une microflore très pauvre et apparemment exclusivement marine. La partie supérieure du Tuffeau de Saumur et la partie inférieure des « Sables glauconieux », jusqu'à St.-Cyr 21, contiennent quelques Dinoflagellés isolés. La partie supérieure des « Sables glauconieux » est aphytique de même que l'échantillon de sable coniacien (CH-S 16,5).

1.11.1. *Dinoflagellés et Acritarches du Saumurois* (J.C.F.)

Trente-quatre genres et cinquante-six espèces ou sous-espèces de kystes de Dinoflagellés ainsi que deux genres d'Acritarches ont été à ce jour reconnus dans les sédiments cénomano-turoniens du Saumurois. Les « Sables coniaciens » (échantillon CH.-S. 16,5) n'ont livré aucun représentant de ces deux groupes.

Sur les dix-huit échantillons étudiés, dix ont fait l'objet de comptages. De ce fait, pour cinq niveaux des ensembles lithologiques A, B et C, il a été possible de déterminer les fréquences relatives des diverses espèces et sous-espèces de dinokystes (voir tableau analytique de répartition, Fig. 12).

Quarante-huit espèces ou sous-espèces de kystes de Dinoflagellés, appartenant à vingt-huit genres, ont été dénombrées dans les formations cénomaniennes, trente-neuf (vingt-et-un genres) dans la « Craie marneuse », onze (huit genres) dans le Tuffeau de Saumur, sept (cinq genres) dans les « Sables glauconieux ». Bien des formes sont communes à plusieurs formations.

Les formes caractéristiques des formations cénomaniennes

Les Sables du Mans (échantillon La Tour. 1,8) sont caractérisés par la présence de *Epelidosphaeridia spinosa* (Pl. 11, fig. 4 et 7), *Hystrichosphaeridium* cf. *difficile, Protoellipsodinium* sp. (Pl. 11, fig. 1 et 2) et *Trichodinium* cf. *castaneum* ;

les Marnes à Ostracées (échantillon La Tour. 0,8) par : *Kleithriasphaeridium* cf. *readei, Microdinium ? crinitum* (Pl. 11, fig. 10), *Psaligonyaulax deflandrei* (Pl. 11, fig. 3), *Spiniferites ramosus subsp. reticulatus* et *Spiniferites ? pterotus* (Pl. 11, fig. 8 et 9);

les Sables à *Catopygus obtusus* (échantillon La Bous. 0,5) par : *Florentinia laciniata, « Microdinium » veligerum, Silicisphaera ferox, Tanyosphaeridium variecalamum* et *Dinogymnium* sp.

Bacchidinium polypes subsp. *polypes* (Pl. 11, fig. 5) est commune aux Sables du Mans et aux Marnes à Ostracées, *Ellipsodinium rugulosum* (Pl. 11, fig. 11) aux Marnes à Ostracées et aux Sables à *Catopygus obtusus; Calaiosphaeridium asymmetricum* (Pl. 11, fig. 6) se rencontre dans les trois formations.

Les formes caractéristiques des formations turoniennes

Les échantillons fossilifères caractéristiques sont essentiellement cantonnés à la « craie marneuse » (ensemble B) et à la partie inférieure du Tuffeau de Saumur (ensemble C). Les Dinoflagellés sont absents ou rares et peu diversifiés dans le reste du Tuffeau et les « Sables glauconieux ».

La plupart des espèces sont déjà présentes dans les niveaux sous-jacents et n'offrent, de ce fait, guère d'intérêt stratigraphique.

Aldorfia deflandrei, Florentinia clavigera, Hystrichostrogylon membraniphorum et *Spiniferites ? cingulatus* subsp. *cingulatus* caractérisent la base de la « Craie marneuse », *Cassiculosphaeridia* sp. et *Cleistosphaeridium ? multifurcatum,* l'ensemble de la formation. La découverte de plusieurs exemplaires de

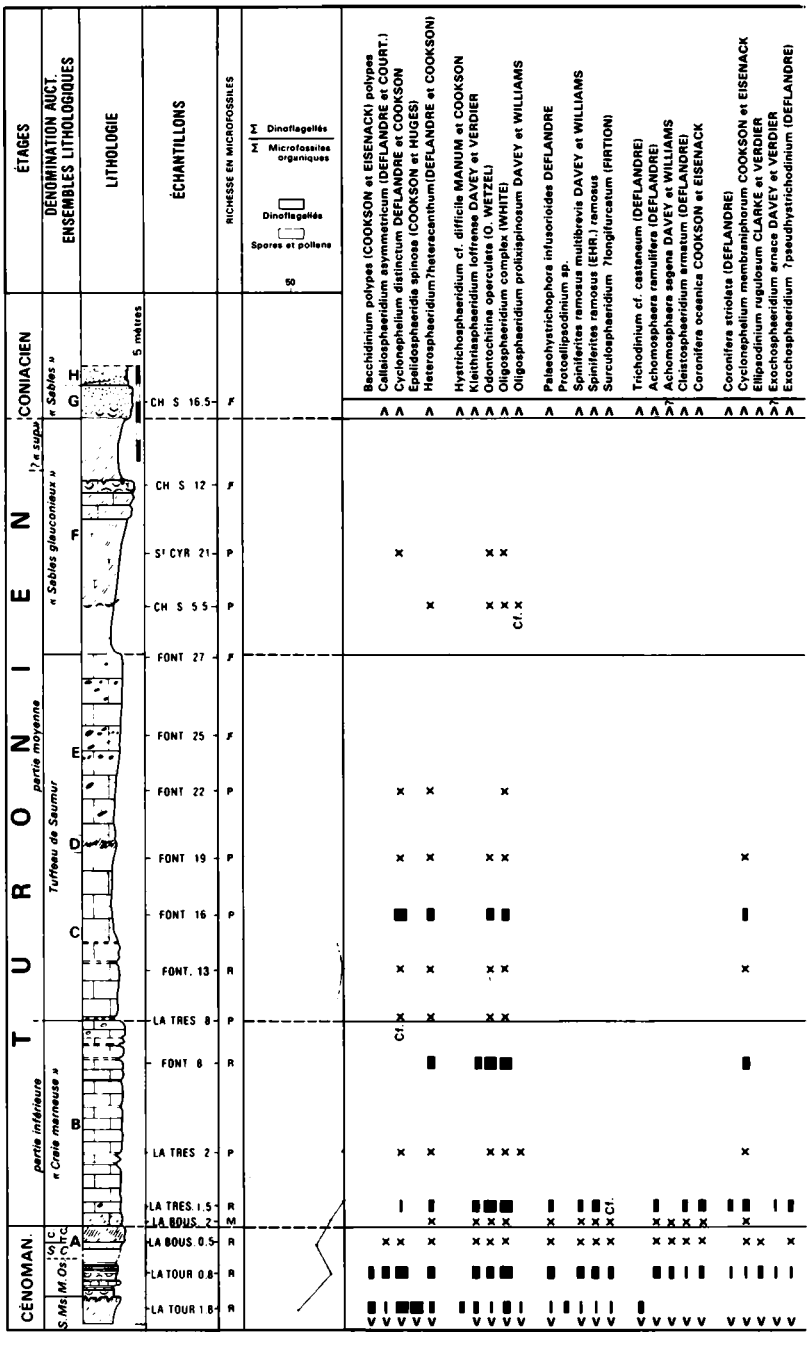
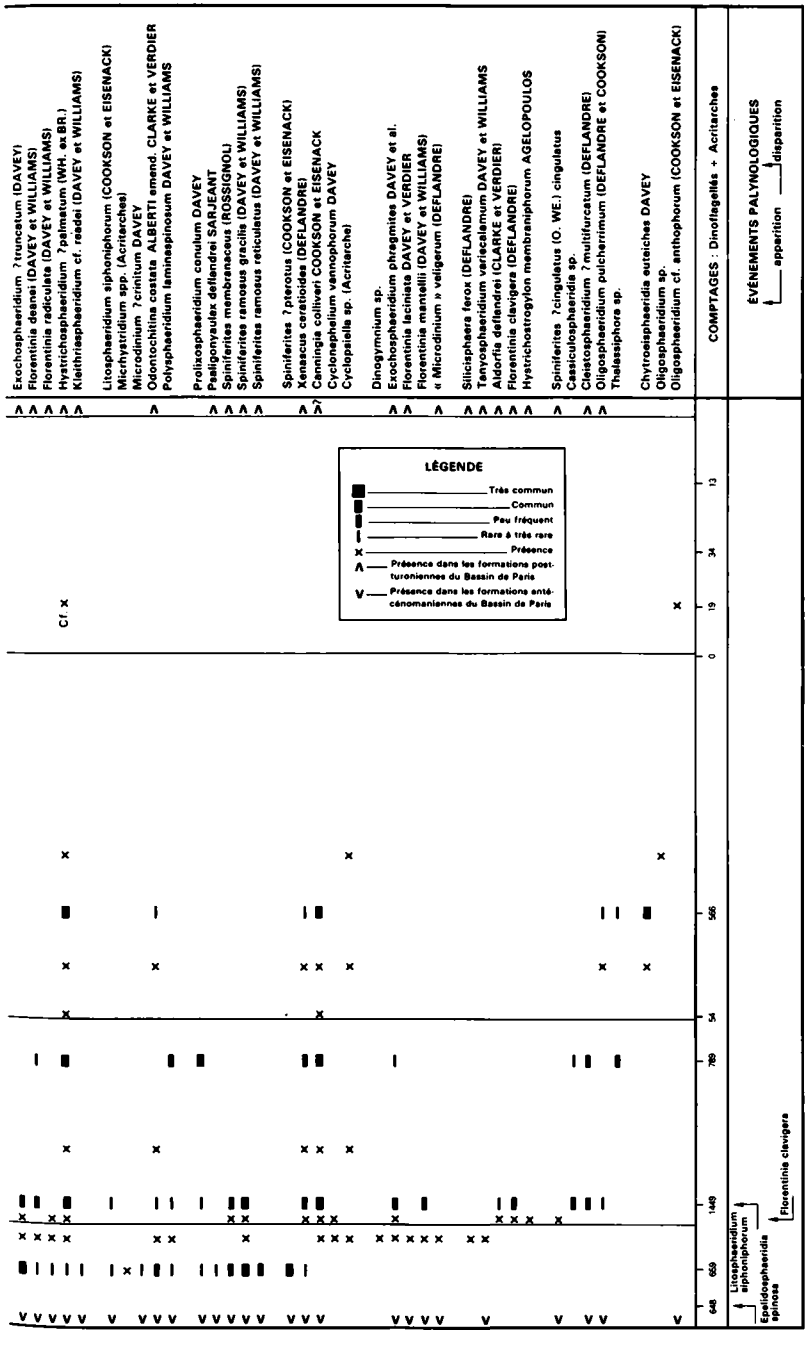


FIGURE 12 Tableau analytique de répartition des Dinoflagellés et des Acritarches dans le Turonien du Saumurois



Range chart of the Dinoflagellates and Acritarchs from the Turonian of the Saumurois

Polysphaeridium laminaspinosum (Pl. 11, fig. 12) à la base et au sommet de cet ensemble lithologique B est à souligner.

Chytroeisphaeridia euteiches ne se trouve que dans le tiers inférieur du Tuffeau de Saumur. *Oligosphaeridium pulcherrimum* et *Thalassiphora* sp. sont communes à cette formation et à la précédente.

Les « Sables glauconieux », quant à eux, ne contiennent pour ainsi dire aucune forme particulière.

Espèces marqueurs

Concernant la biostratigraphie, seules trois espèces sont à retenir : *Epelidosphaeridia spinosa, Litosphaeridium siphoniphorum* et *Florentinia clavigera*. En effet, les examens effectués précédemment par J.P. Verdier, D. Fauconnier et moi-même sur de nombreux sédiments du Crétacé moyen du Bassin de Paris ont montré que

- la première ne dépassait pas le Cénomanien moyen,
- la deuxième disparaissait à la fin du Cénomanien,
- la troisième apparaissait très certainement au début du Turonien.

Les formes décelées dans les formations turoniennes ne nous permettent pas de proposer une biozonation qui pourrait être étendue à l'ensemble du bassin.

Remarques écologiques

L'étude qualitative et quantitative des kystes de Dinoflagellés nous apporte quelques informations relatives aux milieux de sédimentation des différentes formations du Saumurois. Les Marnes à Ostracées, les Sables à *Catopygus obtusus* et la base de la « Craie marneuse », renfermant de nombreuses espèces de dinokystes, seraient des dépôts de domaine marin relativement ouvert, tandis que la plus grande partie de la « Craie marneuse », le Tuffeau de Saumur et les « Sables glauconieux », ne contenant que quelques formes – toutefois bien représentées dans la moitié inférieure de la série – correspondraient à une sédimentation de mer de plus en plus fermée. Les Sables du Mans, quant à eux, caractérisés par un petit nombre d'espèces de Dinoflagellés et une grande richesse en Pollens pourraient être assimilés à des sédiments de milieu également fermé et peut-être plus littoraux.

1.11.2. *Spores et grains de Pollen* (O.L., S.J.)

Un seul échantillon, prélevé à l'extrême base du Turonien, dans la « Craie marneuse » (La Bous. 2) renferme des Spores et Pollens. Les trois échantillons traités dans le Cénomanien sont fossilifères et contiennent, comme dans le sondage de Civray, une association dominée par les spores de Ptéridophytes. Les associations définissent deux zones tentatives de valeur locale.

- Zone à *Striatriletes coronarius :* Cénomanien (éch. La Tour. 1,8 – La Tour. 0,8 – La Bous. 0,5)

Les éléments d'origine terrestre qui représentent presque la moitié de l'ensemble des microfossiles organiques à La Tour. 1,8 sont un peu moins nombreux à La Tour. 0,8 et à La Bous. 0,5. Il s'agit presque exclusivement de spores : *Appendicisporites tricuspidatus, Appendicisporites* sp. 1, *Vadaszisporites* aff. *urkuticus, Vadaszisporites pseudofoveolatus, Sestrosporites pseudoalveolatus, Striatriletes coronarius.*

Cet intervalle est l'équivalent stratigraphique de l'échantillon 108,45 m du sondage de Civray (Cénomanien supérieur).

- Zone à *Complexiopollis cf. christae* (éch. La Bous. 2)

Les éléments d'origine terrestre ne représentent plus que 14 % de la totalité des microfossiles organiques. Les Normapolles y sont prédominants : parmi eux, *Complexiopollis* cf. *christae*.

Cet échantillon est l'équivalent stratigraphique de l'intervalle 106,6 à 78 m du sondage de Civray.

1.12. Conclusions à l'étude du Turonien dans le Saumurois

Partie intégrante du stratotype, les affleurements du Saumurois se sont montrés très favorables à l'analyse lithobiostratigraphique de la moitié inférieure du Turonien. Dans les domaines abordés, l'intérêt du Saumurois se dégage par les résultats suivants.

LITHOLOGIE

Trois entités lithologiques ont été suivies dans toute la région, soit, de bas en haut : la « Craie marneuse » (ensemble B), reposant sur un niveau plus glauconifère (ensemble A *pro parte*), le Tuffeau de Saumur (ensemble C, D, E), les « Sables glauconieux » (ensemble F).

MACROFAUNE

Les quelques centaines d'Ammonites récoltées se répartissent en trois Assemblage-zones. La première,

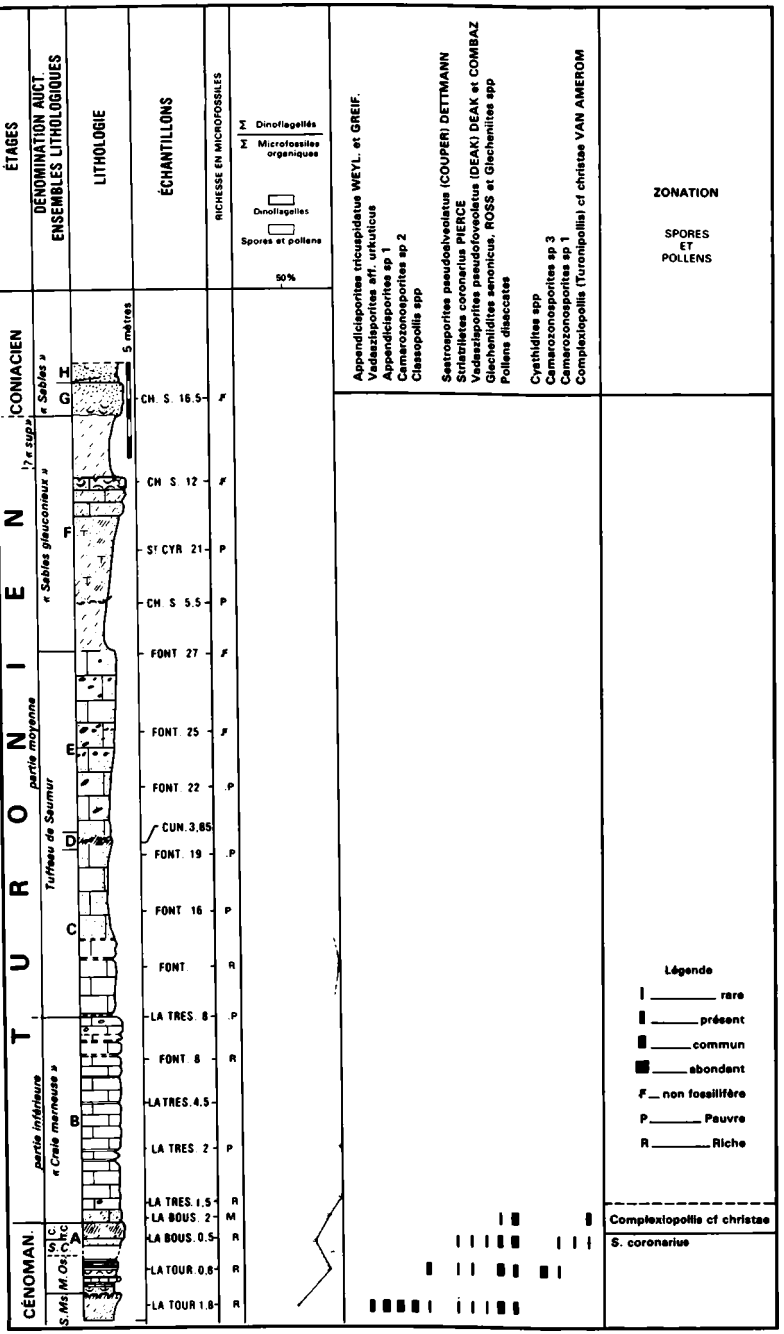


FIGURE 13

Les Spores et Pollens dans le Turonien du Saumurois

Spores and Pollen grains from the Turonian of the Saumurois

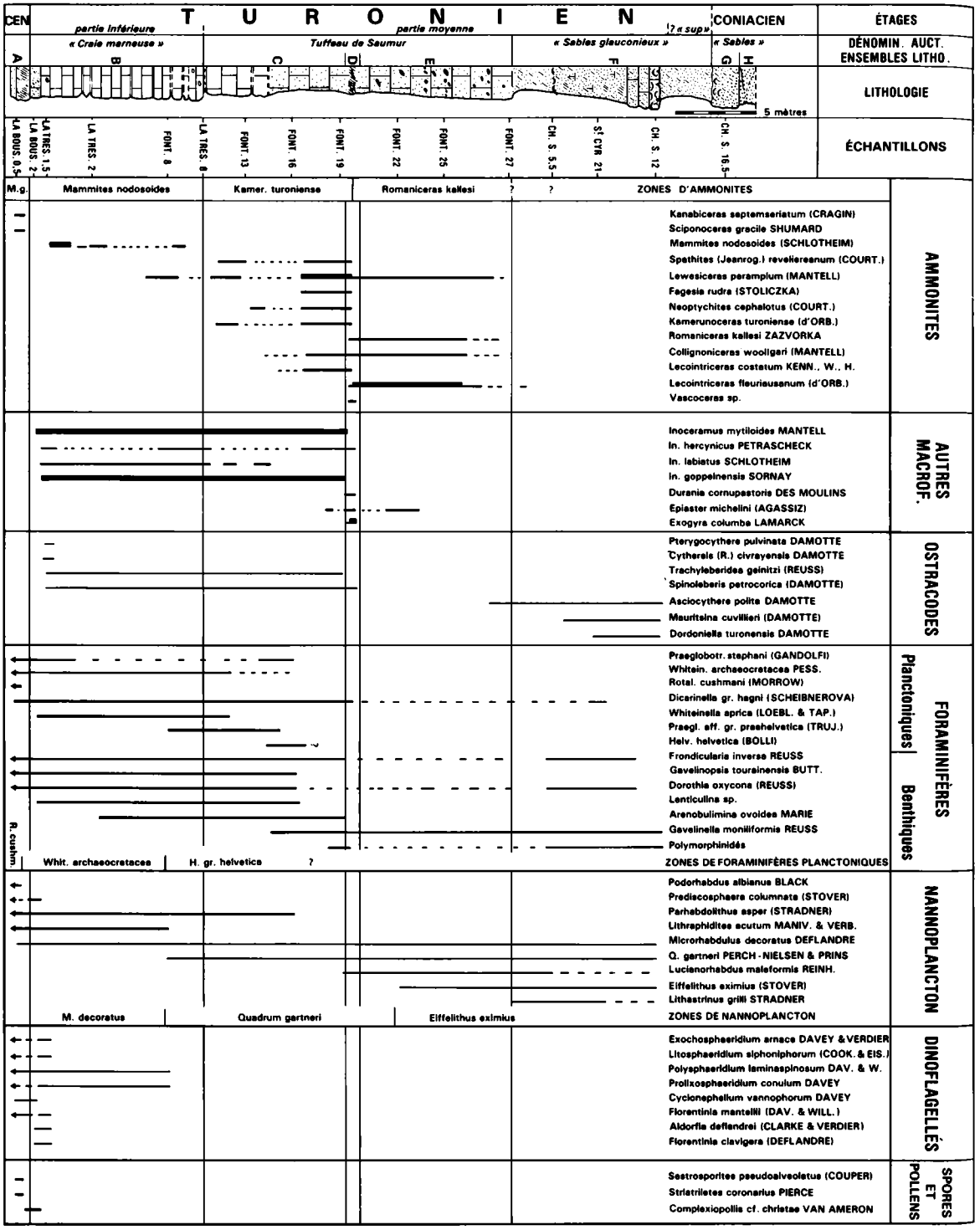


FIGURE 14

Les principaux éléments biostratigraphiques mis en évidence dans le Turonien du Saumurois

Main biostratigraphical data in the Turonian of the Saumurois

à *M. nodosoides*, définit le Turonien inférieur dans l'ensemble B, les deux autres successivement à *K. turoniense* et *R. kallesi* font attribuer les ensembles C, D, E du Tuffeau de Saumur au Turonien moyen *p.p.* Les faciès sablo-glauconieux succédant au Tuffeau de Saumur n'ont pas livré d'Ammonites, sauf quelques rares *L. fleuriausianum* à la base de l'ensemble F appartenant encore au Turonien moyen.

Les Inocérames sont dominés par l'association de *I. mytiloides, I. hercynicus* et *I. nodosoides* dans la région considérée.

MICROFOSSILES

Les Foraminifères planctoniques sont bien représentés avec la zone à *W. archaeocretacea* à la base puis celle à *H. helvetica* dont l'espèce-guide est signalée pour la première fois dans la région stratotypique.

Le nannoplancton permet de caractériser les trois zones définies ailleurs dans le Bassin de Paris : interval-zones à *M. decoratus,* à *Q. gartneri* et à *E. eximius*.

Les Dinoflagellés confirment une séquence d'événements connue dans le Bassin de Paris à la limite Cénomanien-Turonien : disparition de *L. siphoniphorum* et apparition de *F. clavigera*.

Les Spores et Pollens montrent un renouvellement quasi total de la microflore au passage du Cénomanien au Turonien avec l'apparition de *C.* cf. *christae*.

Les Ostracodes sont relativement peu abondants, mais, dans la partie élevée des « Sables glauconieux », existe une association similaire à celle observée à Civray dans le Turonien élevé.

SÉDIMENTOLOGIE

Un cycle de sédimentation débute avec la « Craie marneuse » qui représente un domaine marin ouvert au Turonien inférieur. L'évolution du milieu conduit à l'installation d'un environnement plus littoral pendant le Turonien moyen et se termine par des faciès détritiques sableux à caractère régressif.

2. – LE SONDAGE DE CIVRAY-DE-TOURAINE

2.1. INTRODUCTION – SITUATION GÉOGRAPHIQUE (G.A.)

Lorsque d'ORBIGNY créa en 1842 l'étage Turonien « *de la ville de Tours (Turones) ou de la Touraine (Turonia)* », il réunit dans un même ensemble des formations que l'on rattache actuellement au Cénomanien et au Turonien. En s'apercevant en 1847 qu'il existait deux faunes d'Ammonites et de Rudistes différentes dans l'étage qu'il avait créé, d'ORBIGNY modifiait sa division stratigraphique et limitait le Turonien aux couches supérieures pour lesquelles il précisait que « *le plus beau type côtier était très prononcé dans toute la Touraine* ».

D'ORBIGNY n'a pu définir de coupe-type pour le Turonien, car en raison de l'épaisseur totale des formations intéressées (une centaine de mètres) d'une part et du faible pendage des couches d'autre part, il n'existe aucune coupe naturelle donnant sur une même verticale une section continue de l'étage; il a donc simplement désigné la Touraine comme région éponyme en précisant en 1852 que cette dernière s'étendait « *depuis Saumur jusqu'à Montrichard* » (voir aussi 1.1.).

L'absence de coupe de référence explique en partie les nombreuses difficultés rencontrées dans l'étude stratigraphique du Turonien. En effet, les divers faciès étant généralement homogènes et monotones, la corrélation de coupes, même voisines, est délicate à établir. C'est pourquoi l'étude, notamment de la répartition des Ammonites dans le stratotype, s'est révélée difficile et a donné lieu à des interprétations souvent divergentes. En 1889, DE GROSSOUVRE distinguait deux sous-étages avec deux zones d'Ammonites puis portait, en 1901, le nombre de zones à quatre, à savoir (de bas en haut) :

- sous-étage Saumurien :
  zone à *Mammites nodosoides*
- sous-étage Angoumien :
  zone à *Acanthoceras bizeti*
  zone à *Acanthoceras ornatissimum*
  zone à *Acanthoceras deveriai*

Pour DENIZOT (1949), les deux dernières zones n'existent pas.

Dans un tel contexte il devenait indispensable, vu le développement des recherches sur le Turonien, de réviser le stratotype. Ceci supposait, pour éviter de se heurter aux mêmes difficultés que précédemment, une bonne connaissance de la lithologie de l'étage dans une région que les auteurs s'accordent à considérer comme l'une des plus représentatives, c'est-à-dire la vallée du Cher, entre Fertevoux (ou Fretevou) et Saint-Georges-sur-Cher. Trois grands ensembles lithologiques y ont été distingués de bas en haut :

- la « Craie à Inocérames »
- le « Tuffeau de Bourré » ou « Tuffeau blanc »
- le « Tuffeau jaune de Touraine ».

chacun d'eux étant considéré jusqu'à présent

comme correspondant approximativement aux zones à *Mammites nodosoides, Collignoniceras woollgari* et *Romaniceras deverianum*.

Les corrélations entre les diverses coupes naturelles s'avérant souvent délicates, il fut décidé, pour les faciliter, de réaliser dans le même secteur un sondage en carottage continu. Cet ouvrage a été implanté dans la zone considérée comme la plus typique et dans une localité où le Sénonien à *Spondylus truncatus* affleurait. Il a donné la première section continue de l'étage Turonien et de ses épontes dans la région type. Les travaux correspondants ont été financés par la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, Service du fonds de la recherche, dans le cadre de la Convention de recherche contractée par le Muséum National d'Histoire Naturelle, sous la

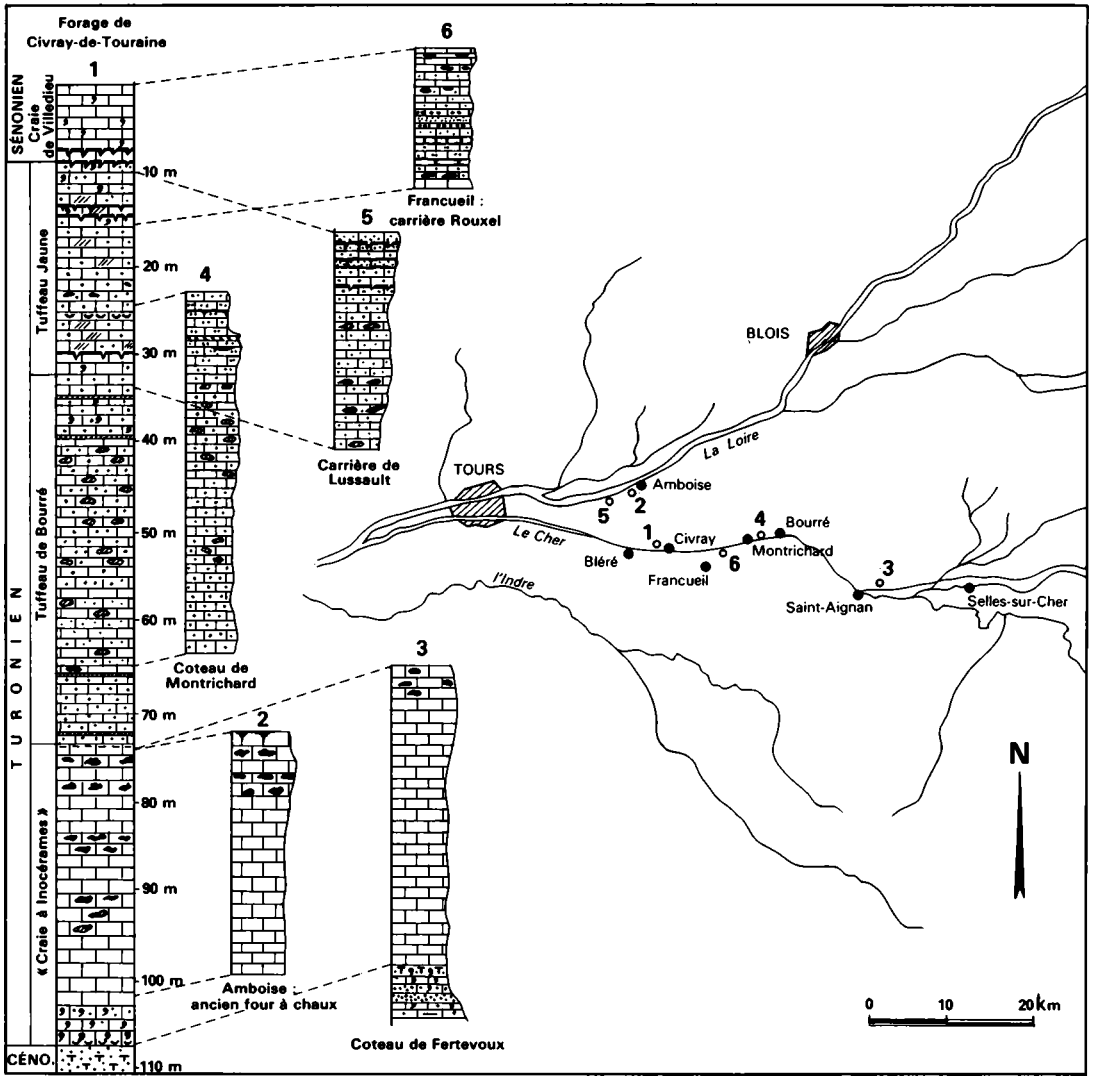


FIGURE 15

Situation géographique du sondage de Civray-de-Touraine et des principaux affleurements turoniens de la Touraine

Location of the well Civray-de-Touraine and of the main Turonian outcrops from Touraine

responsabilité de M.R. Laffitte. L'ouvrage installé au point de coordonnées Lambert x = 500,280; y = 260,400; z = 65, a atteint la profondeur de 110,40 mètres. Les échantillons recueillis sont conservés au Laboratoire de Géologie du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris.

Les formations traversées peuvent être corrélées avec les principaux affleurements du Cénomanien, du Turonien et du Sénonien observables dans les vallées de la Loire et du Cher, de part et d'autre de l'axe anticlinal de Graçay-Amboise, à savoir (Figure 15) :

- Cénomanien (« Marnes à Ostracées ») : Fertevoux (ou Frétevou), bordure du canal du Berry;
- Turonien (« Craie à Inocérames ») : Fertevoux (ou Frétevou), bordure du canal du Berry et Amboise (ancien four à chaux);
- Turonien (« Tuffeau de Bourré ») : coteau de Montrichard;
- Turonien (« Tuffeau jaune de Touraine ») : coteau de Montrichard et carrière de Lussault;
- Sénonien (« Craie de Villedieu ») : Francueil (carrière Rouxel).

2.2. Lithologie-Sédimentologie

2.2.1. *Description du sondage* (G.A.)

Les formations traversées par le sondage de Civray-de-Touraine ont été divisées en cinq ensembles lithologiques où les subdivisions apparaissent en chiffres arabes suivis des épaisseurs entre parenthèses. Ils sont brièvement décrits ci-après (de bas en haut) :

Cénomanien

« *Marnes à Ostracées* » :

1 (2,50 m) – marne très sableuse, glauconieuse et micacée de teinte vert foncé, contenant de très nombreux Ostréidés (*Exogyra columba, Ostrea vesiculosa*);

Turonien

« *Craie à Inocérames* » :

2 (0,60 m) – craie très sableuse et glauconieuse verdâtre avec lumachelle à Ostreidés;
3 (0,70 m) – craie très glauconieuse verte;
4 (0,80 m) – craie blanchâtre piquetée de glauconie;
5 (11,50 m) – craie blanche généralement tendre, rugueuse, contenant quelques Inocérames (*Inoceramus* gr. « *labiatus* ») et des débris de Brachiopodes (*Orbirhynchia cuvieri ?*);
6 (4,60 m) – craie grise à blanche assez tendre, rugueuse, localement durcie et présentant des plages siliceuses à différents niveaux. La macrofaune est rare : *Inoceramus* gr. « *labiatus* », *Orbirhynchia cuvieri*;
7 (16,40 m) – craie grise à blanche, cohérente, se chargeant légèrement de glauconie en petits grains vers le sommet, alternant avec des horizons de craie à noyaux siliceux, à gros silex noirs à cortex blanc assez épais (0,5 à 1 cm); les silex sont épars ou disposés en lits.

« *Tuffeau de Bourré* » :

8 (0,10 m) – argile grise feuilletée;
9 (7,50 m) – calcarénite micacée grise, légèrement glauconieuse, homogène, avec quelques niveaux à petits noyaux siliceux et horizons à Bryozoaires; présence de *Neithea* sp. et de débris d'Echinides;
10 (1,40 m) – calcarénite gris-clair, tendre, avec horizon silicifié à cristaux de pyrite;
11 (1,40 m) – calcarénite grise, tendre, à gros nodules siliceux gris (« cherts »), de forme irrégulière;
12 (3,80 m) – calcarénite grise, légèrement micacée, tendre, avec noyaux siliceux de petite taille peu abondants;
13 (3,40 m) – calcarénite grise, tendre, alternant avec des horizons durcis à silex botryoïdes gris (« cherts »);
14 (3,00 m) – calcarénite grise, micacée, glauconieuse, tendre et homogène;
15 (8,40 m) – calcarénite grise, micacée, glauconieuse, souvent sableuse et friable, avec noyaux siliceux de petite taille plus ou moins abondants;
16 (6,40 m) – calcarénite grise, glauconieuse et micacée, tendre, avec horizons sableux et nombreux silex gris à gris-noir volumineux;
17 (8,40 m) – calcarénite tendre, vacuolaire, glauconieuse et micacée, alternant avec des horizons silicifiés (dalles ou rognons); présence de bioaccumulations où prédominent les Serpules;
18 (1,20 m) – calcarénite tendre avec horizons silicifiés et lits à Bryozoaires et Serpules;
19 (2,30 m) – calcarénite tendre, vacuolaire, à toucher rugueux avec niveaux d'accumulation de Bryozoaires, Serpules et Ostréidés; rares « cherts ».

« *Tuffeau jaune* » :

20 (0,60 m) – calcarénite glauconieuse jaune, noduleuse;
21 (0,50 m) – calcarénite légèrement glauconieuse et micacée, plus ou moins vacuolaire, riche en Serpules et Bryozoaires; présence de Polypiers et de *Ostrea eburnea*;
22 (1,10 m) – calcarénite jaunâtre, glauconieuse et micacée, noduleuse, avec plages durcies et bioaccumulations de Bryozoaires et Serpules;
23 (0,70 m) – calcarénite faiblement poreuse, glauconieuse et micacée, passant à un calcaire gréseux dur, à petits Lamellibranches et Serpules;
24 (0,80 m) – calcarénite dure avec bioturbations (terriers à parois verdies, remplis de biocalcirudite) et hard-ground; présence de petites concrétions ferrugineuses et de minces lits à Bryozoaires;
25 (2,70 m) – calcarénite glauconieuse et micacée assez tendre avec zones durcies; nombreux Lamellibranches (*Trigonia scabra, Ostrea eburnea, Exogyra columba*) et Serpules; niveau à grandes *Exogyra columba* au sommet;

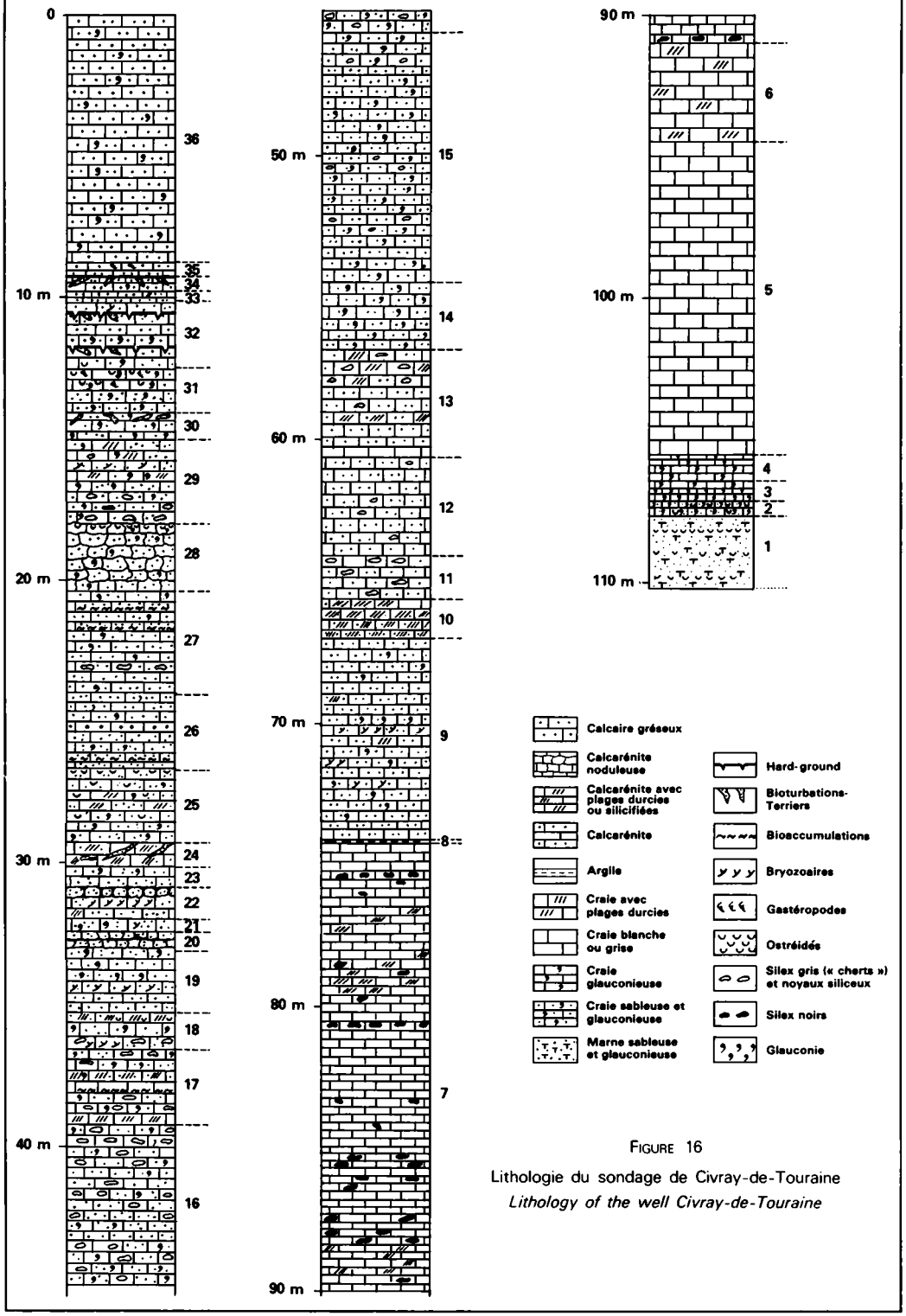


FIGURE 16

Lithologie du sondage de Civray-de-Touraine

Lithology of the well Civray-de-Touraine

26 (2,60 m) – calcarénite jaune-roux plus ou moins friable, micacée et glauconieuse, avec petits bancs de calcaire gréseux; nombreux petits débris d'organismes et présence de moules internes de *Trigonia scabra*;
27 (3,60 m) – calcarénite légèrement glauconieuse et micacée, à niveaux riches en Serpules et zones à silex en rognons;
28 (2,40 m) – calcarénite noduleuse jaunâtre, légèrement glauconieuse, à aspect pseudo-oolithique et à nombreux moules internes de Lamellibranches; présence de Serpules et Bryozoaires;
29 (3,00 m) – biocalcarénite friable, poreuse, plus ou moins riche en glauconie et mica, avec plages durcies à très nombreux Bryozoaires, Serpules et débris d'organismes divers (Trigonies, radioles d'Oursins, etc.); intercalation d'horizons de biocalcirudite et présence de terriers remplis de sable glauconieux;
30 (1,00 m) – calcarénite jaune, dure, légèrement poreuse, avec, à la partie supérieure, terriers remplis de sable glauconieux à Bryozoaires et Lamellibranches;
31 (1,50 m) – biocalcarénite glauconieuse dure avec niveaux de biocalcirudite, passant à un calcaire gréseux assez dur à nombreuses empreintes de Gastéropodes et Lamellibranches;
32 (2,30 m) – calcaire gréseux jaunâtre assez dur, avec perforations remplies de biocalcirudite à Bryozoaires et hard-ground (?);
33 (0,40 m) – calcaire gréseux tendre à nombreux débris d'organismes et Bryozoaires.

SÉNONIEN

« *Craie de Villedieu* » :

34 (0,55 m) – calcaire gréseux dur, jaune clair, à empreintes de Lamellibranches et Polypiers; perforations (terriers ?) remplies de biocalcirudite à Bryozoaires et Serpules;
35 (0,50 m) – calcaire gréseux jaune-roux à très nombreuses empreintes de Gastéropodes;
36 (8,75 m) – calcaire gréseux, légèrement glauconieux, dur.

2.2.2. *Interprétation sédimentologique : esquisse des paléomilieux*

2.2.2.1. **Eléments d'interprétation**

Cette interprétation s'appuie sur un certain nombre d'observations et de mesures qui sont résumées sur la tableau de la Figure 17.

Elle prend en compte :
1) le découpage lithologique en 36 unités définies au chapitre précédent sur des bases d'observations macro et microlithologiques;
2) les dosages géochimiques et minéralogiques et en particulier des argiles;
3) l'analyse de la biophase en lavages et en microfaciès;
4) les données écologiques apportées par la nature des diverses associations de microfaunes;
5) les données fournies par l'analyse de la phase organique (% de carbone organique total = COT) et des microflores.

Principaux résultats de l'analyse minéralogique et géochimique

Sur le plan de la pétrographie : prépondérance de la calcite (48 à 82%) et absence totale de dolomite; présence de silice sous forme de quartz détritique à la base et surtout au-dessus de 60 m (jusqu'à 25% à 27,50 m), et sous forme d'opale entre 98,50 et 36 m (mesurée sur les fines d'argiles).

Sur le plan de la minéralogie des argiles (phase fine), l'ensemble de la coupe montre une remarquable constance avec la prépondérance des smectites et la présence sporadique, en faible quantité, d'illite. La prépondérance des smectites traduit une pédogenèse active en climat chaud à saisons alternées; la smectite est bien cristallisée de 108,75 à 102 m et de 32,5 à 3 m, mais il est hasardeux d'attribuer ce phénomène à de légers réchauffements momentanés du climat. Cette association minéralogique traduit également l'absence d'érosion active et de relief accusé. Elle s'est probablement déposée dans un milieu de décantation calme.

La présence d'illite à la base (108,75 à 102 m) et au sommet (38 à 5 m) confirme un léger détritisme, à relier à l'observation du quartz détritique en lavages et en microfaciès. La présence de zéolite (clinoptilolite) est liée à l'activité des eaux du milieu de sédimentation.

Sur le plan géochimique, le dosage des éléments majeurs n'apporte pas de différenciation évidente des cortèges à travers tout le Turonien.

Sur les plans minéralogique et géochimique, on constate donc une stabilité générale au Turonien, affectée néanmoins de quelques variations dont on verra qu'elles s'inscrivent dans le contexte de l'interprétation de la mise en place des dépôts.

Principales données sur le microfaciès et la biophase

L'évaluation semi-quantitative des éléments figurés observés sur résidus de lavage a été complétée par l'examen de lames minces. Par effet de concentration, les résidus de lavage ont accentué certaines caractéristiques qualitatives et quantitatives, portant principalement sur les clastes les plus grossiers. En revanche, l'observation sur plaques minces a permis de mettre en évidence les éléments de faible taille (micas, quartz détritique par exemple) et d'en apprécier les proportions relatives pour définir le microfaciès.

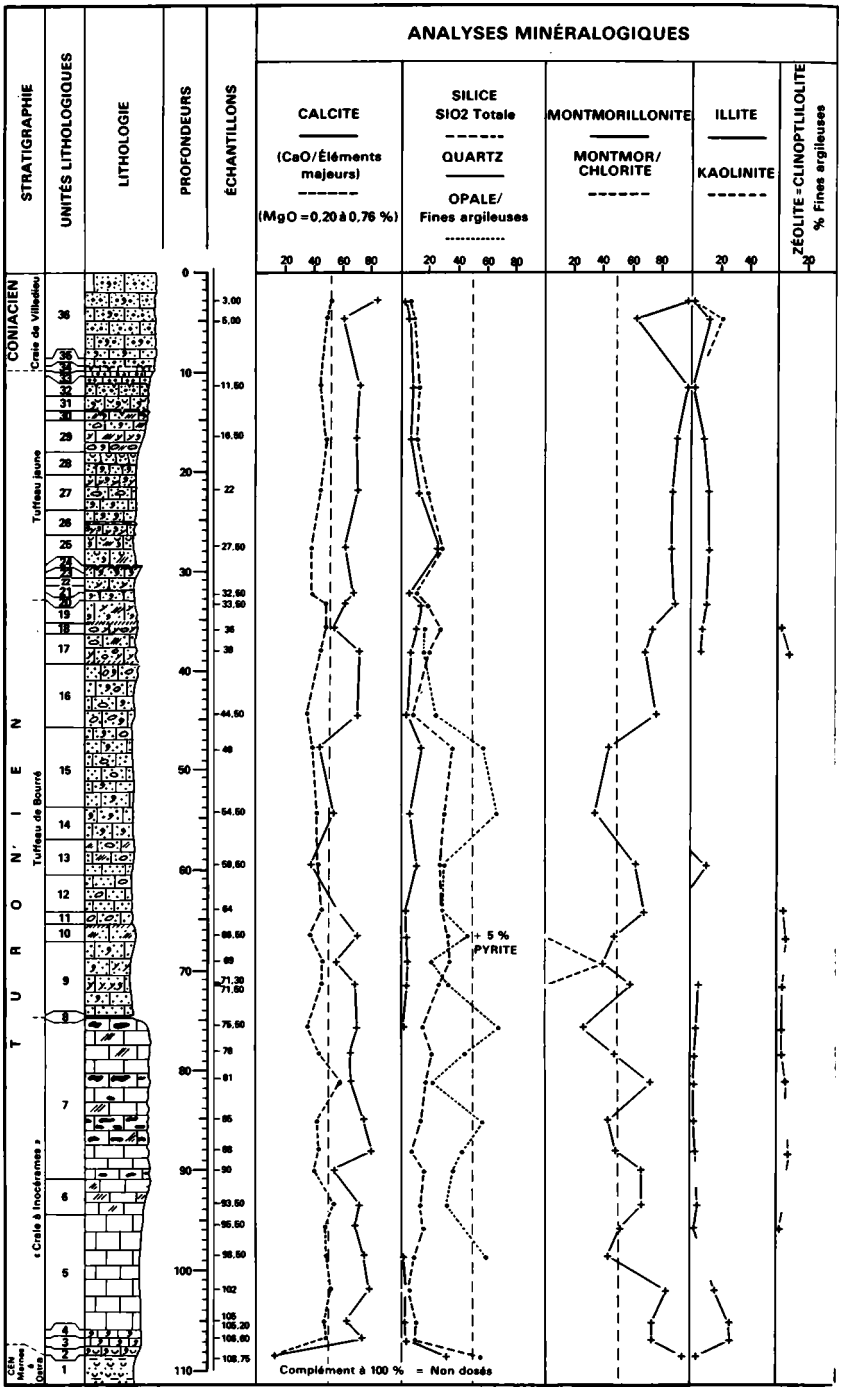
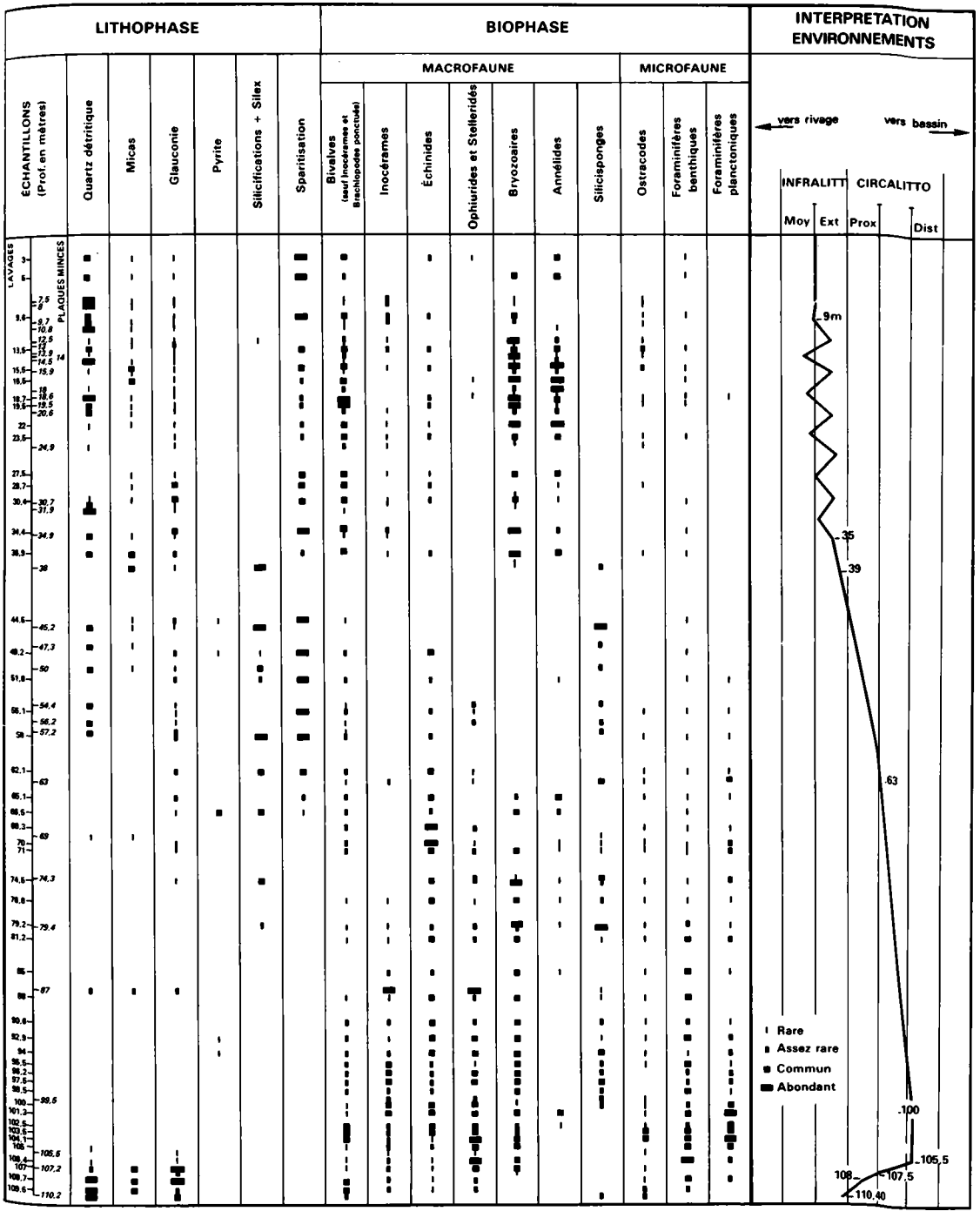


FIGURE 17
Données sédimentologiques et litho-biophase du sondage de Civray-de-Touraine



Lithological, biostratigraphical and sedimentological data in the well Civray-de-Touraine

Le tableau de la Fig. 17 résume l'ensemble des observations qui ont servi de base à l'interprétation des environnements de dépôts et dont on retrouve l'essentiel dans le chapitre suivant.

Principales données sur la phase organique et les microflores

Les apports organiques sont négligeables par rapport à la sédimentation minérale carbonatée : COT < 0,2%. Les palynofaciès ne sont, de ce fait, pas très représentatifs: faciès mixtes, amorphe-humique (Fig. 22).

L'échantillon cénomanien (108,75 m) montre des spores de Ptéridophytes dans un environnement marin (70% de microplancton), traduisant peut-être des apports de marécages bordiers. Les spores se raréfient dès la base du Turonien au profit des pollens d'Angiospermes de type Normapolles. Le microplancton marin de Dinoflagellés croît brusquement à 90-98% entre 106,5 et 66,5 m, puis baisse légèrement entre 64,5 et 54,5 m, puis croît à nouveau et se stabilise. Il indique par sa fréquence et sa diversité une communication permanente avec la mer.

La simultanéité du remplacement des spores par les Angiospermes et la mise en place du microplancton marin traduisent peut-être l'ennoyement de la végétation de bordure lors de la « transgression turonienne » et un changement de climat qui devient probablement tempéré chaud.

Principales données sur les nannofossiles

Dans le sondage de Civray, la distribution des nannofossiles est sous la dépendance de la sédimentation plus ou moins carbonatée.

Dans la « Craie à Inocérames », les Coccolithes sont les plus abondants et diversifiés avec présence de Pithonelles et de *Nannoconus*. Ce nannoplancton est caractéristique d'un milieu de dépôt de plate-forme marine carbonatée d'oxygénation modérée.

2.2.2.2. **Interprétation**

• *CÉNOMANIEN*
« *Marnes à Ostracées* »
Unité 1 (110,40 à 108 m)

Il s'agit plus ici de pélites que de marnes. L'influence continentale est donc très forte. La microfaune benthique (voir tableau de répartition des Foraminifères à la Fig. 19), regroupant surtout des Nodosariidés, des Arénobuliminidés et des Gavelinelles, indique un milieu marin de plate-forme externe, environnement compatible avec la présence accessoire d'Inocérames, d'Ophiurides ainsi qu'avec celle de la glauconie. L'abondance des Ostracées ainsi que l'absence ou l'extrême rareté de la microfaune planctonique (Hedbergelles), témoignent d'un faible degré d'océanicité. La finesse du matériel détritique, l'abondance des micas, la nature marneuse du ciment suggèrent un niveau de basse énergie dans un milieu non confiné, relativement proche du rivage.

La microflore indique la prépondérance d'une végétation de bordure à Ptéridophytes et un faible apport de matériel organique. La phase argileuse constituée essentiellement de smectite indique un climat chaud à forte pédogenèse.

• *TURONIEN*
« *Craie à Inocérames* »
Unités 2, 3 et 4 (107,50 à 105,50 m)

Sur cette tranche peu épaisse de dépôts on note une brutale diminution de l'influence continentale : disparition des micas, raréfaction très nette du quartz détritique. Ce phénomène peut s'expliquer, soit par l'éloignement de la ligne de rivage, soit par l'installation d'un régime biostasique.

La glauconie, prédominante à la base, s'estompe au sommet; son origine, vraisemblablement authigène, impliquerait, selon ODIN (1977), une tranche d'eau d'au moins 80 m, donc un environnement circalittoral. L'illite se développe (25%) au détriment de la smectite.

La biophase se modifie sensiblement. A tous les niveaux, les Ostracées ont disparu au bénéfice des Inocérames, des Bryozoaires et surtout des Ophiurides et des Stellérides. Les Foraminifères benthiques deviennent abondants (Nodosariidés, Arénobuliminidés, Gavelinelles) ainsi que le plancton (Hedbergelles, Whiteinelles, Oligostégines) et, dans une mesure moindre, Hétérohélicidés.

Ces dépôts marquent la transition à un milieu de plate-forme marine carbonatée, oxygénée, organogénique, de faible niveau énergétique.

L'accroissement du microplancton organique (Dinoflagellés) par rapport à la phase organique terrigène (Spores et Pollens), joint au remplacement des spores de Ptéridophytes par des pollens d'Angiospermes de type arbustif, suggère que l'hypothèse d'une montée du niveau marin qui ennoye l'étage de végétation littorale et repousse les apports mérite d'être retenue. Cet eustatisme positif est peut-être lié à un réchauffement du climat, également souligné par le développement ultérieur des Angiospermes Normapolles.

Unité 5 (partie inférieure)

A la partie inférieure de l'unité 5, le processus amorcé précédemment s'accentue. Le microfaune

benthique croît en nombre d'individus. La fréquence du plancton atteint son apogée mais reste très en deça de ce que l'on observe dans les Dièves du nord par exemple. Les Praeglobotruncanidés et les Dicarinelles s'ajoutent aux « grosses Globigérines » et aux Oligostégines et c'est à ce niveau du sondage que le degré d'océanicité atteint son maximum. Toutefois, la relative abondance des Bryozoaires, la présence de quelques Annélides, la non prolifération des Oligostégines, tempèrent cette tendance qui n'implique pas un approfondissement évident de la mer. Le milieu, circalittoral proximal, demeure éloigné du talus continental.

Bien que très abondants dans les craies, les Ophiurides et les Stellérides, considérés globalement, sont encore difficilement interprétables du point de vue paléoécologique; dans la craie du reste du Bassin de Paris, comme dans celle de la Touraine, leurs fréquences maximales paraissent statistiquement liées à celles des Foraminifères planctoniques et conduisent à supposer qu'une partie d'entre eux aurait un mode de vie pélagique.

« *Craie à Inocérames* » et « *Tuffeau de Bourré* »

Unités 5 (partie inférieure), 6, 7, 8 et 9, 10, 11, 12 (100 à 63 m)

Au-dessus d'une cote voisine de 100 mètres, on note une diminution sensible du degré d'océanicité. En effet, la microfaune planctonique (« grosses Globigérines », *Dicarinella, Praeglobotruncana, Hedbergella*, à l'exception d'un niveau à Hedbergelles à − 63 m) devient rare ou assez rare alors que les Bryozoaires restent généralement fréquents. Les Inocérames régressent au profit des Annélides et des Brachiopodes toutefois peu abondants mais toujours présents. Les Silicisponges, toujours situés le long des bordures actuelles du bassin, sont régulièrement présents.

La microfaune benthique se raréfie nettement dans les niveaux supérieurs, mais repose toujours sur une association de plate-forme externe (Nodosariidés, Gavelinelles, Arénobuliminidés). Les Echinides se developpent nettement.

Le microplancton de Dinoflagellés atteint son maximum entre 100 et 80 m; à l'inverse, l'apport organique terrigène est encore plus réduit.

Le cortège minéralogique est caractérisé par la présence de silice non cristallisée sous forme d'opale C.I. tandis que le cortège argileux typique du Turonien se met en place : prédominance des smectites (mal cristallisées), illite rare.

Unités 12, 13, 14, 15 et 16 (63 à 39 m)

Ces niveaux sont caractérisés par l'extrême rareté ou l'absence de la microfaune planctonique, la rareté des Foraminifères benthiques, à l'exception des Valvulinidés-Verneuilinidés repérables sur lames minces et de quelques Gavelinelles et Nodosarriidés, indicateurs de la plate-forme externe. Le reste de la biophase se raréfie : peu d'Ostracodes, absence des Inocérames, nette disparition des Annélides et des Bryozoaires. En revanche, les Silicisponges se maintiennent.

La sparitisation partielle des dépôts, autre caractéristique importante de ces sédiments, pourrait, par un processus diagénétique, être en partie responsable de la détérioration de la biophase souvent mal identifiable mais où subsistent cependant des Echinodermes plus résistants. Il est en effet difficile d'interpréter par une modification radicale du biotope, que rien par ailleurs ne suggère, l'absence totale des Annélides et surtout des Bryozoaires, présents dans tous les niveaux sus- et sous-jacents. Considérée comme uniquement diagénétique, cette sparitisation n'indiquerait pas un vannage hydrodynamique du sédiment, ni par conséquent une augmentation du niveau d'énergie. Le bilan minéralogique est analogue à celui de l'intervalle précédent, si ce n'est l'absence d'illite qui marquerait l'absence de détritisme. Toutefois, la réapparition de la glauconie et du quartz fin, constant, des micas plus sporadiques, indiquerait une reprise légère des apports et vraisemblablement un rapprochement de la ligne de rivage par rapport aux dépôts antérieurs. L'accroissement de la part relative de la microflore terrestre va dans ce sens. Dans cet intervalle, en outre, les pollens d'Angiospermes Normapolles trouvent leur épanouissement maximum. L'environnement du dépôt est propice à la bonne conservation de la matière organique : conditions de fond peu oxygénées.

L'ensemble de ces dépôts peut appartenir au domaine circalittoral proximal aussi bien qu'à l'étage infralittoral externe.

- *TURONIEN et SÉNONIEN*

« *Tuffeau de Bourré* », « *Tuffeau jaune* » et « *Craie de Villedieu* »

Unités 18, 19, 20 à 30 et 34 (38 à 9 m)

Dans cet ensemble, les dépôts sont rythmés avec hard-grounds, bioturbations, et bioaccumulations. De plus, une stratification oblique est visible à l'affleurement. Le détritisme, bien que permanent, présente des fréquences très changeantes, ce qui est également le cas de la glauconie mais en mesure moindre.

La réapparition de l'illite, et la disparition de l'opale au profit du quartz confirment cette tendance à un léger rajeunissement tectonique régional.

La sparitisation, qui n'est pas constante, peut être liée à l'élévation du niveau d'énergie, déduite des observations précédentes. L'amincissement de la tranche d'eau est lié à un haut-fond et à une plus grande proximité de la ligne de rivage. Sur le plan palynologique, la rareté des niveaux fossilifères confirme le changement de conditions de sédimentation : les conditions de fond plus oxygénées n'ont pas favorisé la conservation des microflores.

Même si le régime hydrodynamique a favorisé des bioaccumulations hors de leurs biotopes originels, l'abondance des Annélides, la raréfaction des Nodosariidés, l'apparition et la présence de *Rotalia*, marquent une influence interne. A l'inverse, les Bryozoaires, ici très nombreux, sont symptomatiques (s'ils sont conservés sur leur lieu de vie) de la plate-forme externe. L'ouverture marine est très faible, à peine marquée par d'exceptionnels Globotruncanidés dans les niveaux micritiques où leur rareté n'est pas imputable à une destruction diagénétique. Les lumachelles d'Ostracées ne sont incompatibles avec aucune des deux tendances de même que les Gastéropodes, Verneuilinidés, Valvulinidés et Ophtalmiidés.

Enfin et surtout, des Polypiers, reconnus à l'œil nu, indiquent une influence de barrière, en accord avec le caractère oblique de la stratification.

De l'ensemble de ces observations on peut déduire un éventail d'environnements axés sur un contexte de haut fond et allant du domaine infralittoral externe au domaine infralittoral moyen. Il est aisé de concevoir le passage en alternance de l'un à l'autre domaine par un jeu de pulsations.

« Craie de Villedieu »

Unités 35 et 36 (9 à 0 m)

L'examen de deux échantillons permet seulement de pronostiquer une large similitude d'environnement avec les niveaux sous-jacents. Une sparitisation plus intense, une sédimentation apparemment non rythmée, suggèrent une certaine stabilisation du milieu qui reste proche d'un complexe de barrière.

2.2.2.3. **Conclusions sur les paléomilieux**

L'ensemble des observations et données sur le Turonien du sondage de Civray-de-Touraine montre :

a) qu'après un fort changement du régime de la sédimentation entre les argiles gréseuses du Cénomanien et les calcaires du Turonien, les conditions de sédimentation et de milieu de dépôt, ainsi que le paysage, n'ont pas subi d'évolution très importante au cours du Turonien :

- le paléomilieu évolue entre le domaine circalittoral proximal et le domaine infralittoral externe à moyen ;
- le continent voisin ne subit pas d'effets tectoniques accusés si ce n'est un léger rajeunissement marqué par un faible détritisme dans le Tuffeau jaune ;
- le niveau d'énergie est généralement bas sauf dans le Tuffeau jaune ;

b) que le maximum de « marinité » se situe dans la partie inférieure de la « Craie à Inocérames » jusqu'à la profondeur – 100 m, c'est-à-dire immédiatement après le changement de régime du Cénomanien au Turonien qui devrait correspondre à une élévation du niveau d'eau (eustatisme) ;

c) que le reste de la série turonienne correspond à une séquence globalement, quoique faiblement, régressive ; un changement mineur de l'épaisseur de la tranche d'eau, sans changement radical du paysage, peut avoir suffi à initier cette évolution apparente.

2.3. Ostracodes de Civray (R.D.)

2.3.1. *Composition de la faune d'Ostracodes*

Les Ostracodes recueillis dans l'ensemble du sondage sont assez mal conservés et leur faible abondance n'a pas permis d'évaluer quantitativement leur fréquence. Les principales espèces reconnues ont déjà été citées dans des travaux portant sur des affleurements du Turonien de Touraine (Damotte, 1962 et 1971[b]). S'y ajoutent : une espèce décrite en Provence : *Veenia donzei* Babinot, et des espèces nouvelles : *Golcocythere turonensis* n. sp., présente dans les niveaux supérieurs du sondage (28,5 à 9,60 m), *Cythereis (Rehacythereis) civrayensis* n. sp. recueillie dans les niveaux inférieurs (101 à 104 m), *Veenia* sp. 15 (niveaux 1 à 18 m), *Imhotepia* sp. 81 (niveaux 81,20 à 73 m).

En plus de l'association cénomanienne (niveaux 108,4 et 110 m), trois associations apparaissent dans l'ensemble du sondage :

- Entre les niveaux 106,4 et 70 m : une association caractérisée par la présence de *Trachyleberidea geinitzi* (Reuss *sensu* Babinot, 1980, *Cythereis (Rehacythereis) civrayensis* n. sp., *Cythereis (R.)* aff. *fournetensis, Spinoleberis petrocorica* ; ces deux dernières espèces ont été décrites dans le Cénomanien de Dordogne-Touraine (Damotte, 1971[b]).

FIGURE 18

Tableau analytique de répartition des Ostracodes dans le sondage de Civray-de-Touraine

Range chart of the Ostracoda in the well Civray-de-Touraine

– Entre les niveaux 69 et 44,90 m : une association pauvre où on peut citer *Hazelina divisa,* espèce qui se poursuivra plus haut, *Imhotepia* sp. 81, *Pterygocythere pulvinata.*

– Entre 44,90 et 37 m : pas d'échantillon (matériel ne pouvant être traité par la méthode des lavages).

– Entre 37 et 9,60 m : association comprenant les espèces bien connues dans le Turonien de Touraine : *Hazelina divisa, Dordoniella turonensis, Mauritsina cuvillieri, Neocythere verbosa, Cythereis (Rehacythereis) grekovi, Asciocythere polita* et l'espèce provençale : *Veenia donzei.*

Cette subdivision de la faune en trois associations n'est qu'une première approche pour diviser le Turonien à l'aide des Ostracodes car la faune recueillie ici est peu abondante et, de plus, assez mal conservée.

2.3.2. *Description des espèces nouvelles*

Sous-classe Ostracoda LATREILLE, 1806.

Ordre Podocopa SARS, 1866.

Famille Cytheridae SARS, 1850.

Sous-famille Trachyleberidinae SYLVESTER-BRADLEY, 1948.

Genre *Golcocythere* GRÜNDEL, 1968

Golcocythere turonensis DAMOTTE n. sp.

Pl. 12, fig. 1-2

Origine du nom : de la province de Touraine.

Holotype : une valve gauche (Pl. 12, fig. 1). Coll. Damotte, 18-75-1; Lab. Micropal. Univ. Paris VI.

Paratypes : cinq valves et carapaces. Coll. Damotte, 18-75-2; Lab. Micropal. Univ. Paris VI.

Localité-type : Sondage de Civray-de-Touraine - niveau 18,75 m.

Niveau-type : Turonien (supérieur)

Diagnose : Espèce du genre *Golcocythere,* caractérisée par une surface lisse entre les trois côtes longitudinales. Côte dorsale lisse et épaisse, se poursuivant postérieurement par un diverticule vertical rejoignant l'extrémité postérieure de la côte médiane. Côte ventrale épaisse, en continuité avec le bourrelet soulignant le bord antérieur de la valve. Tubercule subcentral jointif avec la côte médiane. Tubercule oculaire net.

Dimensions : l = 0,88 – 0,93 mm

Description : Carapace subrectangulaire à la valve gauche; valve droite plus effilée postérieurement. Extrémité antérieure arrondie, soulignée par un bourrelet lisse et épais. Extrémité postérieure pointue, surtout à la valve droite, et portant 3 à 5 épines ventrales. Surface des valves lisse ou légèrement ponctuée entre les trois côtes longitudinales qui sont épaisses et arrondies. Caractères internes : charnière amphidonte. Empreintes musculaires : une empreinte antennaire en V et quatre empreintes adductrices allongées et superposées.

Rapports et différences : Golcocythere punctata et *Golocythere leptopleura,* décrites par OHMERT dans le Coniacien de Bavière, présentent des côtes longitudinales moins épaisses.

Répartition stratigraphique : Golcocythere turonensis a été recueillie dans la partie supérieure du Turonien du sondage de Civray-de-Touraine (niveaux 9,6 à 28,5 m).

Genre *Cythereis (Rehacythereis)* GRÜNDEL, 1973

Cythereis (Rehacythereis) civrayensis DAMOTTE n. sp.

Pl. 12, fig. 6-8

Origine du nom : de la localité de Civray-de-Touraine.

Holotype : une carapace (Pl. 12, fig. 8). Coll. Damotte, 101-30-1; Lab. Micropal. Univ. Paris VI.

Paratypes : cinq valves et carapaces. Coll. Damotte, 101-30-2; Lab. Micropal. Univ. Paris VI.

Localité-type : Sondage de Civray-de-Touraine - niveau 101,30 m).

Niveau-type : Turonien (inférieur)

Diagnose : Espèce du sous-genre *Cythereis (Rehacythereis)* caractérisée par une surface lisse entre les côtes longitudinales. Côte dorsale et côte médiane reliées postérieurement par un diverticule vertical en marche d'escalier. Côte médiane reliée au tubercule subcentral. Côte ventrale très fine. Tubercule oculaire net, très arrondi.

Dimensions : 0,77-0,82 mm

Description : Carapace subrectangulaire. Bord dorsal long, valant les 3/4 de la longueur des valves, souligné par la côte dorsale qui s'interrompt au-dessus de la mi-hauteur des valves, orné ventralement de 3 à 6 denticules. Bord ventral rectiligne, dissimulé par la côte ventrale du 1/3 postérieur au 1/4 antérieur de la longueur. Crête antérieure en continuité avec la côte ventrale, bord antérieur arrondi orné de 6 denticules. Tubercule subcentral allongé, en continuité avec la crête médiane.

En vue dorsale, carapace ovoïde avec extrémité postérieure formant une quille. Plus grande épaisseur située au niveau des tubercules subcentraux. Zone dorsale des valves ornées de trois stries dans la zone postérieure. Les caractères internes correspondent à ceux du genre.

Rapports et différences : Hazelina divisa DAMOTTE montre une allure générale externe voisine, mais elle ne possède pas de diverticule en escalier entre les côtes dorsale et médiane.

Répartition stratigraphique : C. (R.) civrayensis a été recueillie dans les niveaux inférieurs du sondage de Civray (101,3 à 106,6 m).

Genre *Veenia* BUTLER & JONES 1957

Veenia sp. 15

Pl. 12, fig. 3

Remarques : Cette forme possède l'allure générale externe et la charnière amphidonte du genre *Veenia,* mais elle ressemble également au genre *Mosaeleberis* tel que POKORNÝ (1978) l'a reconnu dans le Turonien de Bohème avec en particulier l'espèce *Mosaeleberis interruptoidea* (VAN VEEN). La forme de Touraine s'en différencie par l'aspect lisse des côtes médiane et ventrale et l'aspect réticulé de la zone postérieure qui est lisse chez la forme tchèque d'après le dessin de POKORNÝ (Planche 1, fig. 2) mais réticulée sur la photographie (Planche 3, fig. 5).

Répartition stratigraphique : Veenia sp. 15 a été recueillie dans la partie supérieure du sondage de Civray-de-Touraine (niveaux 18 et 15,50 m).

Genre *Imhotepia* GRÜNDEL 1969

Imhotepia sp. 81

Pl. 12, fig. 4-5

Remarques : Cette espèce se différencie de *Imhotepia marssoni multipillata* (POKORNÝ) du Turonien de Bohème, par un réseau de réticulation beaucoup plus dense chez la forme de Touraine.

Répartition stratigraphique : Imhotepia sp. 81 a été recueillie dans les niveaux 98,50 à 73 m du sondage de Civray-de-Touraine : probablement Turonien inférieur.

2.3.3. *Remarques (paléogéographie et paléoécologie)*

La faune d'Ostracodes du Turonien de la région-type appartient, comme celle du Cénomanien, à la province à affinités mésogéennes comprenant la Provence, l'Aquitaine et la Touraine (voir BABINOT, COLIN & DAMOTTE *in* Colloque sur le Turonien, 1981). La faune du Bassin de Paris *sensu stricto,* en particulier dans le Boulonnais et le Sénonais, est nettement différente de celle de Touraine; aucune espèce n'est commune aux deux régions si l'on excepte naturellement les espèces à très grand cosmopolitisme comme *Cytherella ovata* et *C. parallela.*

Les Ostracodes de Touraine sont des formes marines d'eaux peu profondes et à tendance plutôt chaude.

Sur la Planche 12 ne sont figurées que les espèces nouvelles ou les espèces non encore signalées dans le Turonien de Touraine; pour la figuration des autres espèces voir DAMOTTE, 1962, et 1971[a] et [b]).

2.4. FORAMINIFÈRES DE CIVRAY (F.R. et Ch.M.)

2.4.1. *Conditions d'étude*

Le contenu en Foraminifères de quelques niveaux turoniens de la vallée du Cher et des environs a été décrit à plusieurs occasions, notamment par BUTT (1966), BELLIER (1968, 1971), MANIVIT & MONCIARDINI (1976).

Sur le terrain, il n'est pas possible de suivre une coupe continue et les auteurs n'ont pas tenté de construire, ou tout au moins n'ont jamais publié, une section synthétique du Turonien de la vallée du Cher avec l'extension verticale des espèces reconnues.

Dans le cas présent, le sondage implanté à Civray-de-Touraine a traversé toutes les couches turoniennes et un carottage continu a fourni les meilleures conditions d'échantillonnage pour les études de microfossiles (succession lithologique sûre, absence d'altération météorique...). Par contre, aucun macrofossile significatif n'a pu être dégagé.

Pour ce qui est des Foraminifères, une première série d'une quarantaine d'échantillons a été étudiée en 1975 par Ch. Monciardini. Repris en détail ici et complétés par une deuxième série, les résultats analytiques de l'ensemble sont livrés dans le tableau de répartition de la Fig. 19.

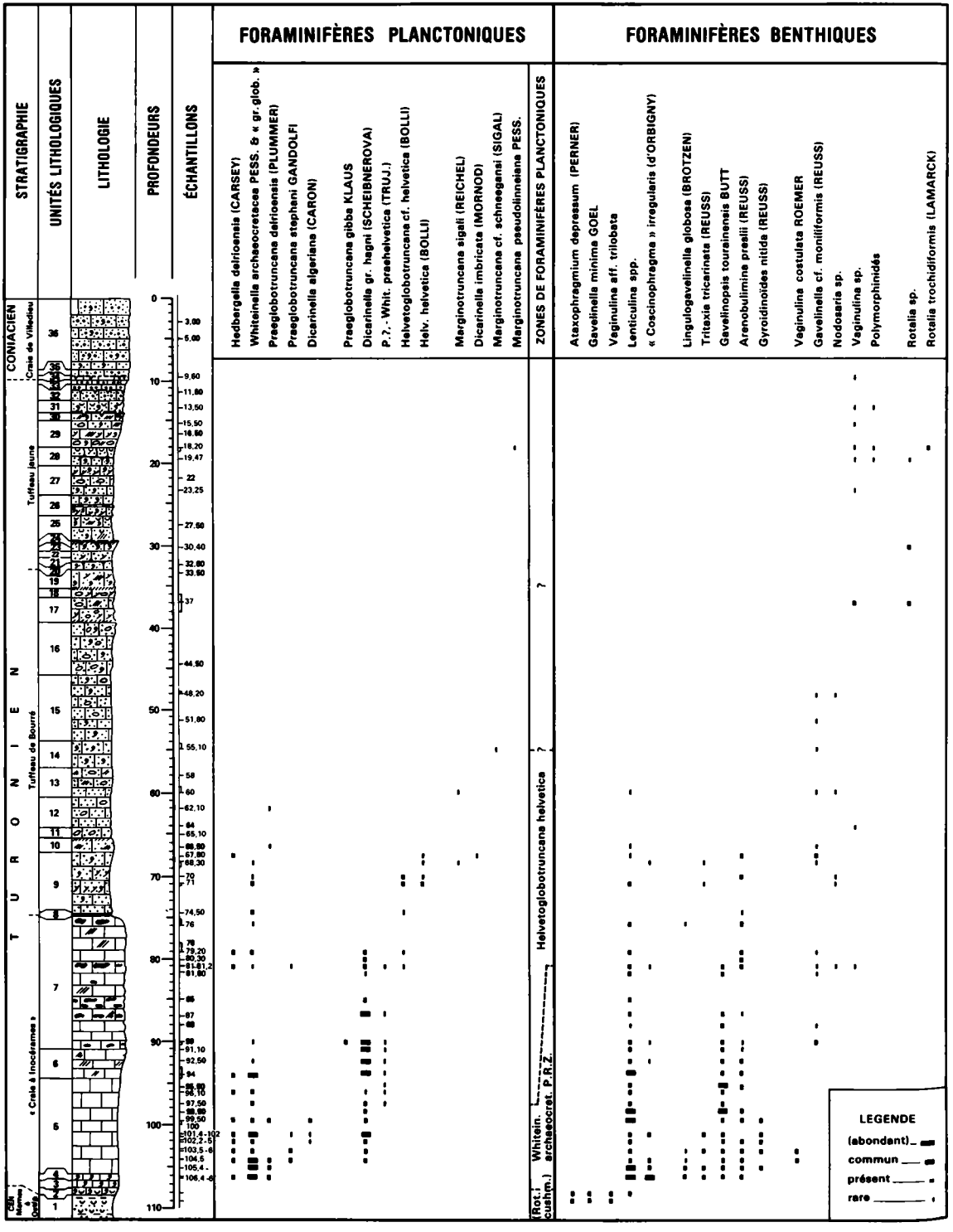


FIGURE 19

Tableau analytique de répartition des Foraminifères dans le sondage de Civray-de-Touraine

Range chart of the Foraminifera in the well Civray-de-Touraine

2.4.2. *Les éléments benthiques*

Dans les Marnes à Ostracées de la base du sondage, quelques espèces benthiques définissent localement le Cénomanien et ne dépassent généralement pas le Cénomanien supérieur. Dans la « Craie à Inocérames » et la moitié inférieure du Tuffeau de Bourré, l'association de Foraminifères benthiques est assez comparable à celle décrite dans le Saumurois, mais plus encore à celle définie dans le Boulonnais par la présence le *Lingulogavelinella globosa* et *« Coscinophragma » irregularis* (ROBASZYNSKI, AMÉDRO *et al.*, 1980). MONCIARDINI (*in* MÉGIEN *et al.*, 1980) a constaté à l'échelle du bassin, l'ubiquité de *G. tourainensis* et de *L. globosa* (cette dernière espèce rapportée à *Orostella turonica*).

Le contenu de la partie supérieure turonienne du sondage est, par contre, fort différent de celui décrit dans le Boulonnais : absence des genres *Globorotalites, Gavelinella* et *Reussella,* présence de *Rotalia* et de Polymorphinidés, ce qui traduit une appartenance plus mésogéenne de la région tourangelle. A noter la rareté des Foraminifères dès l'installation des faciès tuffacés typiques.

2.4.3. *Les éléments planctoniques*

Bien que, lithologiquement, le Turonien soit correctement encadré dans le sondage par, à la base, les Marnes à Ostracées cénomaniennes et, au sommet, par la Craie de Villedieu coniacienne, aucune de ces deux formations ne contient de formes planctoniques qui puissent appuyer ou suivre les attributions établies à l'aide des macrofossiles.

Dans le Turonien, les Foraminifères planctoniques sont presqu'entièrement cantonnés dans la « Craie à Inocérames » et les dix premiers mètres du Tuffeau de Bourré. Au-dessus, ils sont extrêmement rares.

La distribution verticale des différents genres et espèces, dégagés de la quarantaine d'échantillons examinés entre 107 et 65 m, correspond assez bien à ce qui a déjà été décrit dans d'autres sections, que ce soit en domaine boréal ou en domaine mésogéen (SE de la France : PORTHAULT, 1974; Boulonnais : ROBASZYNSKI, AMÉDRO *et al.*, 1980; Tunisie : SALAJ & BELLIER, 1976, etc.; voir les nombreux rapports stratigraphiques présentés au Symposium de Nice du Mid-Cretaceous-Events Project du P.I.C.G. en 1975, la synthèse dans l'Atlas de Foraminifères planctoniques du Crétacé moyen, *in* ROBASZYNSKI & CARON (coord.), 1979 et la Synthèse du Bassin de Paris (MÉGNIEN *et al.*, 1980)).

On reconnaît ainsi la succession des événements biostratigraphiques suivants :

- fin du développement de *P.* gr. *delrioensis-stephani*;
- développement de plusieurs espèces de *Whiteinella* formant une grande part des « grosses Globigérines »;
- développement de nombreux morphotypes attribuables à l'espèce *hagni* du genre *Dicarinella*;
- apparition de Whiteinelles proches de *« praehelvetica »*, puis de *praehelvetica* vraies, puis de *H. helvetica* (ce dernier taxon n'avait encore jamais été identifié en Touraine).
- déclin du groupe *D. hagni*;
- apparition des premières *Marginotruncana* dont *M. sigali* avant l'extinction de *H. helvetica* (disparition régionale prématurée en raison d'un environnement défavorable);
- quelques rares exemplaires de *M. pseudolinneiana,* espèce bicarénée, bien reconnaissable, ont été repérés dans le Tuffeau jaune.

La zonation qui découle de cette suite d'événements correspond parfaitement à celle décrite par exemple dans le nord du Bassin de Paris (ROBASZYNSKI, AMÉDRO *et al.*, 1980), à savoir : *(R. cushmani) / W. archaeocretacea / H. helvetica / M. sigali / M. pseudolinneiana* et *M. coronata*.

Dans cette même région, comme dans l'ensemble du bassin, MONCIARDINI (*in* MÉGNIEN *et al.*, 1980) considère toutefois que *M. sigali* est incluse dans la zone à *H. helvetica*.

L'essentiel de la zonation est valable pour des domaines beaucoup plus larges (ROBASZYNSKI & CARON (coord.), 1979) : *(R. cushmani) / W. archaeocretacea / H. helvetica / M. schneegansi.* Remarque : la zone à *W. archaeocretacea* est une Partial-Range-Zone limitée à la base par l'extinction de *R. cushmani* et au sommet par l'apparition de *H. helvetica.* Pour les mêmes raisons que celles développées dans le chapitre sur les Foraminifères du Saumurois, on peut se demander si l'intervalle où se manifestent les morphotypes *« praehelvetica »* – et qui ne chevauche pas celui d'*helvetica* – ne pourrait pas correspondre en fait à l'extension réelle vers le bas d'*helvetica.* Auquel cas, l'apparition de cette espèce-marqueur interviendrait environ au milieu du Turonien inférieur, tel que le sous-étage est connu dans la région-type.

2.4.4. *Relations avec le Saumurois*

- La zone à *W. archaeocretacea* et le début de la « zone à *helvetica* » (marquée par une grande partie de l'extension verticale de « *praehelvetica* ») sont à

peu près similaires à Civray et dans le Saumurois et doivent correspondre sensiblement au Turonien inférieur.

– Considérant que, dans le Saumurois, le Tuffeau de Saumur est limité biostratigraphiquement *grosso modo,* à la base par l'apparition des véritables *H. helvetica* et au sommet par l'extinction de cette même espèce (ainsi que de la plupart des *D.* gr. *hagni*), le Tuffeau de Saumur pourrait correspondre latéralement au tiers supérieur de la « Craie à Inocérames » et à la base du Tuffeau de Bourré, telles que ces deux formations sont connues à Civray.

Si l'on confronte les principales données réunies au cours de la présente étude, il apparaît que :

– le Turonien stratotypique a livré des Foraminifères surtout dans sa moitié inférieure, la moitié supérieure étant très pauvre par le fait de conditions écobathymétriques défavorables;

– les associations de Foraminifères planctoniques ont un cachet nordique (« boréal ») tandis qu'une partie des espèces benthiques est à caractère plutôt mésogéen.

C'est dire que pendant le Turonien, la Touraine appartient à une aire de plate-forme marine, intermédiaire entre les domaines mésogéen et boréal.

2.5. Nannoplancton de Civray (H.M.)

Depuis une décennie, le nannoplancton turonien a été étudié de façon détaillée et des biozonations dans les formations océaniques et sur les continents ont été proposées par Roth (1973), Thierstein (1974, 1976), par Shumenko en Russie (1978) et en Roumanie par Costea & Comsa (1979). Les recherches menées en Tunisie, en Espagne et en France par Verbeek & Sissingh les ont conduit en 1977 à présenter une biozonation du Turonien à partir des nannofossiles parallélisée avec une biozonation fondée sur les Foraminifères planctoniques.

Indépendamment, Manivit (1978, 1979), à partir de coupes bien datées dans le Boulonnais, le Sud-Est de la France et de sondages dans le Bassin de Paris, établissait également une biozonation du nannoplancton de l'étage Turonien.

2.5.1. *Biostratigraphie*

Un inventaire exhaustif a été établi à partir de vingt-huit échantillons du sondage de Civray-de-Touraine, tous examinés en microscopie photonique (grossissement × 1650); quelques sédiments riches et mieux conservés ont été observés au microscope électronique à balayage (Planche 14).

Cinquante espèces ont été reconnues; leur distribution et leur fréquence sont reportées dans le tableau de la Fig. 20.

Quarante-trois espèces proviennent du Cénomanien et de l'Albien (et persistent au Sénonien), à l'exception de quatre Coccolithes qui disparaissent au cours du Turonien. Par contre, six espèces y font leur apparition. Ces apparitions et disparitions définissent trois biozones.

Définition et description des zones reconnues dans le sondage

1) Les échantillons 101 et 105,2 m correspondent à la partie supérieure de l'**Interval zone à *Microrhabdulus decoratus*** (Cénomanien supérieur).

Auteur : Sissingh, 1977, émendé Manivit, 1978.

Définition : intervalle défini entre l'apparition de *M. decoratus* et celle de *Quadrum gartneri.* Dans cette zone naissent également *Corollithion exiguum* et *Gartnerago obliquum.* Par contre, *Podorhabdus albianus* disparaît, *Prediscosphaera columnata* s'y éteint au sommet.

La zone à *M. decoratus* a été repérée dans le Boulonnais au Cap Blanc-Nez (Manivit *in* Amédro *et al.,* 1979), dans l'Yonne (Manivit, *in* Monciardini *et al.,* 1980) et dans le Sud-Est de la France (Conard & Manivit, 1979).

Remarques : Verbeek (1977[b]) a proposé pour la partie inférieure de la coupe de Frétevou la zone à *Gartnerago obliquum.* Pour cet auteur, la limite supérieure de la zone à *Gartnerago obliquum* était l'équivalent de la partie supérieure de la zone à *M. decoratus* telle que je l'ai définie à Wissant, c'est-à-dire le niveau à *Actinocamax plenus.*

2) **Interval-zone à *Quadrum gartneri*** (échantillons 102 à 59)

Auteur : Čepek & Hay, émendé Manivit *et al.,* 1977.

Définition : intervalle compris entre l'apparition de *Quadrum gartneri* (échantillon 102) et celle de *Eiffelithus eximius.*

Dans cette zone apparaissent en plus de *Q. gartneri, Cylindralithus biarcus* (93,5), *Lucianorhabdus* sp. (102 m), *Lucianorhabdus* cf. *maleformis* (78 m), *Bipodorhabdus tesselatus* (92 m).

En outre, disparaissent *Lithraphidites acutum* à 79,3 m et *Parhabdolithus asper* après 69 m. Il faut noter que *Microrhabdulinus ambiguus,* généralement

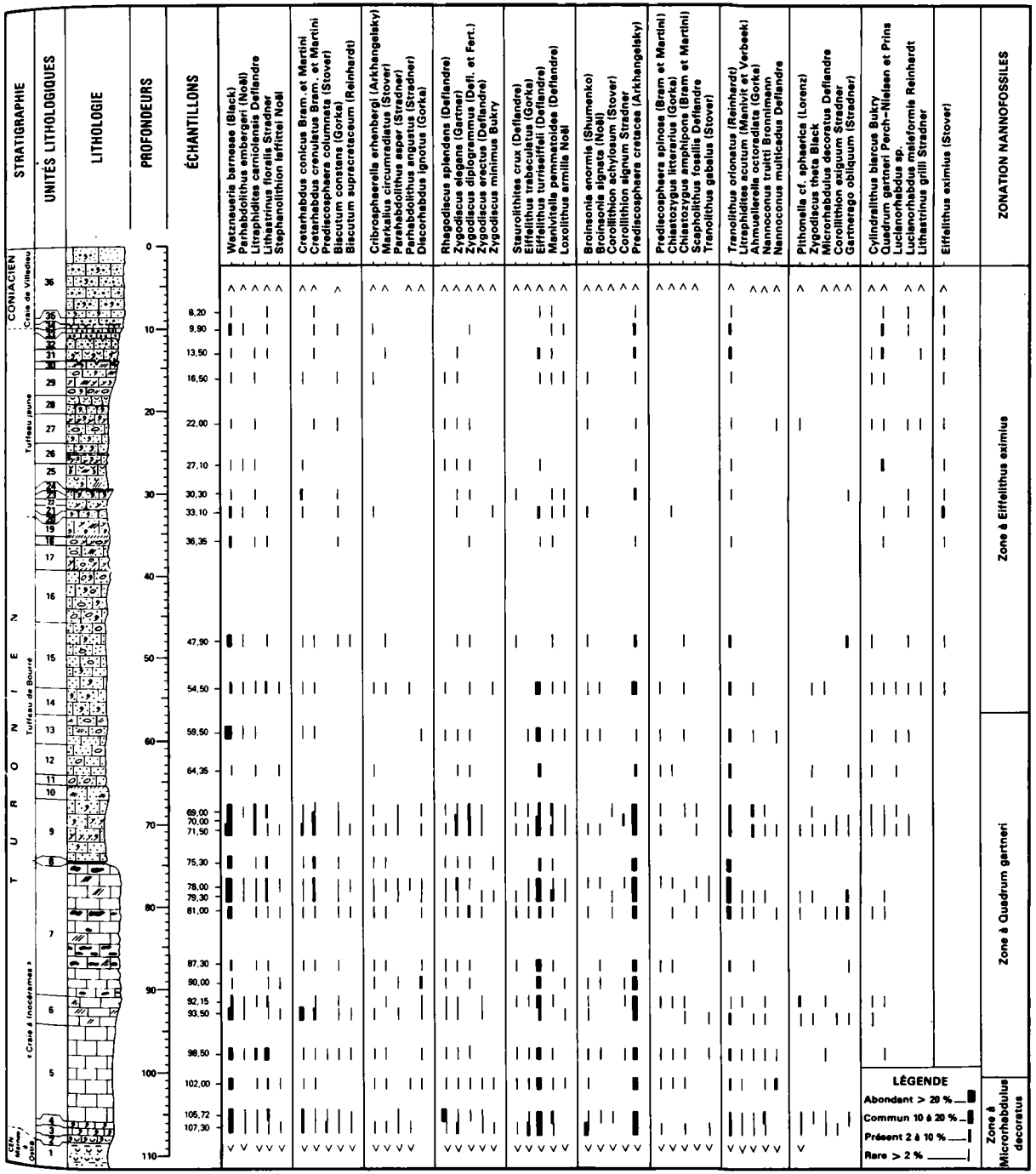


FIGURE 20

Tableau analytique de répartition du nannoplancton calcaire dans le sondage de Civray-de-Touraine

Range chart of the calcareous nannoplankton in the well Civray-de-Touraine

présent dans cette biozone dans le Bassin de Paris, n'a pas été observé à Civray en raison sans doute de la mauvaise préservation des coccolithes.

La zone à *Q. gartneri* a été reconnue antérieurement au Cap Blanc-Nez, dans l'Yonne et le Sud-Est de la France; elle correspond au Cap Blanc-Nez au Turonien inférieur et moyen basal.

Remarques : VERBEEK (1977[b]), dans les coupes de Frétevou et de Javernant, a proposé la biozone à *Tetralithus pyramidus,* ce dernier taxon ayant pour synonymes *Quadrum gartneri* et *Micula decussata.* La zone à *Q. gartneri* définie dans le sondage de Civray a été reconnue aussi au Kef par SISSINGH (1977), au Texas par ČEPEK & HAY (1969) et par ROTH dans le Pacifique (1973).

3) **Interval-zone à *Eiffelithus eximius***

Auteur : VERBEEK (1976), émendé MANIVIT *et al.,* 1977.

Définition : intervalle compris entre la première apparition de *E. eximius* et celle de *Marthasterites furcatus.* Dans cette zone apparaît en plus de *E. eximius* (54,5 m), *Lithastrinus grilli.* On ne note pas de réelles disparitions d'espèces dans cette zone, mais à Civray, en raison du faciès tuffeau, les coccolithes se raréfient ou sont très mal conservés. *Kamptnerius magnificus* notamment n'a pas été observé.

La zone à *E. eximius* a aussi été rencontrée au Cap Blanc-Nez, dans l'Yonne, en Champagne et dans le Sud-Est de la France. Cette biozone a été définie par VERBEEK à Javernant dans l'Aube et en Tunisie. C'est l'équivalent dans le Boulonnais du Turonien moyen élevé et Turonien supérieur.

2.5.2. *Nannofaciès*

L'observation du nannofaciès en microscopie électronique des trois principaux lithotypes, est figurée dans la Planche 14.

– Dans la « Craie à Inocérames », les nannofossiles sont assez fréquents et diversifiés. La préservation est généralement bonne bien que les Coccolithes soient parfois enrobés d'argile.

– L'examen du nannofaciès dans le Tuffeau de Bourré met en évidence la forte densité des Pithonelles et l'importance du matériel siliceux concrétisé par de nombreuses sphérules d'opale (cristobalite, tridymite). Les effets de la diagénèse se traduisent :

• soit par une dissolution des éléments constitutifs des couronnes externes des aires centrales,

• soit par une recristallisation qui provoque des nourrissages secondaires de certains Coccolithes, gênant la détermination spécifique.

– Dans le Tuffeau jaune, les nannofossiles se raréfient. La recristallisation qui aboutit à une sparitisation fait perdre la régularité de leur structure et ils deviennent soudés plus ou moins étroitement à des particules secondaires prédominantes.

2.5.3. *Conclusions*

Dans le sondage de Civray, les associations de Coccolithes et les principaux marqueurs reconnus sont identiques à ceux observés dans le Boulonnais, le Bassin de Paris, le Sud-Est de la France et l'Aquitaine. Les mêmes coupures peuvent donc être retrouvées en Touraine et les trois biozones de nannofossiles (= Interval zones) définies dans le Turonien français y sont identifiées. La nannoflore abondante et diversifiée dans le faciès « Craie à Inocérames », se raréfie sous l'effet de la sédimentation détritique et de phénomènes diagénétiques dans les faciès du Tuffeau de Bourré et surtout du Tuffeau jaune.

Le nannoplancton montre une affinité très proche de celle du Bassin d'Aquitaine, plus mésogéenne que boréale. Elle correspond à un milieu de dépôt de plate-forme marine ouverte externe et à des eaux tempérées.

2.6. PALYNOLOGIE : MICROFOSSILES ORGANIQUES MARINS ET TERRESTRES

Vingt-neuf échantillons ont été traités selon la méthode palynologique entre la partie supérieure du Cénomanien et la base du Coniacien. Le taux de carbone organique (COT) a été mesuré sur 30 échantillons. Les résultats sont concordants : la phase organique est toujours réduite (0 à 0.2% et en moyenne $<0,1\%$). La constitution du palynofaciès ligno-amorphe n'a donc pas une grande signification.

Malgré cette pauvreté en matière organique, des microflores assez riches et diversifiées ont été séparées dans les trois unités du Turonien. Elle comprennent des éléments marins (essentiellement Dinoflagellés) et des spores et grains de pollen. Le microplancton marin est prédominant à 90-99% entre le sommet du Cénomanien (108,45) et la partie inférieure du Tuffeau de Bourré (66,5); sa proportion diminue ensuite jusqu'à 50 m environ puis se stabilise aux environs de 60-70% dans la partie supérieure du Tuffeau de Bourré et dans le Tuffeau jaune.

La Craie à Inocérames et le Tuffeau de Bourré sont bien caractérisés par des microflores parfois très riches. Le Tuffeau jaune ne comprend que deux

échantillons fossilifères à 25 et 15,4 m sur les sept traités. La Craie de Villedieu coniacienne n'est pas fossilifère.

2.6.1. *Dinoflagellés et Acritarches de Civray* (J.C.F.)

Les sédiments cénomano-turoniens du sondage de Civray-de-Touraine se sont révélés dans l'ensemble très fossilifères : quarante-trois genres et soixante-dix-huit espèces ou sous-espèces de kystes de Dinoflagellés, ainsi que trois genres d'Acritarches, ont été jusqu'à présent reconnus. Par contre, la Craie de Villedieu (prélèvements 7,70, 5,00 et 3,00), d'âge coniacien, n'a livré aucun représentant de ces deux groupes.

Douze échantillons, sur les vingt-neuf examinés, ont fait l'objet de comptages. Ainsi, pour dix niveaux (Marnes à Ostracées : 1; « Craie à Inocérames » : 3; Tuffeau de Bourré : 4; Tuffeau jaune : 2); nous avons pu déterminer les fréquences relatives des diverses espèces et sous-espèces de dinokystes (voir tableau analytique de répartition Fig. 21).

Quarante-neuf espèces ou sous-espèces de kystes de Dinoflagellés, correspondant à vingt-six genres, ont été recensées dans les Marnes à Ostracées, soixante-sept (trente-sept genres) dans la « Craie à Inocérames » comme dans le Tuffeau de Bourré, quarante-quatre (vingt-six genres) dans le Tuffeau jaune. Comparativement au Saumurois, ces différentes formations sont donc qualitativement plus riches, tout particulièrement les deux dernières. Sur les sept échantillons de Tuffeau jaune étudiés deux seulement (25,00 et 15,40) se sont montrés très fossilifères.

Les formes caractéristiques des « Marnes à Ostracées » cénomaniennes

Parmi les nombreuses espèces reconnues dans les Marnes à Ostracées, trois ne sont présentes que dans cette formation : *Microdinium ? dentatum, Spiniferites ? pterotus* et *Surculosphaeridium longifurcatum*; deux ne se rencontrent que très exceptionnellement dans les niveaux sus-jacents et en très petit nombre : *Bacchidinium polypes* subsp. *polypes* (Pl. 15, fig. 1) et *« Cleistosphaeridium » huguoniotii* (Pl. 15, fig. 10).

Les formes caractéristiques des formations turoniennes

Les espèces suivantes : *Cassiculosphaeridia* sp., *Cometodinium ? whitei, Kleithriasphaeridium readei* (Pl. 15, fig. 7) n'ont été découvertes que dans la « Craie à Inocérames », et *Silicisphaera ? torulosa* qu'au sommet de cette formation (échantillon 75,50).

Le Tuffeau de Bourré a livré quelques exemplaires de *Diacrocanthidium echinulatum, Palaeoperidinium* cf. *cretaceum,* et *Silicisphaera tridactylites.*

Deux formes de *Dinogymnium : Dinogymnium* cf. *cretaceum* et *Dinogymnium denticulatum,* apparaissent dans le Tuffeau jaune. Les premiers représentants de ce genre ont été trouvés dans la « Craie à Inocérames ».

Enfin, un Acritarche : *Cyclopsiella* sp. (Pl. 15, fig. 13), caractérise les deux tuffeaux.

Espèces marqueurs

Concernant la biostratigraphie, les formes suivantes sont à retenir : *Florentinia clavigera* (Pl. 15, fig. 4), *Senoniasphaera rotundata* (Pl. 15, fig. 2), *Silicisphaera buspina* (Pl. 15, fig. 9), *Chatangiella victoriensis, Silicisphaera torulosa* et *Dinogymnium* cf. *cretaceum.* En effet, les travaux antérieurs consacrés au Crétacé moyen du bassin de Paris ont montré que :

- *Florentinia clavigera* et *Senoniasphaera rotundata* apparaissaient très certainement au Turonien inférieur; elles apparaissent effectivement à Civray à la base de la « Craie à Inocérames ».
- *Silicisphaera buspina, Chatangiella victoriensis* et *Silicisphaera torulosa* apparaissent au Turonien moyen; elles apparaissent à Civray dans la partie supérieure de la « Craie à Inocérames ».
- *Dinogymnium cretaceum* apparaissait au Turonien supérieur; il apparaît à Civray dans le Tuffeau jaune.

Remarques : Litosphaeridium siphoniphorum, présent dans les Marnes à Ostracées et à la base de la « craie marneuse » du Saumurois, n'a pas été retrouvée à la base du sondage. Cette espèce disparaît normalement à la fin du Cénomanien.

D'autre part, il faut souligner la présence de *Polysphaeridium laminaspinosum* non seulement dans la « Craie à Inocérames » mais aussi à la base du Tuffeau de Bourré.

Remarques écologiques

La diversité des kystes de Dinoflagellés dans la majorité des niveaux étudiés nous permet de confirmer que les formations cénomano-turoniennes du sondage de Civray-de-Touraine se sont déposées dans un milieu marin ouvert, à la différence de la plupart des sédiments du Saumurois au dessus de la « craie marneuse ». Leur absence dans la Craie de Villedieu est peut-être due à une altération superficielle comme pour les « sables coniaciens » de la région saumuroise.

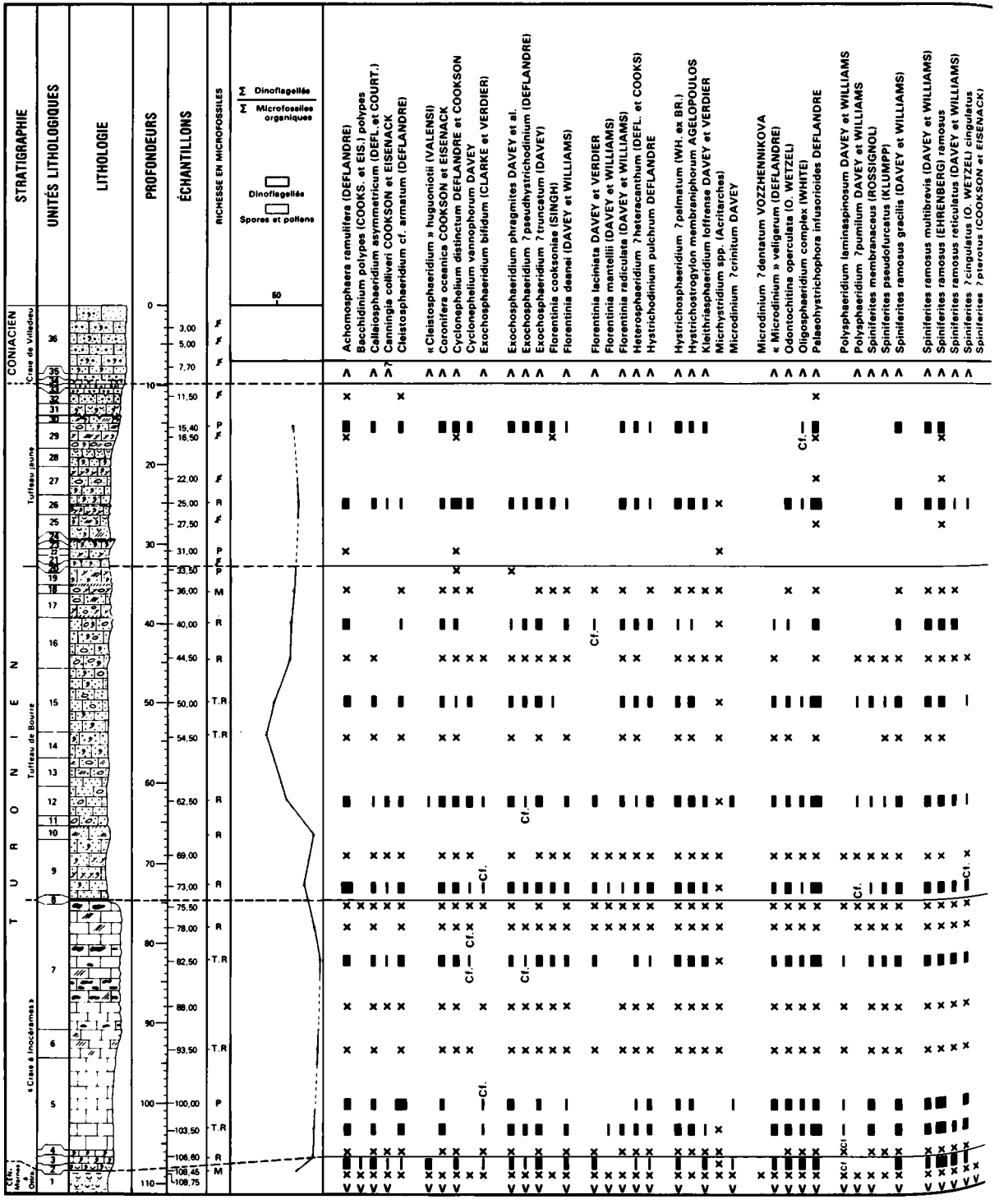


FIGURE 21

Tableau analytique de répartition des Dinoflagellés et Acritarches dans le sondage de Civray-de-Touraine

Range chart of the Dinoflagellates and Acritarchs in the well Civray-de-Touraine

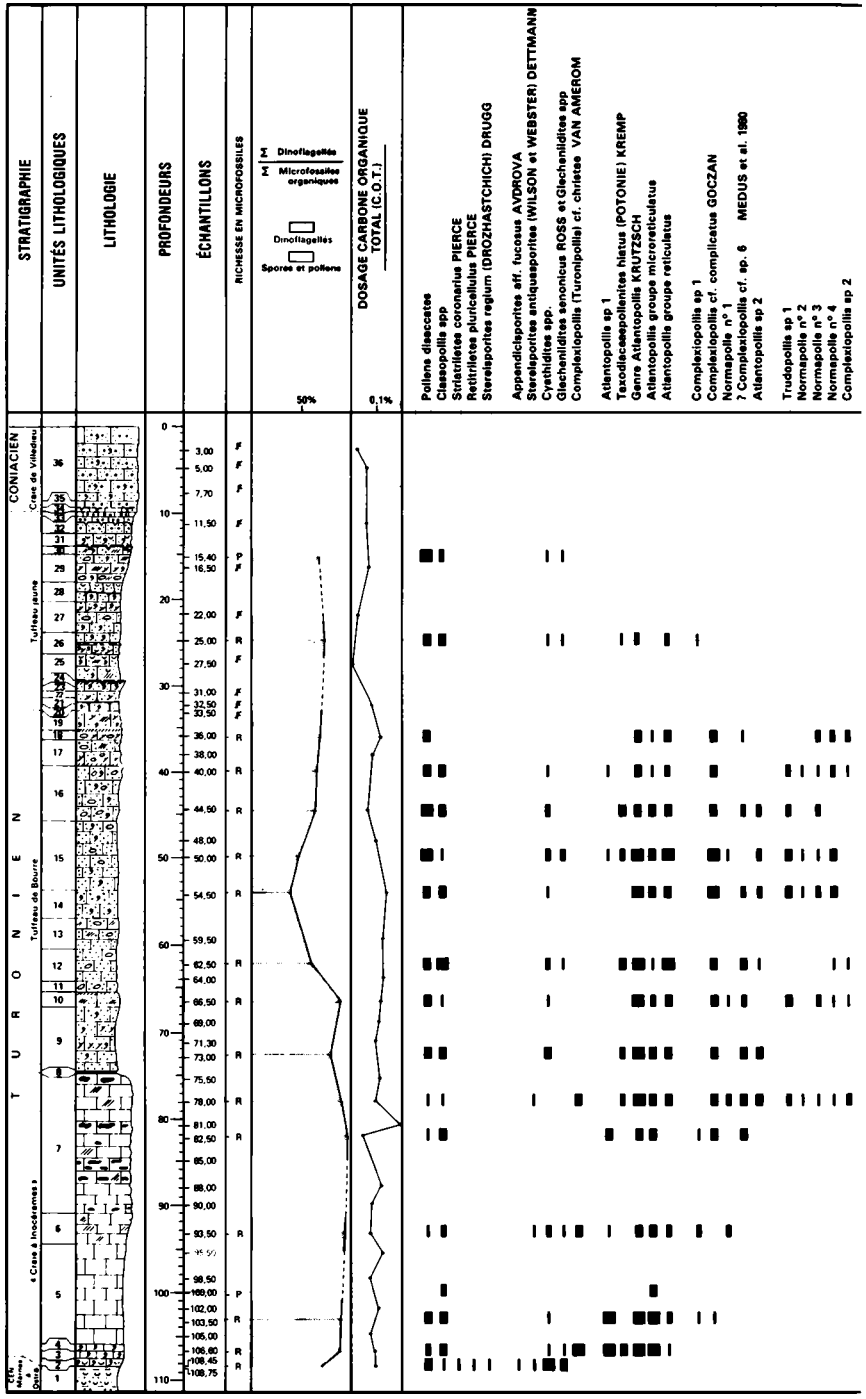
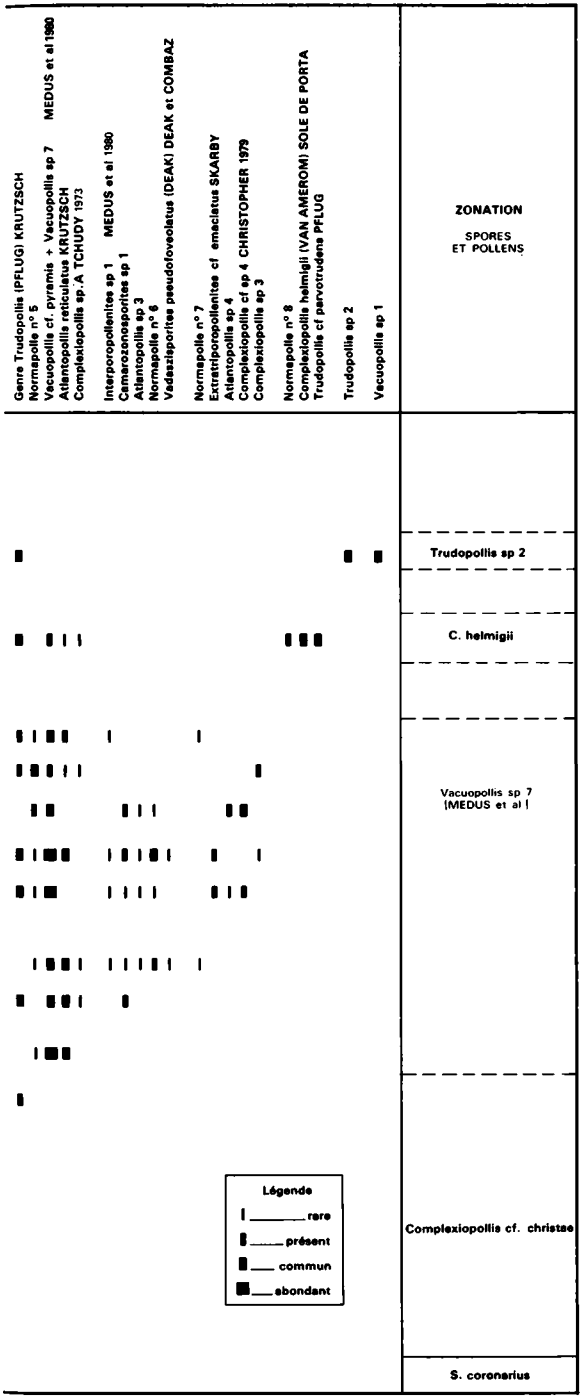


FIGURE 22

Tableau analytique de répartition des Spores et Pollens dans le sondage de Civray-de-Touraine



Range chart of the Spore and Pollen grains in the well Civray-de-Touraine

Commentaire sur le choix des espèces figurées

A côté d'espèces citées dans le texte, sont figurées dans la Planche 15 des formes peu connues dans le Bassin de Paris, mais aussi des spécimens d'espèces plus communes, remarquables pour leur bonne orientation ou leur excellente conservation mettant en évidence d'une façon parfaite certains caractères morphologiques.

2.6.2. *Spores et grains de pollen* (O.L.)

La microflore turonienne est largement dominée par les pollens de type angiospermique, remarquablement diversifiés dans le groupe des Normapolles, alors que le seul échantillon traité dans le Cénomanien contient une association très différente dominée par les spores de Ptéridophytes.

La subdivision du Turonien est essentiellement fondée sur la répartition de quelques genres et espèces typiques de Normapolles sélectionnés. La complexité de ce groupe de pollens a rendu délicates aussi bien la définition de certains types morphographiques que l'identification précise d'espèces publiées dans la littérature. Un grand nombre de formes sont donc citées ici en nomenclature ouverte.

Cinq associations de spores et pollens se succèdent du Cénomanien au Turonien supérieur et définissent cinq zones de valeur locale.

– *108,45 m :* zone à *Striatriletes coronarius :*

Les éléments d'origine terrestre, rares, sont presque exclusivement représentés par des spores : *Striatriletes coronarius, Retitriletes pluricellus, Appendicisporites* aff. *fucosus, Cyathidites* sp.

– *106,60 à 78 m :* zone à *Complexiopollis* cf. *christae :*

Les éléments d'origine terrestre, rares, sont essentiellement représentés par des espèces appartenant aux genres *Atlantopollis* et *Complexiopollis* avec les formes types *Complexiopollis* cf. *christae* et une espèce microrugulée d'*Atlantopollis : Atlantopollis* sp. 1. Le genre *Trudopollis* apparaît au toit de cet intervalle (78 m), au sommet de la « Craie à Inocérames ». L'apparition de ce genre est citée à la base du Turonien moyen par KRUTZSCH (1967) dans une synthèse à l'échelle européenne.

– *73 à 36 m :* zone à *Vacuopollis* sp. 7 MEDUS *et al.*, 1980 :

La diversification des Normapolles est maximale. Elle se traduit, en particulier, par la diversité des espèces des genres *Atlantopollis, Complexiopollis* et *Vacuopollis* et l'épanouissement du genre *Trudopollis.* Les espèces du genre *Atlantopollis,* plus grossièrement réticulées, appartenant au groupe *A. reticulatus,* sont plus nombreuses. Principales espèces caractéristiques : *Vacuopollis* sp. 7 (*in* MEDUS *et al.*, 1980) et *V.* cf. *pyramis, Atlantopollis reticulatus, Atlantopollis* sp. 2, *Complexiopollis* cf. *complicatus, Complexiopollis* cf. sp. 6 (*in* MEDUS *et al.*, 1980), *Trudopollis* sp. 1, *Interporopollenites* sp. 1 (*in* MEDUS *et al.*, 1980), *Extratriporopollenites cf. emaciatus* et quatre Normapolles non décrits : Normapolles n° 3, 4, 5 et 6.

– *25 m :* zone à *Complexiopollis helmigii*

La microflore terrestre perd en diversité : le genre *Atlantopollis* encore présent, n'est plus représenté que par une ou deux espèces.

Formes caractéristiques : *Complexiopollis helmigii, Trudopollis* aff. *parvotrudens, Atlantopollis reticulatus, Vacuopollis* sp. 7 et *V.* cf. *pyramis.*

KRUTZSCH (1967) situe l'extinction du genre *Atlantopollis* au cours du Turonien moyen. Dans le sondage de Civray, le genre *Atlantopollis* est fréquent jusqu'à 50 m (partie moyenne du Tuffeau de Bourré), assez bien représenté jusqu'à 36 m (extrême sommet du Tuffeau de Bourré) et limité à quelques rares individus à 25 m (Tuffeau jaune). L'observation de KRUTZSCH, qui n'est pas fondée sur une coupe précise, trouve son équivalence soit dans la raréfaction du genre à 25 m, soit dans sa disparition à 15,40 m.

– *15,40 m :* zone à *Trudopollis* sp. 2

La microflore s'est encore appauvrie. Elle est caractérisée par *Trudopollis* sp. 2 et *Vacuopollis* sp. 1.

2.7. CONCLUSIONS À L'ÉTUDE DU SONDAGE DE CIVRAY-DE-TOURAINE

Dans la vallée du Cher, les affleurements ne permettent pas de suivre en continu la succession des différents faciès turoniens. Aussi le sondage de Civray-de-Touraine présente un caractère exceptionnel puisqu'il traverse la totalité du Turonien. En dépit de l'absence de macrofaune, l'analyse du sondage a fourni de nombreux résultats positifs.

Lithologie

Les trois principales unités lithologiques bien définies dans les affleurements de la vallée du Cher ont été reconnues dans le sondage, soit de bas en

FIGURE 23

Les principaux éléments biostratigraphiques mis en évidence dans le Turonien du sondage de Civray-de-Touraine

Main paleontological elements in the Turonian of the well Civray-de-Touraine

haut : la « Craie à Inocérames », le Tuffeau de Bourré et le Tuffeau jaune. Le faciès tuffeau, essentiellement carbonaté et calcarénitique, ponctué de glauconie, contient néanmoins une phase détritique sous forme de grains de quartz et de paillettes de mica détritique. En outre, des silicifications fréquentes sont localisées dans des Silicisponges ou dans le ciment sous forme d'opale. L'installation du faciès Tuffeau jaune correspond sensiblement à la disparition de l'opale au profit du quartz détritique et de minéraux micacés du type illite, ce qui peut être interprété comme un passage d'un milieu circalittoral à un milieu infralittoral.

Microfossiles

Les Foraminifères planctoniques, relativement abondants à la base, se raréfient dans la moitié supérieure du sondage. Les espèces dégagées définissent trois zones connues mondialement : à la base la zone à *W. archaeocretacea* avec une association à « grosses Globigérines », au-dessus les zones à *H. helvetica* puis à *M. sigali.* A noter que le marqueur *H. helvetica* est signalé pour la première fois dans la vallée du Cher.

Le nannoplancton définit trois interval-zones : à *M. decoratus,* à *Q. gartneri* et à *E. eximius* qui sont équivalentes à celles reconnues ailleurs dans le Bassin de Paris.

Parmi les Dinoflagellés, la disparition de *L. siphoniphorum* et l'apparition de *F. clavigera* marquent le début du Turonien. *S. buspina, C. victoriensis* et *S.? torulosa* apparaissent dans la partie supérieure de la « Craie à Inocérames » tandis que *D. cretaceum* apparaît dans le Tuffeau jaune.

La base du Turonien est marquée par l'apparition d'une microflore à Normapolles : zone à *C.* cf. *christae,* zone à *Vacuopollis* sp. 7 MEDUS *et al.*, 1980, zone à *C. helmigii,* zone à *Trudopollis* sp. 2.

Le Turonien supérieur contient une association d'Ostracodes retrouvée dans le Saumurois dans la partie supérieure des « Sables glauconieux ».

Sédimentologie et milieux

En se fondant sur les données obtenues à partir de la lithophase, de la biophase, du taux et de la nature de la matière organique, de la minéralogie, il apparaît que le milieu évolue entre le circalittoral – plate-forme externe et l'infralittoral externe à moyen – plate-forme interne. Le niveau d'énergie est généralement bas sauf dans le Tuffeau jaune.

Le maximum de « marinité » se situe dans la partie inférieure de la « Craie à Inocérames », le reste correspondant à une séquence globalement régressive.

Au Turonien, la Touraine appartient plus à la province mésogéenne par les Ostracodes et le benthos en général, mais présente un caractère plus boréal par les Foraminifères planctoniques.

3. – CORRÉLATIONS ENTRE LES AFFLEUREMENTS DU SAUMUROIS ET LE SONDAGE DE CIVRAY-DE-TOURAINE

Une correspondance entre le Saumurois et Civray est proposée à la Figure 24 sur des critères biostratigraphiques prenant en compte les divers groupes de macro et de microfossiles analysés précédemment.

Les affleurements du Saumurois ont livré de nombreux macrofossiles dont des Ammonites qui fondent les subdivisions de la moitié inférieure du Turonien dans cette région.

Dans le sondage de Civray, la macrofaune est représentée essentiellement par des Ostréidés, des Bryozoaires et quelques fragments ou moules internes de Trigonies, de Rhynchonelles, d'Inocérames ou de Polypiers de telle sorte que, non significatives ou indéterminables, ces macrofaunes ne permettent pas d'envisager une corrélation avec le Saumurois. Par ailleurs, on sait que les macrofossiles-marqueurs sont très rares dans les affleurements de la vallée du Cher et en particulier les Ammonites.

Bien que des recherches systématiques de macrofossiles n'aient pas encore été entreprises récemment en Touraine, on se souviendra des quelques découvertes réalisées à l'époque de l'exploitation manuelle du tuffeau par les citations de DE GROSSOUVRE (1901) et de HANCOCK *et al.* (1977). Il s'agit de *Romaniceras ornatissimum* dans la partie supérieure du Tuffeau de Bourré, de *Romaniceras deverianum* dans la partie inférieure du Tuffeau jaune et de *Subprionocyclus* probablement vers le sommet du Tuffeau jaune.

La suite des zones d'Ammonites figurant au centre de la Figure 24 correspond à celle discutée au cours du Colloque sur le Turonien qui s'est tenu en octobre 1981 au Muséum de Paris sous les auspices du Groupe Français du Crétacé (voir les communications et les conclusions du Colloque *in* Mém. Mus. nat. Hist. nat. Paris, série « Entretiens », 1982).

3.1. Les éléments de datation et de corrélation

3.1.1. *Cénomanien supérieur*

Ammonites Saumurois : base de l'affleurement de la Boussinière avec *Sciponoceras gracile* et *Euomphaloceras septemseriatum* appartenant à l'assemblage de la zone à *Metoicoceras geslinianum* (non reconnue en Touraine).

Foraminifères. Dans le même affleurement, présence de *Rotalipora cushmani* associé à des « grosses Globigérines » dans La Bous. 0,5. Dans le sondage de Civray, seuls des Foraminifères benthiques ont été dégagés des Marnes à Ostracées avec *Gavelinella minima,* indicateur local du Cénomanien supérieur.

Nannoplancton. Apparition de *Microrhabdulus decoratus* en Saumurois.

Spores. A Civray et en Saumurois : derniers représentants de *Striatriletes coronarius*; microflore à Ptéridophytes dominantes.

3.1.2. *Turonien inférieur*

Ammonites. Dans le secteur étudié en Saumurois, *Watinoceras coloradoense* n'a pas été décelé mais l'espèce est présenté plus au sud, vers Doué-la-Fontaine (signalée par Kennedy pendant le Colloque sur le Turonien). La « Craie marneuse » du Saumurois contient *Mammites nodosoides* et la « Craie à Inocérames » de Touraine a livré quelques rares exemplaires de l'espèce (Lecointre, 1947).

Inocérames. Apparition et développement de *Inoceramus* gr. *mytiloides* dans la « Craie marneuse » et la « Craie à Inocérames » (= « *I. labiatus* », Lecointre, 1947).

Ostracodes. Apparition des *Cythereis (Rehacythereis) civrayensis* à la base de la « Craie marneuse » et de la « Craie à Inocérames ».

Foraminifères – Saumurois et Civray : développement des « grosses Globigérines » à la base de la « Craie marneuse » et de la « Craie à Inocérames »; apparition de *praehelvetica* dans la moitié supérieure de la « Craie marneuse » et dans le tiers inférieur de la « Craie à Inocérames ».

Nannoplancton – Saumurois et Civray : disparition de *Prediscosphaera columnata* à la base, disparition de *Lithraphidites acutum* avant le sommet de la « Craie marneuse » et vers les deux tiers supérieurs de la « Craie à Inocérames »; apparition de *Quadrum gartneri* dans la moitié supérieure de la « Craie marneuse » et dans le tiers inférieur de la « Craie à Inocérames ».

Dinoflagellés. Disparition de *Lithosphaeridium siphoniphorum* en Saumurois; apparition de *Florentinia clavigera* et de *Aldorfia deflandrei* en Saumurois et dans Civray; apparition de *Senoniasphaera rotundata* à la base de la « craie marneuse » et de la « Craie à Inocérames »; apparition du genre *Dinogymnium* dans la partie moyenne de la « Craie à Inocérames ».

Spores et Pollens – Saumurois et Civray : changement brutal de microflore d'une association de Ptéridophytes dans le Cénomanien à une association d'Angiospermes dès la base de la « Craie marneuse ». La biozone à *Complexiopollis* cf. *christae* correspond à la « Craie à Inocérames » dans Civray.

3.1.3. *Turonien moyen*

– Zone à *Kamerunoceras turoniense :* définie dans la moitié inférieure du Tuffeau de Saumur; pouvant correspondre en Touraine au sommet de la « Craie à Inocérames » et à la base du Tuffeau de Bourré.

Ostracodes. Disparition de l'association *Trachyleberis geinitzi - Spinoleberis petrocorica* entre les ensembles C et E du Tuffeau de Saumur, au-dessus de la limite « Craie à Inocérames »-Tuffeau de Bourré dans Civray.

Foraminifères. Apparition de *Helvetoglobotruncana helvetica* en léger recouvrement de *praehelvetica* dans la partie inférieure du Tuffeau de Saumur (ensemble C) et vers le sommet de la « Craie à Inocérames » dans Civray.

Nannoplancton. Apparition de *Lucianorhabdus maleformis* dans l'ensemble D du Tuffeau de Saumur et au sommet de la « Craie à Inocérames » dans Civray.

Spores. Apparition du genre *Trudopollis* au sommet de la « Craie à Inocérames ».

– Zone a *Romaniceras kallesi :* définie dans la moitié supérieure du Tuffeau de Saumur et la base des « Sables glauconieux » qui contient *Lecointriceras fleuriausianum* appartenant encore à l'assemblage de *Romaniceras kallesi*; correspond à une partie du Tuffeau de Bourré en Touraine (au moins entre 45 et 65 m dans Civray).

Ostracodes. Apparition de *Asciocythere polita* vers le sommet de l'ensemble E du Saumurois et la moitié supérieure du Tuffeau de Bourré dans Civray.

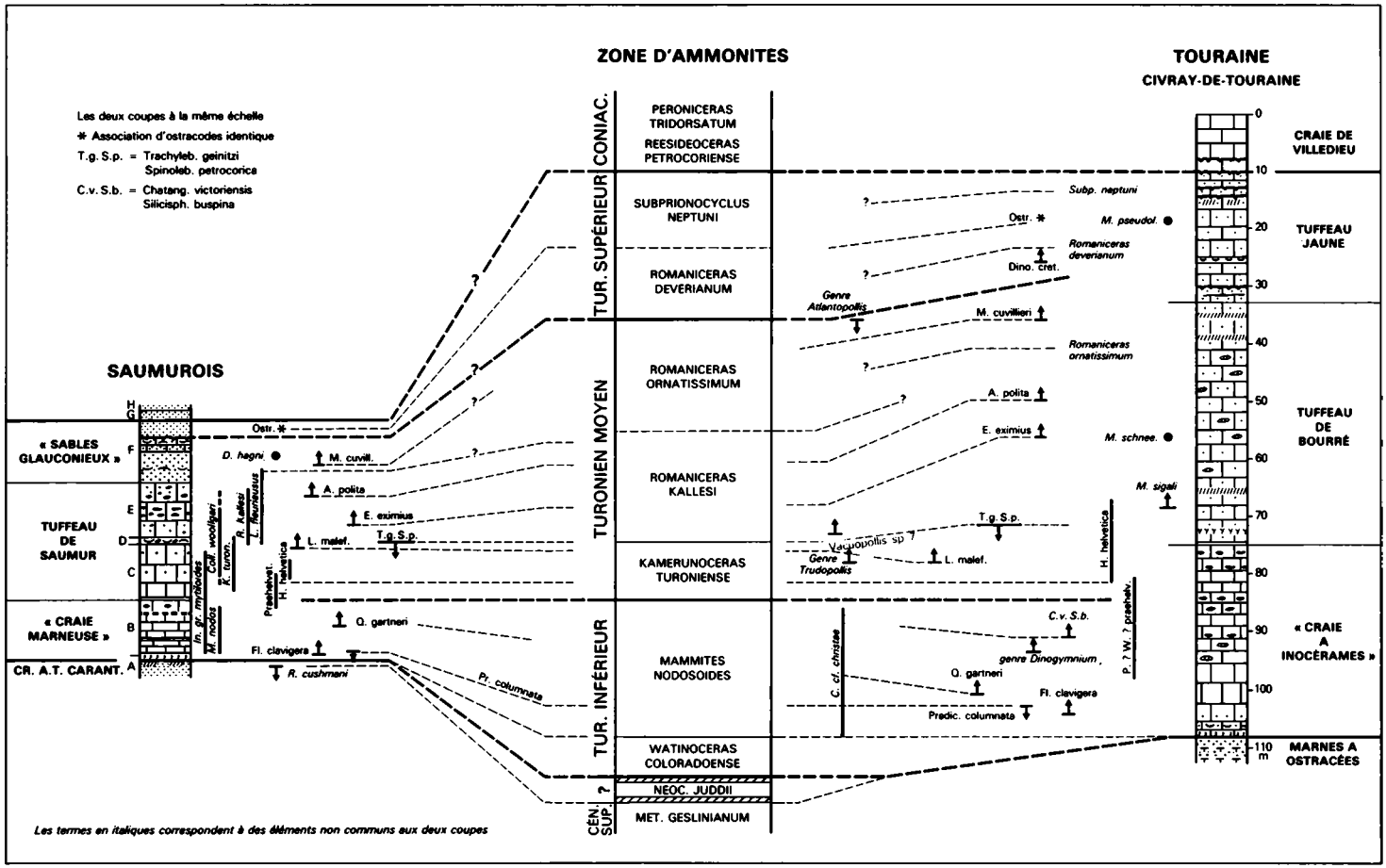


FIGURE 24

Corrélations entre les affleurements du Saumurois et le sondage de Civray-de-Touraine. Les subdivisions du Turonien avec les zones d'Ammonites

Correlations between the outcrops of the Saumurois and the well Civray-de-Touraine. Subdivisions of the Turonian with the Ammonite zones

Foraminifères. Présence ponctuelle de rares spécimens de *Marginotruncana sigali* et *Marginotruncana schneegansi* dans le Tuffeau de Bourré à Civray.

Nannoplancton. Apparition de *Eiffelithus eximius* dans l'ensemble E du Saumurois et vers le milieu du Tuffeau de Bourré dans Civray.

Spores et Pollens : apparition de *Vacuopollis* sp. 7 MEDUS *et al.*, 1980 à la base du Tuffeau de Bourré.

– Zone a *Romaniceras ornatissimum :* espèce-guide citée dans la partie supérieure du Tuffeau de Bourré en Touraine (= *« Romaniceras deverioides » in* DE GROSSOUVRE, 1901); non reconnue en Saumurois. Très peu de fossiles-marqueurs.

Ostracodes. Apparition de *Mauritsina cuvillieri* dans le tiers moyen des « Sables glauconieux » de Saumur et au sommet du Tuffeau de Bourré dans Civray.

Foraminifères. Présence de *Dicarinella hagni* vers le milieu des « Sables glauconieux » de Saumur (espèce plus fréquente au Turonien inférieur et moyen qu'au Turonien supérieur).

Spores et Pollens. Extrême raréfaction du genre *Atlantopollis* à la limite Tuffeau de Bourré-Tuffeau jaune.

3.1.4. *Turonien supérieur*

Les zones à *Romaniceras deverianum* et à *Subprionocyclus neptuni* (= *« Gauthiericeras bravaisi »* selon HANCOCK *et al.*, 1977) sont identifiées en Touraine par la présence des deux index cités par DE GROUSSOUVRE (1901) dans le Tuffeau jaune ou ses équivalents latéraux.

Ostracodes. Présence d'une association d'Ostracodes identique dans la partie terminale du Tuffeau jaune à Civray et le tiers supérieur des « Sables glauconieux » de Saumur.

Foraminifères. Présence ponctuelle de *Marginotruncana pseudolinneiana* à la base du tiers supérieur du Tuffeau jaune dans Civray.

Dinoflagellés. Apparition de *Dinogymnium cretaceum* dans le tiers inférieur du Tuffeau jaune.

3.2. CONCLUSIONS STRATIGRAPHIQUES

– La « craie marneuse » du Saumurois, d'âge Turonien inférieur par *Mammites nodosoides,* a pour correspondant les deux tiers inférieurs de la « Craie à Inocérames » de Civray.

– Le tiers supérieur de la « Craie à Inocérames » et la base du Tuffeau de Bourré à Civray pourraient se paralléliser avec la zone à *Kamerunoceras turoniense,* zone inférieure du Turonien moyen.

– Le tiers moyen du Tuffeau de Bourré doit correspondre à la partie moyenne du Turonien moyen, car il paraît avoir pour équivalent l'intervalle entre la base de l'ensemble E du Tuffeau de Saumur et le niveau inférieur à Exogyres de l'ensemble F, c'est-à-dire la zone à *Romaniceras kallesi.*

– La partie supérieure du Tuffeau de Bourré est encore d'âge Turonien moyen, partie supérieure, par la présence de *Romaniceras ornatissimum* sur le terrain en Touraine.

– Le Tuffeau jaune de Civray paraît être un équivalent des « Sables glauconieux » du Saumurois et, au moins les deux tiers supérieurs du Tuffeau jaune (par *Romaniceras deverianum* et *Subprionocyclus*), comme très probablement la partie supérieure des « Sables glauconieux » sont à attribuer au Turonien supérieur.

Ainsi, en termes de biostratigraphie, le Turonien de la région-type admet une division tripartite en Turonien inférieur, moyen et supérieur selon une zonation d'Ammonites proposée à la Fig. 24. En dépit du manque de nouvelles récoltes de macrofossiles en Touraine, qui auraient pu préciser mieux encore les relations entre les faciès latéraux du Turonien stratotypique, les données fournies par les divers groupes de microfossiles dans deux régions du stratotype apparaissent comme des points de repère fort précieux pour proposer des corrélations quand les macrofossiles font défaut.

(Manuscrit reçu le 29 janvier 1982)

4. – RÉFÉRENCES

1. STRATIGRAPHIE RÉGIONALE – AMMONITES

ABRARD, R. (1950). – Géologie régionale du Bassin de Paris. – Payot, Paris. 397 p.

ALCAYDÉ, G. (1970). – Carte géologique à 1/50 000 : notice de la feuille de Saumur ; Crétacé. – Bur. Rech. géol. min., Orléans.

AMÉDRO, F. & BADILLET G. (1978). – Répartition des Ammonites dans quelques coupes du Turonien des environs de Saumur (Maine-et-Loire). – *C.R. Acad. Sci. (Paris),* **286,** 323-325.

AMÉDRO, F., BADILLET, G. & ROBASZYNSKI, F. (1981). – Un horizon à *Pseudocalycoceras* (Ammonoidea) dans les Marnes à Ostracées de l'Anjou (Cénomanien supérieur). – *Ann. Soc. géol. Nord,* **99,** 491-498.

AMÉDRO, F., BIDAR, A., DAMOTTE, R., MANIVIT, H., ROBASZYNSKI, F & SORNAY, J. (1978). – Echelles biostratigraphiques dans le Turonien du Cap Blanc-Nez (Pas-de-Calais). – *Bull. Inf. Géol. Bassin Paris,* **15,** 3-20.

ANDERSON, F.M. (1902). – Cretaceous deposits of the Pacific coast, California. – *Acad. Sci. Proc., (3), Geology,* 2, n° 1, 1-154.

BADILLET, G. & SORNAY, J. (1980). – Sur quelques formes du groupe d'*Inoceramus labiatus* décrites par O. Seitz. Impossibilité d'utiliser ce groupe pour une zonation stratigraphique du Turonien inférieur du Saumurois. – *C.R. Acad. Sc. Paris,* 290, 323-325.

COBBAN, W.A. (1971). – New and little known ammonites from the Upper Cretaceous (Cenomanian and Turonian) of the Western Interior of the United States. – *U.S. geol. Surv. prof. Paper,* **699,** 1-24.

COBBAN, W.A. & HOCK, S.A. (1979). – *Collignoniceas woollgari woollgari* (Mantell) ammonite fauna from Upper Cretaceous of Western Interior of the United States. – *Mem. New Mexico Bur. Mines and Mineral Res.,* **37,** 1-51.

COBBAN, W.A. & SCOTT, G.R. (1972). – Stratigraphy and ammonite fauna of the Graneros Shale and Greenhorn limestone near Pueblo, Colorado. – *U.S. geol. Surv., prof. Paper,* **645,** 1-107.

COUFFON, O. (1936). – La période crétacée en Anjou. – *Rev. Hydrogéol. angevine,* 5^{e} année, 1-128.

COURTILLER, A. (1867). – Les Ammonites du Tuffeau. – *Ann. Soc. Linn. Maine-et-Loire,* 9, 1-8.

DENIZOT, G. (1949). – La craie dans l'Anjou et la vallée du Loir. – *Bull. Serv. carte géol. France,* **47,** 225, 67-78.

FREUND, R. & RAAB, M. (1969). – Lower Turonian Ammonites from Israel. – *Palaeontology,* spec. Pap. **4,** 1-83.

GROSSOUVRE, A. de (1889). – Sur le terrain crétacé dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris. – *Bull. Soc. géol. France,* (3), **17,** 475-525.

GROSSOUVRE, A. de (1900). – Le Crétacé de la Touraine et du Maine. – *Congrès géol. Paris,* **5,** 1-10.

GROSSOUVRE, A. de (1901). – Recherches sur la craie supérieure. Stratigraphie générale. – *Mém. Carte géol. France,* 1-1013.

HANCOCK, J.M., KENNEDY, W.J. & WRIGHT, C.W. (1977). – Towards a correlation of the Turonian sequences of Japan with those of North-West Europe. – *Palaeont. Soc. Japan,* spec. Pap. **21,** 151-168.

KAUFFMAN, E.G., COBBAN, W.A. & EICHERT, L. (1976). – Albian through Lower Coniacian Strata, Biostratigraphy and principal events, Western Interior United States. – *Ann. Mus. Hist. nat. Nice,* **4,** 1-35.

KENNEDY, W.J., JUIGNET, P. & HANCOCK, J.M. (1981). – Upper Cenomanian Ammonites from Anjou and The Vendée, Western France. – *Palaeontology,* **24,** 25-84.

KENNEDY, W.J. & WRIGHT, C.W. (1979^{a}). – On *Kamerunoceras* Reyment 1954 (Cretaceous : Ammonoidea). – *J. Paleont.,* **53,** 1165-1178.

KENNEDY, W.J. & WRIGHT, C.W. (1979^{b}). – Vascoceratid Ammonites from the Type Turonian. – *Palaeontology,* **22,** 665-683.

KENNEDY, W.J. & WRIGHT, C.W. (1981). – Desmoceratacean ammonites from the Type Turonian. – *Palaeontology,* **24,** 493-506.

KENNEDY, W.J., WRIGHT, C.W. & HANCOCK, J.M. (1980^{a}). – The European species of the Cretaceous Ammonites *Romaniceras* with a revision of the genus. – *Palaeontology,* 23, 557-603.

KENNEDY, W.J., WRIGHT, C.W. & HANCOCK, J.M. (1980^{b}). – Collignoniceratid ammonites from the Mid-Turonian of England and Northern France. – *Palaeontology,* **23,** 557-603.

KENNEDY, W.J., WRIGHT, C.W. & HANCOCK, J.M. (1980^{c}). – Origin, evolution and systematics of the Cretaceous Ammonite *Spathites.* – *Palaeontology,* **23,** 821-837.

LECOINTRE, G. (1959). – Le Turonien dans sa région type : la Touraine. – *C.R. Cong. Soc. Sav., Géologie. Colloque sur le Crét. sup.,* 415-424.

LEMOINE, P. (1911). – Géologie du Bassin de Paris. – Hermann, Paris, 408 p.

LEONHARD, R. (1897). – Die Fauna der Kreideformation in Oberschlesien. – *Palaeontographica,* **44,** 11-70.

LOUAIL, J. (1976). – Notice de la carte géologique au 1/50 000, feuille de Longué. Bur. Rech. Min., Orléans.

MATSUMOTO, T. (1954). – Family Puzosiidae from Hokkaido and Saghalien. – *Mem. Kyshu Univ.,* **5,** 69-118.

MATSUMOTO, T. (1976). – Mid - Cretaceous biostratigraphic succession in Hokkaido (Japan). – *Ann. Mus. Hist. nat. Nice,* **4,** 33, 1-23.

MATSUMOTO, T. (1977). – Zonal Correlation of the Upper Cretaceous in Japan. – *Palaeont. Soc. Japan,* spec. Pap., **21,** 63-74.

MÉGNIEN, C. (édit.) (1980). – Synthèse géologique du Bassin de Paris, 1, Crétacé supérieur. – *Mém. Bur. Rech. géol. min.,* **101,** 290-325.

ORBIGNY, A. d' (1840-1842). – Paléontologie française. Terrains crétacés, 1, Céphalopodes. Paris, 1-662.

ORBIGNY, A. d' (1850). – Prodrome de paléontologie. Terrains crétacés, 2, 1-428.

ORBIGNY, A. d' (1852). – Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphique. – Paris, 1-847.

POWELL, J.D. (1963). – Turonian (Cretaceous) Ammonites from Northeastern Chihuahua, Mexico. – *J. Paleont.*, **37**, 1217-1232.

REYMENT, R.A. (1955). – The Cretaceous Ammonoidea of southern Nigeria and the southern Cameroons. – *Bull. geol. Surv. Nigeria,* **25**, 1-112.

RIVELINE-BAUER, J. (1965). – Étude sédimentologique des principaux faciès du Turonien de Touraine. – *Bull. Soc. géol. France, (7),* **7**, 323-327.

ROBASZYNSKI, F. & AMEDRO, F. (coord), FOUCHER, J.C., GASPARD, D., MAGNIEZ-JANNIN, F., MANIVIT, H. & SORNAY, J. (1980). Synthèse biostratigraphique de l'Aptien au Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques : foraminifères, nannoplancton, dinoflagellés et macrofaunes. – *Rev. Micropaléont.*, **33**, 195-321.

SCHLÜTER, C. (1867). – Beitrag zur Kenntniss der jüngsten Ammoneen Norddeutschlands. – Henry, Bonn, 1-86.

SCHLÜTER, C. (1871-1876). – Cephalopoden der Oberen deutschen Kreide. – *Palaeontographica,* **21-24**, 1-264.

SPATH, L.F. (1922). – On Senonian ammonite fauna of Pondoland. – *Trans. r. Soc. South Africa,* **10**, 113-147.

WIEDMANN, J. & KAUFFMAN, E.G. (1976). – Mid-Cretaceous Biostratigraphy of Northern Spain. – *Ann. Mus. Hist. nat. Nice,* **4**, 3, 1-10.

WRIGHT, C.W., *in* MOORE, R.C. (1957). – Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L. Mollusca 4, Cephalopoda, Cretaceous Ammonoidea. – *Univ. Kansas Press.*

2. Inocérames

KAUFFMAN, E.G. (1977). – Systematic, biostratigraphic, and biogeographic relationships between middle Cretaceous Euramerican and North Pacific Inoceramidae. – *Pal. Soc. Jap., spec. Pap.* (Hokkaido Symposium 1976), **21**, 29-97.

ORBIGNY, A. d' (1846). – Paléontologie Française. Terrains crétacés II. Lamellibranches. – Paris, 807, atlas.

PETRASCHECK, K. (1903). – Ueber Inoceramen aus der Kreide Böhmens und Sachsen. – *Jb. k.k. geol. Reichsanst.*, **58**, 153-168.

SEIBERTZ, E. (1979). – Biostratigraphie im Turon des SE-Münsterlandes und Anpassung an die internationale Gliederung aufgrund von Vergleichen mit anderen Oberkreide-Gebieten. – *Newsl. Stratigr.*, **8**, 2, 111-123.

SEITZ, O. (1934). – Die Variabilität des *Inoceramus labiatus* von Schlotheim. – *Jb. preuss. geol. Landesanst,* **55**, 1, 429-74, diagr.

SORNAY, J. (1980). – Sur quelques formes du groupe d'*Inoceramus labiatus* décrites par O. Seitz. Impossibilité d'utiliser ce groupe pour une zonation stratigraphique du Turonien inférieur du Saumurois (Fr.). – *C.R. Acad. Sci. (Paris),* **290**, 323-325.

TRÖGER, K.A. (1967). – Paläontologie und Biostratigraphie der Inoceramen des Cenomans bis Turons Mitteleuropas. – *Abh. staatl. Mus. Min Geol.*, **12**, 13-207.

TRÖGER, K.A. (1981). – Zur Problemen der Biostratigraphie der Inoceramen und der Untergliederung des Cenomans und Turons in Mittel- und Osteuropa. – *Newsl. Stratigr.*, **9**, 3, 139-156.

WOODS, H. (1911-1912). – A Monograph of the Cretaceous Lamellibranchia of England II. – *Palaeontogr. Soc.*, 285-340.

3. Autres macrofaunes

CASSOUDEBAT, M. & PLATEL, J.P. (1976). – Sédimentologie et paléogéographie du Turonien de la bordure septentrionale du bassin aquitain. – *Bull. Rech. géol. min.*, (2), 1, **2**, 85-102.

COUFFON, O. (1936). – La période crétacée en Anjou. – *Rev. hydrogéol. angevine,* **5**, 1-128.

4. Ostracodes

BABINOT, J.F. (1980). – Les Ostracodes du Crétacé supérieur de Provence. Systématique, biostratigraphie, paléocologie. – *Trav. Lab. Géol. hist. Paléontol., Univ. Provence,* **10**, 1-634.

BABINOT, J.F., COLIN, J.P., DAMOTTE, R. & DONZE, P. (1978). – Les Ostracodes du Cénomanien français : mise au point biostratigraphique et paléogéographique. – *Géol. médit.*, **5**, 1, 19-26.

BELLIER, J.P. (1968). – Étude micropaléontologique du Turonien du Sud-Ouest du Bassin de Paris. – *Thèse Doct. 3e cycle,* Univ. Paris, 202 p.

DAMOTTE, R. (1962). – Quelques Ostracodes du Turonien inférieur de Touraine. – *Rev. Micropaléont.*, **5**, 3, 191-205.

DAMOTTE, R. (1971[a]). – Contribution à l'étude des Ostracodes marins dans le Crétacé du Bassin de Paris. – *Mém. Soc. géol. France,* **113**, 1-152.

DAMOTTE, R. (1971[b]). – Quelques Ostracodes du Cénomanien de Dordogne et de Touraine. – *Rev. Micropaléont.*, **14**, 1, 3-20.

DAMOTTE, R., BABINOT, J.F. & COLIN, J.P. (1981). – Les Ostracodes du Crétacé moyen européen. – *Cretaceous Research,* **2**, 287-306.

OHMERT, W. (1970). – Die Ostracodengattung *Golcocythere* aus der Oberkreide Südbayerns. – *Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol.*, **10**, 205-228.

POKORNÝ, V. (1964). – The phylogenetic lines of *Cythereis marssoni* BONNEMA, 1941 (Ostracoda, Crustacea), in the Upper Cretaceous of Bohemia, Czechoslovakia. – *Acta Univ. Carol., Geol.*, **3**, 255-274.

POKORNÝ, W. (1980). – The Genus *Mosaeleberis* (Ostracoda, Crust.) in the Upper Cretaceous of Bohemia, Czechoslovakia. – *Acta Univ. Carol., Geol.*, **1978**, 1-2, 145-161.

5. FORAMINIFÈRES

AMÉDRO, F., BADILLET, G. & ROBASZYNSKI, F. (1981). – Un horizon à *Pseudocalycoceras* (Ammonoidea) dans les marnes à Ostracées de l'Anjou (Cénomanien supérieur). – *Ann. Soc. géol. Nord*, **99**, 491-498.

AMÉDRO, F., BADILLET, G. & ROBASZYNSKI, F. (1981). – Échelles biostratigraphiques du Turonien au Santonien dans les craies du Boulonnais (Macro- Micro- Nannofossiles). – *Ann. Soc. géol. Nord*, **98**, 287-305.

BÉ, A.W.H. (1977). – An Ecological, Zoogeographic and Taxonomic Review of Recent planktonic Foraminifera. *In :* RAMSAY, A.T.S. (ed.) : Oceanic micropalaeontology. – Acad. Press, London, 1-100.

BELLIER, J.P. (1968). – Étude micropaléontologique du Turonien du Sud-Ouest du bassin de Paris. – Thèse 3e cycle, Fac. Sci. Paris, 201 p.

BELLIER, J.P. (1971). – Les Foraminifères planctoniques du Turonien-type. – *Rev. Micropaléont.*, **14**, 85-90.

BUTT, A.A. (1966). – Foraminifera of the type Turonian. – *Micropaleontology*, **12**, 2, 168-180.

HART, M.B. (1980). – A water depth model for the evolution of the planktonic Foraminiferida. *Nature*, **286**, 5770, 252-254.

MANIVIT, J. & MONCIARDINI, Ch. (1976). – Le Crétacé de la feuille à 1/50 000 Château-Renault (Indre-et-Loire). – *Bull. Inf. Géol. Bassin Paris*, **13**, 59-61.

MÉGNIEN, Cl. (sous la dir. de) (1980). – Synthèse géologique du Bassin de Paris. 3. – *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, **101, 102, 103**.

MONCIARDINI, Ch. (1978). – Biozones de foraminifères et faciès du Turonien dans le Nord du Bassin de Paris. – *Bull. Bur. Rech. géol. min.*, (1), **3**, 207-223.

PORTHAULT, B. (1974). – Le Crétacé supérieur de la « Fosse Vocontienne » et des régions limitrophes (France, Sud-Est). – Thèse, Lyon, 342 p.

ROBASZYNSKI, F. & AMÉDRO F. (coord.), FOUCHER, J.C., GASPARD, D., MAGNIEZ-JANNIN, F., MANIVIT, H. & SORNAY, J. (1980). – Synthèse biostratigraphique de l'Aptien au Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques : Foraminifères, Nannoplancton, Dinoflagellés et Macrofaunes. – *Rev. Micropaléont.*, **22**, 4, 195-321.

ROBASZYNSKI, F., CARON, M. et groupe de travail européen sur les Foraminifères planctoniques (1979). – Atlas de Foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (Mer boréale et Téthys). – *Cahiers Micropaléont.*, CNRS, fasc. 1, 185 p. ; fasc. 2 : 181 p.

SALAJ, J. & BELLIER, J.P. (1976). – Une coupe de référence pour la zonation de l'Albien, du Cénomanien et du Turonien de Tunisie septentrionale. – *Ann. Mus. Hist. nat. Nice*, **4**, articla 21, 1-10.

6. NANNOPLANCTON

AMÉDRO, F., MANIVIT, H. & ROBASZYNSKI, F. (1979). – Échelles biostratigraphiques du Turonien au Santonien dans les craies du Boulonnais (Macro-Micro-Nannofossiles). – *Ann. Soc. géol. Nord*, **98**, 287-305.

BURDY, D. (1969). – Upper Cretaceous Coccoliths from Texas and Europe. – *Univ. Kansas. Paleonto. Contr. Art. 51 (Protista 2)*, 1-79.

ČEPEK, P. & HAY, W.W. (1969). – Calcareous Nannoplankton and biostratigraphic subdivision of the Upper Cretaceous. – *Trans. Gulf Coast Assoc. geol. Soc.*, **19**, 323-336.

CONARD, M. & MANIVIT, H. (1979). – Contribution à l'étude biostratigraphique du Crétacé supérieur d'une coupe du Massif du Braus (Alpes Maritimes, SE France). – *Géobios*, **12**, 3, 437-443.

COSTEA, I. & COMSA, D. (1979). – Upper Cretaceous calcareous nannoplankton in Romania. – *Mem. Inst. geol. geofiz.*, **28**, 5-64.

FORCHEIMER, S. (1972). – Scanning electron microscope studies of Cretaceous Coccoliths from the Köpingsberg Borehole n° 1 SE Sweden. – *Sver. geol. Unders.*, C, 668; **65**, 14, 1-41.

MANIVIT, H. (1971). – Les Nannofossiles calcaires du Crétacé français (de l'Aptien au Danien). Essai de biozonation appuyée sur les stratotypes. – *Thèse*, 188 p.

MANIVIT, H., PERCH-NIELSEN, K., PRINS, B. & VERBEEK, J.W. (1977). – Mid-Cretaceous calcareous Nannofossil biostratigraphy. – *Proc. k. nederl. Akad. Wet.*, Ser. B., 80, 169-181.

MANIVIT, H. (sous presse). – Les Nannofossiles du Crétacé européen (in A.F. POIGNANT et al. – Essai de synthèse biostratigraphique de la partie moyenne du Crétacé). – *Cretaceous Research*.

MANIVIT, H. *et al.* (1979). – Calcareous Nannofossil events in the Lower and Middle Cretaceous. – *I.N.A. Newsletters*, **1**, 2, 7.

MANIVIT, H., *in* MONCIARDINI *et al.* (1980). – Étude biostratigraphique pluridisciplinaire du sondage crétacé de Grande Paroisse (Yonne) [non publié]. – Congrès géologique international, Paris 1980.

REINHARDT, P. (1966). – Zur Taxionomie und Biostratigraphie des fossilen Nannoplanktons aus dem Malm, der Kreide und dem Alttertiär Mitteleuropas. – *Freib. Forschungsh.*, C **196**, 1-109.

ROTH, P.H. (1973). – Calcareous Nannofossils – Leg 17. – *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **17**, 695-795.

SHUMENKO, S.I. (1976). – Mesozoic calcareous Nannoplankton of the European part of the U.S.S.R. – *Publ. Office NAUKA, Moscou*, 139 p.

SISSINGH, W. (1977). – Biostratigraphy of Cretaceous calcareous Nannoplankton. – *Geol. en Mijnb.* **56**, 1, 37-65.

STRADNER, H. (1963). – New contributions to Mesozoic stratigraphy by means of Nannofossils. – *Proc. 6th World Petroleum Congr.* (Francfort, 1963), sec. 1, paper 4, 1-16.

THIERSTEIN, H.R. (1974). – Calcareous Nannoplankton. – *Initial reports of the Deep Sea Drilling Project*, **26**.

THIERSTEIN, H.R. (1976). – Mesozoic calcareous Nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. – *Marine Micropaleont.*, **1**, 325-362.

VERBEEK, J.W. (1977[a]). – The position of the Cenomanian and Turonian stratotypes in planktonic biostratigraphy. – *Proc. k. Akad. Wet.*, B, **80**, 16-37.

VERBEEK, J.W. (1977[b]). – Calcareous Nannoplankton biostratigraphy of Middle and Upper Cretaceous deposits in Tunisia, Southern Spain and France. – *Utrecht Micropaleont. Bull.*, 157 p.

ZEIGHAMPOUR, M.R. (1979). – Les Coccolithes du Crétacé – Albien à Santonien – des falaises de Haute Normandie. – *Thèse 3e cycle*, Paris (inédite).

7. Dinoflagellés

DAVEY, R.J. (1969). – Non-calcareous microplankton from the Cenomanian of England, northern France and North America, Part I. – *Bull. Brit. Mus. (nat. Hist.), Geol.*, **17**, 3, 103-180.

DAVEY, R.J. (1970). – Non-calcareous microplankton from the Cenomanian of England, northern France and North America, Part II. – *Bull. Brit. Mus. (nat. Hist.), Geol.*, **18**, 8, 333-397.

DAVEY, R.J. & VERDIER, J.P. (1976[a]). – A review of certain non-tabulate Cretaceous hystrichosphaerid dinocysts. – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **22**, 307-335.

DAVEY, R.J. & VERDIER, J.P. (1976[b]). – Distribution des kystes de Dinoflagellés dans le sondage de Loffre, France. – Non publié.

FAUCONNIER, D. (1979). – Les Dinoflagellés de l'Albien et du Cénomanien inférieur du Bassin de Paris. Répartition stratigraphique et relations avec la nature du dépôt. – *Sér. « Documents » Bur. Rech. géol. min.*, 5, 186 p.

FOUCHER, J.C. (1979). – Distribution stratigraphique des kystes de Dinoflagellés et des Acritarches dans le Crétacé supérieur du Bassin de Paris et de l'Europe septentrionale. – *Palaeontographica*, B, **169**, 78-105.

FOUCHER, J.C. (1980). – Dinoflagellés et Acritarches du Crétacé du Boulonnais. *In* ROBASZYNSKI F. *et al.* : Synthèse biostratigraphique de l'Aptien au Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques : Foraminifères, Nannoplancton, Dinoflagellés et Macrofaunes. – *Rev. Micropaléont.*, **22**, 4, 288-297.

FOUCHER, J.C. (sous presse). – Kystes de Dinoflagellés du Crétacé moyen européen : Proposition d'une échelle biostratigraphique pour le domaine nord-occidental. *In* Poignant, A.F. *et al.* : Essai de synthèse biostratigraphique de la partie moyenne du Crétacé européen. – *Cretaceous Research.*

STOVER, L.E. & EVITT, W.R. (1978). – Analyses of pre-Pleistocene organic-walled Dinoflagellates. – *Stanford Univ. Publ., geol. Sci.*, **15**, 300 p.

VERDIER, J.P. (1975). – Les kystes de Dinoflagellés de la section de Wissant et leur distribution stratigraphique au Crétacé moyen. – *Rev. Micropaléont.*, **17**, 4, 191-197.

8. Spores et Pollens

AMERON, H.W.J. van (1965). – Upper Cretaceous Pollen and Spores assemblages from the so-called "Wealden" of the province of Leon (Northern Spain). – *Pollen et Spores*, **7**, 1, 93-134.

AZEMA, C., DURAND, S. & MEDUS, J. (1972). – Des miospores du Cénomanien moyen. – *Paléobiologie continentale*, Montpellier, **3**, 4, 1-54.

CHRISTOPHER, R.A. (1979). – Normapolles and triporate pollen assemblages from the Raritan and Magothy Formations (Upper Cretaceous) of New Jersey. – *Palynology*, **3**, 73-121.

DEAK, M.H. & COMBAZ, A. (1967). – « Microfossiles organiques » du Wealdien et du Cénomanien dans un sondage de Charente-Maritime. – *Rev. Micropaléont.*, **10**, 2, 69-96.

DINIZ, F., KEDVES, M. & SIMONCSICS, P. (1974). – Les sporomorphes principaux de sédiments crétacés de Vila Flor et de Carrajão, Portugal. – *Com. Serv. geol. Portugal*, **58**, 161-178.

GOCZAN, F., GROOT, J.J., KRUTZSCH, W. & PACLTOVA, B. (1967). – Die Gattungen des « Stemma Normapolles Pflug 1953[b] » (Angiospermae). Neubeschreibungen und Revision europäischer Formen (Oberkreide bis Eozän). – *Paläontol. Abh.*, **B**, **2**, 3, 427-633.

KEDVES, M. (1980). – Les Pollens du genre de forme *Complexiopollis* W. KR. 1959 em. TSCHUDY 1973 du Cénomanien supérieur de Vila Flor (Portugal). – *Revista espan. Micropaleont.*, **12**, 3, 469-488.

KEDVES, M. & DINIZ, F. (1979). – Les Pollens d'Angiospermes du Crétacé de Vila Flor, Portugal. Genres de forme *Atlantopollis* et *Limaipollenites*. – *Bol. Soc. geol. Portugal,* **21,** 203-216.

MEDUS, J., BOCH, A., PARRON, C., LAUVERJAT, J. & TRIAT, J.M. (1980). – Turonian Normapolles from Portugal and Southern France; Correlations; – *Rev. Paleobot. Palynol.,* **31,** 1, 2, 105-153.

PIERCE, R.L. (1961). – Lower Upper Cretaceous plant microfossils from Minnesota. – *Bull. Minnesota geol. Surv.,* **42,** 1-86.

SKARBY, A. (1968). – *Extratriporopollenites* (PFLUG), emend. from the Upper Cretaceous of Scania, Sweden. – *Stockh. Contrib. Geol.,* **16,** 1-60.

WOLFE, J.A. & PAKISER, H.M. (1971). – Stratigraphic interpretations of some Cretaceous microfossil floras of the Middle Atlantic States. – *U.S. geol. Survey prof. Paper,* **750 B,** B.35-B.47.

LISTE DES PLANCHES

1 : Microfaciès dans le Turonien du Saumurois
Microfacies in the Turonian of the Saumurois

2 à 6 : Ammonites turoniennes du Saumurois
Turonian Ammonites of the Saumurois

7 et 8 : Inocérames turoniens du Saumurois
Turonian Inocerams of the Saumurois

9 : Foraminifères planctoniques du Saumurois
Planctonic Foraminifera of the Saumurois

10 : Nannoplancton marqueur dans le Turonien du Saumurois
Characteristic species of calcareous Nannofossils in the Turonian of the Saumurois

11 : Dinoflagellés et Acritarches dans le Saumurois
Dinoflagellates and Acritarchs in the Saumurois

12 : Ostracodes du sondage de Civray-de-Touraine
Ostracodes of the well Civray-de-Touraine

13 : Foraminifères planctoniques du sondage de Civray-de-Touraine
Planktonic Foraminifera in the well Civray-de-Touraine

14 : Nannofaciès des principales formations turoniennes du sondage de Civray-de-Touraine
Nannofacies of the main Turonian formations of the well Civray-de-Touraine

15 : Dinoflagellés et Acritarches turoniens du sondage de Civray-de-Touraine
Turonian Dinoflagellates and Acritarchs of the well Civray-de-Touraine

16 à 18 : Spores et Pollens du sondage de Civray-de-Touraine
Spores and Pollen grains of the well Civray-de-Touraine

PLANCHE 1
PLATE 1

Microfaciès des principaux ensembles lithologiques du Saumurois

Fig. 1. – FONT. 3,5; « craie marneuse »; ensemble lithologique B; LM n° 4578. Matrice micritique homogène, légèrement phylliteuse. Eléments figurés : S = spicules de Silicisponges en coupe longitudinale ou transversale, abondants; f = Foraminifère benthique; q = grain de quartz détritique, très rare; d = débris fossilifère recristallisé.

Fig. 2. – St. CYR 0,1; Tuffeau de Saumur; ensemble C; LM n° 4590. Matrice sparitique homogène. Éléments figurés : q = grains de quartz détritique, anguleux, fréquents; g = glauconie éparse; m = paillettes de mica blanc muscovite détritique, fréquentes.

Fig. 3. – CUN. 2,65; Tuffeau de Saumur; ensemble C; LM n° 4574. Matrice sparitique homogène. Éléments figurés : b = bryozoaires, nombreux fragments; f = Foraminifère benthique (Arénobuliminidé ?); g = glauconie, plus ou moins altérée, brunâtre; m = muscovite; q = quartz.

Fig. 4. – FONT. 18-19; Tuffeau de Saumur; ensemble D; LM n° 4566. Matrice sparitique avec recristallisation de calcite dans les pores (hard-ground). Éléments figurés : s = spicule siliceux à canal central comblé par de la glauconie; g = glauconie; f = Foraminifères benthiques, assez abondants; q = quartz, assez abondant.

Fig. 5. – CUN. 8,70; Tuffeau de Saumur; ensemble E; LM n° 4573. Matrice sparitique; les interstices entre les grains de calcite sont tapissés et parfois comblés par de minuscules sphérules (sp) siliceux transparents (cf. nannofaciès turoniens à la Pl. 14); l'échantillon provient de la partie externe d'un « chenard » : accident siliceux du Tuffeau. Éléments figurés : q = quartz détritique abondant; g = glauconie, fréquente.

Fig. 6. – CUN. 9,70; Tuffeau de Saumur; ensemble E; LM n° 4581. Matrice sparitique homogène. Éléments figurés : q = quartz, fréquent; g = glauconie, fréquente; s = spicule.

Fig. 7. – CH.S. 1-2; Tuffeau de Saumur; ensemble E (« chenard »); LM n° 4597. Matrice sparitique homogène. Éléments figurés : q = quartz, abondant; g = glauconie. Tous les interstices sont comblés par de l'opale.

Fig. 8. – CH.S. 12; « Sables glauconieux »; ensemble F; LM n° 4593 (F). Matrice sableuse avec sparite disséminée. Éléments figurés : b = bryozoaires, nombreux fragments; q = quartz, très abondant; g = glauconie, fréquente.

Échelle linéaire à la fig. 3 valable pour toutes les figures sauf fig. 5

Clichés : F. Robaszynski

Micrographs of the main lithological units in the Saumurois

Fig. 1. – FONT. 3,5; "Marly chalk"; part B; LM n° 4578. s = spicules of silicisponges; f = benthic Foraminifera; q = detrital quartz, very rare; d = recrystallized fossiliferous debris.

Fig. 2. – St. CYR 0,1; Tuffeau de Saumur; part C; LM n° 4590. g = glaucon.

Fig. 3. – CUN. 2,65; Tuffeau de Saumur; part C; LM n° 4575. b = Bryozoans (numerous fragments).

Fig. 4. – FONT. 19-19; Tuffeau de Saumur; part D; LM n° 4566.

Fig. 5. – CUN. 8,70; Tuffeau de Saumur; part E; LM n° 4573. Sample from a "chenard". sp = microspherules of silica (cf. pl. 14).

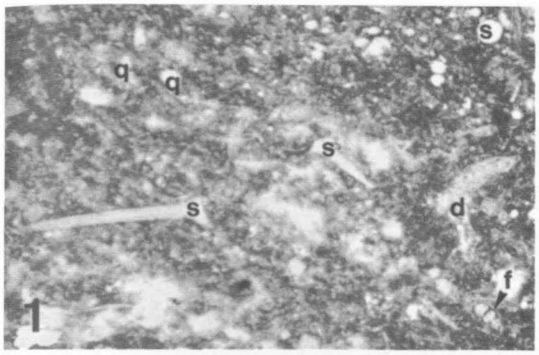
Fig. 6. – CUN. 9,70; Tuffeau de Saumur; part E; LM n° 4581. s = spicule.

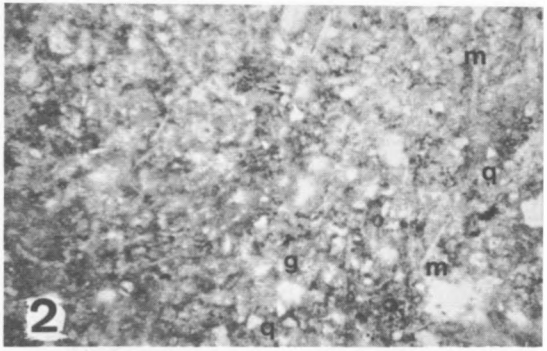
Fig. 7. – CH.S. 1-2; Tuffeau de Saumur; part E ("chenard"); LM n° 4597. Interstices contain opal.

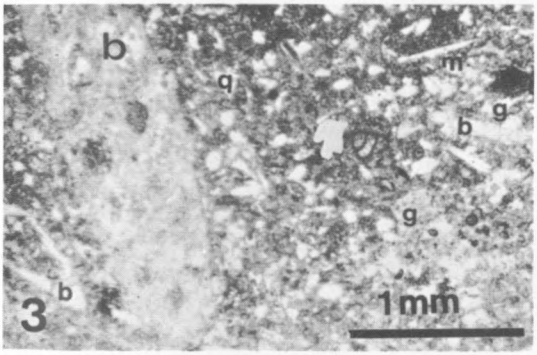
Fig. 8. – CH.S. 12; Glauconitic sandstone; part E; LM n° 4593 (F).

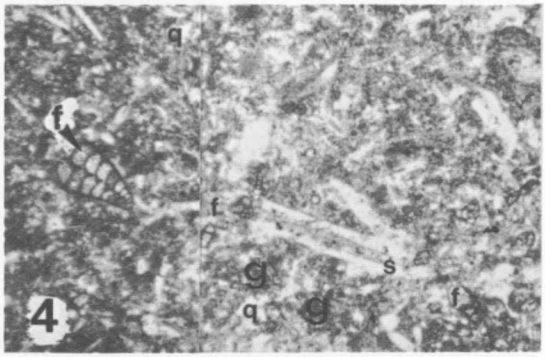
Linear scale on fig. 3 valid for all fig. except fig. 5

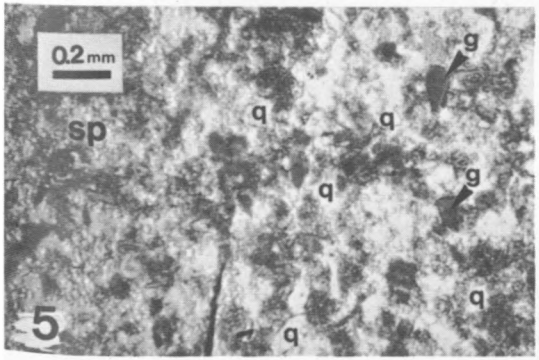
Photos : F. Robaszynski

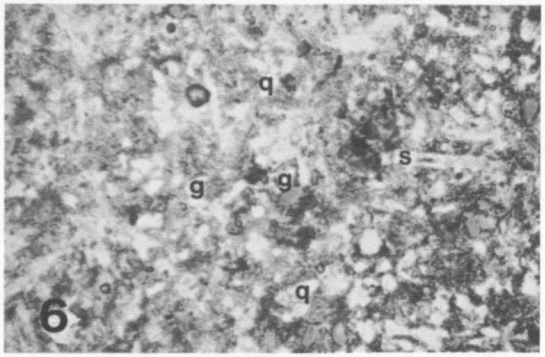

s
q
q
s
s
d
f
1

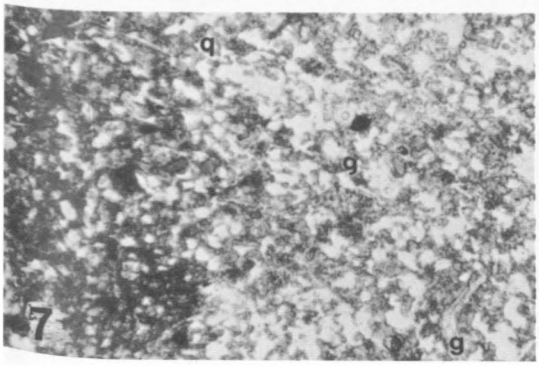

m
q
g
m
q
2


b
q
m
g
b
g
b
1 mm
3


q
f
f
g
s
q
g
f
4


0.2 mm
sp
g
q
q
g
q
q
5


q
s
g
g
q
6


q
g
g
7

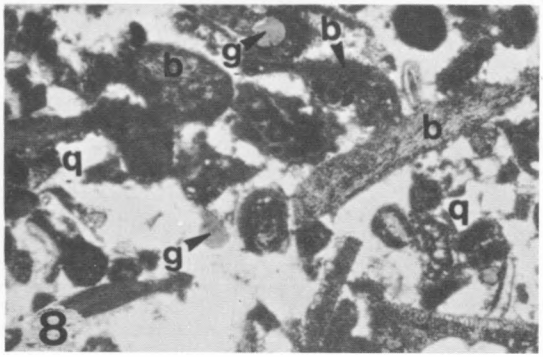

b
g
b
b
q
q
g
8

PLANCHE 2
PLATE 2

Ammonites turoniennes du Saumurois

Fig. 1[a]. – *Neoptychites cephalotus* (COURTILLER). Coll. G. BADILLET 676, carrière Tourtenay, ensemble C, partie moyenne du Turonien, Assemblage-zone à *Kamerunoceras turoniense*. Flanc gauche. Gr. 0,49.

Fig. 1[b]. – Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,49.

Fig. 2[a]. – *Neoptychites xetriformis* PERVINQUIERE. Coll. G.B. 159, cave Foulon à Montsoreau, ensemble C, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *K. turoniense*. Flanc droit, Gr. 0,74.

Fig. 2[b]. – Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,74.

Clichés des planches 2 à 6 : F. Amédro

Turonian Ammonites of the Saumurois

Fig. 1[a]. – Neoptychites cephalotus *(COURTILLER). Coll. G. BADILLET 676, Tourtenay quarry, part C, middle part of the Turonian,, Assemblage-zone* Kamerunoceras turoniense. *Left side. Gr. 0,49.*

Fig. 1[b]. – *Same sample; ventral view. Gr. 0,49.*

Fig. 2[a]. – Neoptychites xetriformis *PERVINQUIERE. Coll. G.B. 159, cave Foulon Montsoreau, part C, middle part of the Turonien, A.-z.* K. turoniense. *Right side. Gr. 0,74.*

Fig. 2[b]. – *Same sample, ventral view. Gr. 0,74.*

Photos of plates 2 to 6 : F. Amédro

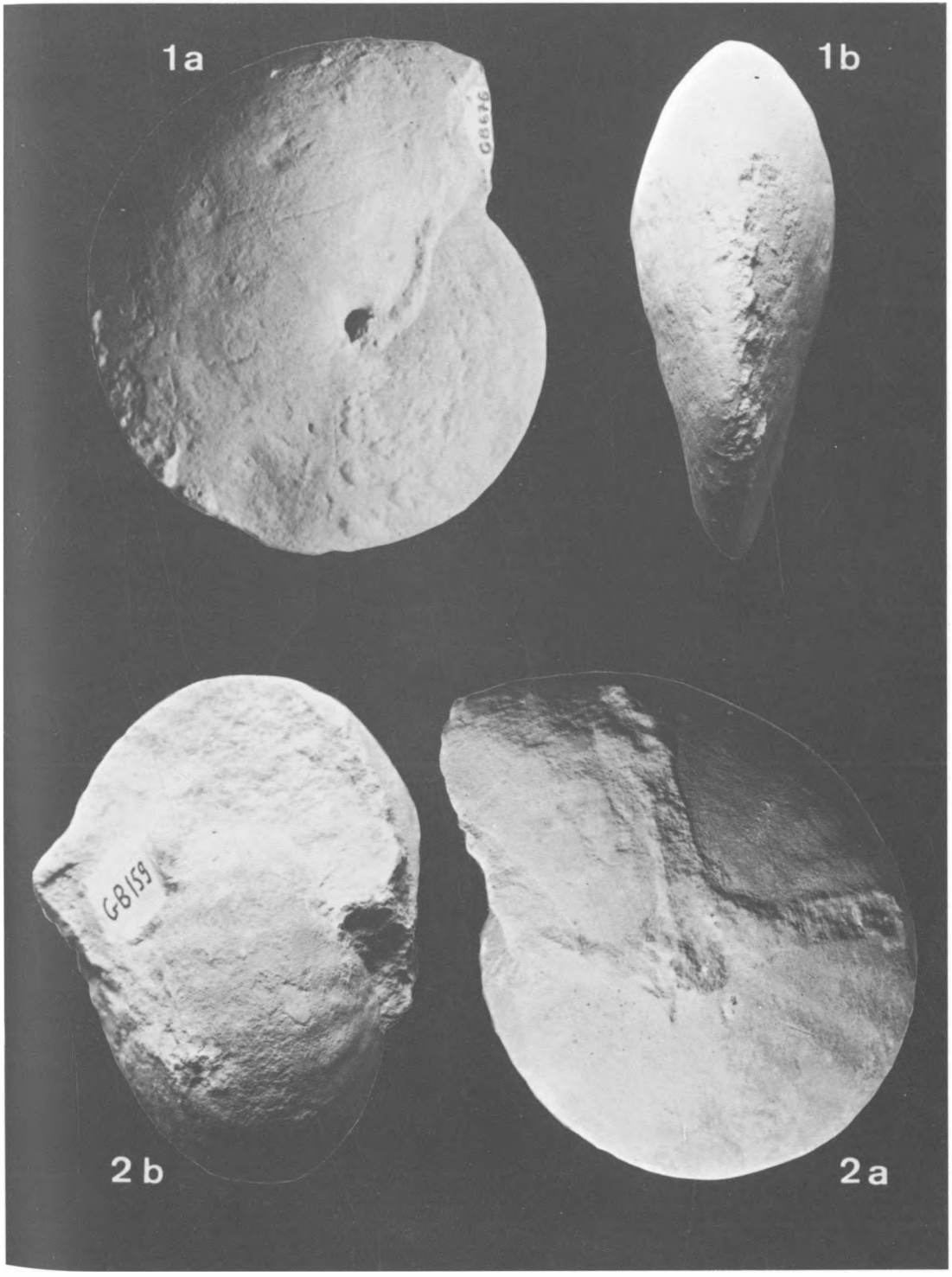

1a
1b
GB159
2 b
2 a

PLANCHE 3
PLATE 3

Fig. 1[a]. – *Spathites (Jeanrogericeras) reveliereanum* (COURTILLER). Coll. G.B. 434, carrière Tourtenay, ensemble C, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *K. turoniense.* Flanc gauche. Gr. 0,71.

Fig. 1[b]. – Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,71.

Fig. 2[a]. – *Kamerunoceras turoniense* d'ORBIBNY. Coll. G.B. 451, carrière de Tourtenay, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *K. turoniense*. Flanc droit, Gr. 0,40.

Fig. 2[b]. – Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,40.

Fig. 1[a]. – Spathites (Jeanrogericeras) reveliereanum *(COURTILLER). Coll. G.B. 434, Tourtenay quarry, part C, middle part of the Turonian,, A.-z.* K. turoniense. *Left side. Gr. 0,71.*

Fig. 1[b]. – *Same sample; ventral view. Gr. 0,71.*

Fig. 2[a]. – Kamerunocras turoniense *d'ORBIGNY. Coll. G.B. 451, Tourtenay quarry, middle part of the Turonien, A.-z.* K. turoniense. *Left side. Gr. 0,40.*

Fig. 2[b]. – *Same sample, ventral view. Gr. 0,40.*

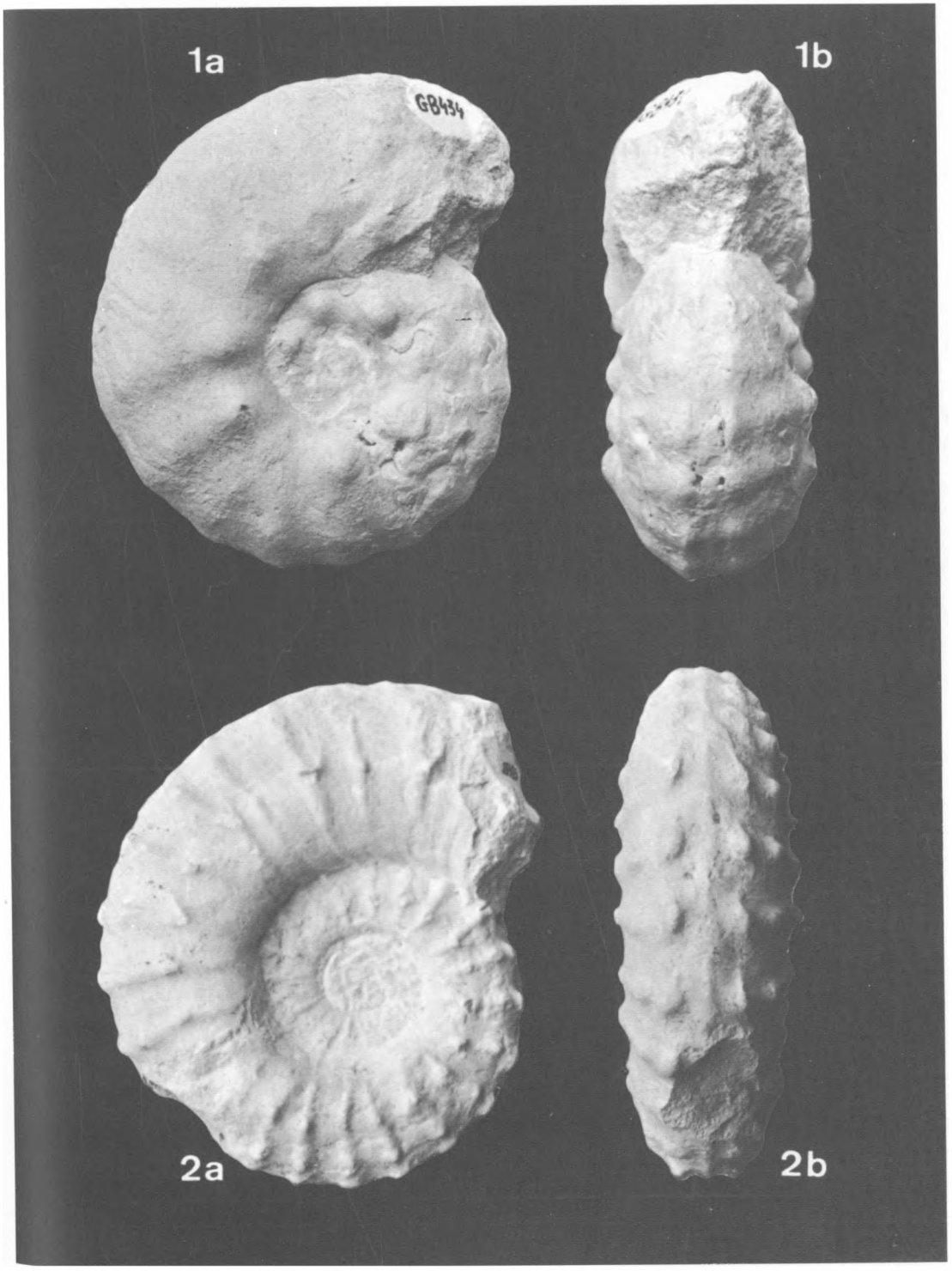

1a
1b
2a
2b

PLANCHE 4
PLATE 4

Fig. 1[a]. – *Tragodesmoceras courtilleri* nov. sp. Holotype. Coll. G.B. 170, du "Liron" (ensemble D) de la zone industrielle de Chacé, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *K. turoniense* et A.-z. à *Romaniceras kallesi* condensées. Flanc gauche. Gr. 0,77.

Fig. 1[b]. – Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,77.

Fig. 2[a]. – *Lecointriceras costatum* KENNEDY, WRIGHT & HANCOCK. Coll. G.B. 34, cave Cunault-Pavée, ensemble C, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *K. turoniense*. Flanc droit, Gr. 0,76.

Fig. 2[b]. – Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,76.

Fig. 1[a]. – Tragodesmoceras courtilleri *nov. sp. Holotype. Coll. G.B. 170, from the "Liron" part D of Chacé, middle part of the Turonian,, A.-z.* K. turoniense. *et A.-z.* Romaniceras kallesi. *Left side. Gr. 0,77.*

Fig. 1[b]. – *Same sample; ventral view. Gr. 0,77.*

Fig. 2[a]. – Lecointriceras costatum *KENNEDY, WRIGHT & HANCOCK. Coll. G.B. 34, Cunault-Pavée cave, part C, middle part of the Turonien, A.-z.* K. turoniense. *Right side. Gr. 0,76.*

Fig. 2[b]. – *Same sample, ventral view. Gr. 0,76.*

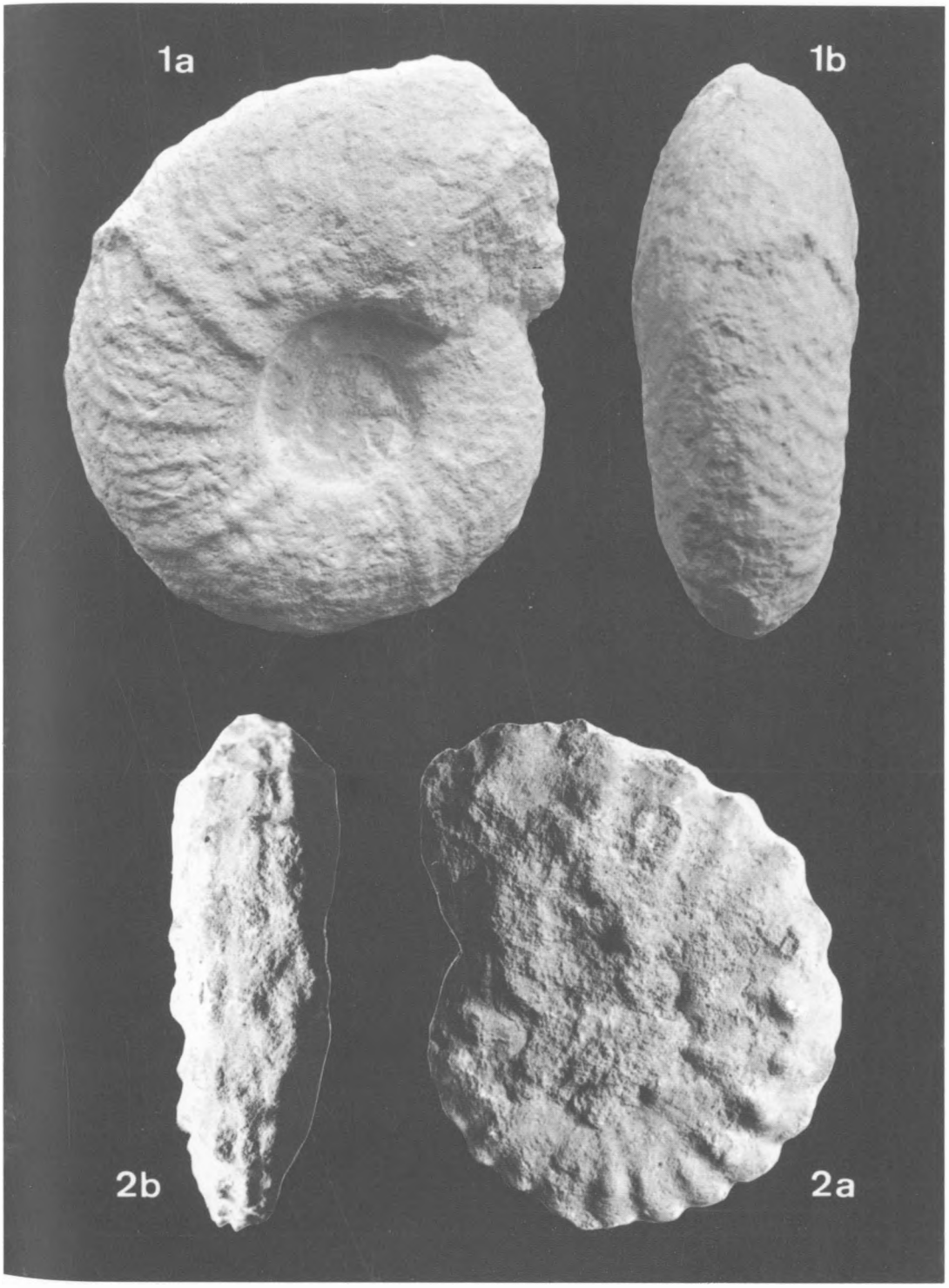

1a
1b
2b
2a

PLANCHE 5
PLATE 5

Fig. 1[a]. – *Collignoniceras woollgari* (MANTELL). Coll. G.B. 472, zone industrielle de Chacé, ensemble E, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *R. kallesi.* Flanc gauche. Gr. 0,77.

Fig. 1[b]. – Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,76.

Fig. 2 . – *Collignoniceras* sp. Exemplaire juvénile conservé comme moule interne dans une *Exogyra columba* LAMARCK. Ce type de conservation est assez fréquent dans l'ensemble D du Tuffeau de Saumur. Coll. G.B. 147, cave Cunault Pavée, sommet de l'ensemble D, horizon (ii) à *Exogyra columba*, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *R. kallesi*. Flanc droit, Gr. 0,79.

Fig. 3 . – *Lecointriceras fleuriausianum* (d'ORBIGNY), fossilisé à l'intérieur d'une *E. columba*. Coll. G.B. 192, zone industrielle de Chacé, ensemble D, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *K. turoniense* et A.-z. à *R. kallesi* condensées. Flanc droit. Gr. 0,86.

Fig. 4 . – *Collignoniceras carolinum* (d'ORBIGNY). Spécimen conservé dans une *E. columba*. Coll. G.B. 151, cave coopérative de Saint-Cyr-en-Bourg, ensemble D, A.-z. à *K. turoniense* et A.-z. à *R. kallesi* condensées. Flanc droit. Gr. 0,85.

Fig. 1[a]. – Collignoniceras woollgari *(MANTELL). Coll. G.B. 472, from Chacé, part E, middle part of the Turonian,, A.-z.* R. kallesi. *Left side. Gr. 0,76.*

Fig. 1[b]. – *Same sample; ventral view. Gr. 0,76.*

Fig. 2 . – Collignoniceras *sp. Juvenile specimen preserved in* a Exogyra columba *LAMARCK. Coll. G.B. 147, Cunault Pavée cave, top of part D,* Exogyra columba, *horizon (ii), middle part of the Turonien, A.-z.* R. kallesi. *Right side. Gr. 0,79.*

Fig. 3 . – Lecointriceras fleuriausianum *(d'ORBIGNY), fossilized in a* E. columba. *Coll. G.B. 192, from Chacé, part D, middle of the Turonian, A.-z.* K. turoniense *et A.-z.* R. kallesi. *Right side. Gr. 0,86.*

Fig. 4 . – Collignoniceras carolinum *(d'ORBIGNY). Specimen preserved in a* E. columba. *Coll. G.B. 151, Saint-Cyr-en-Bourg, part D, A.-z.* K. turoniense *et A.-z.* R. kallesi. *Right side. Gr. 0,85.*

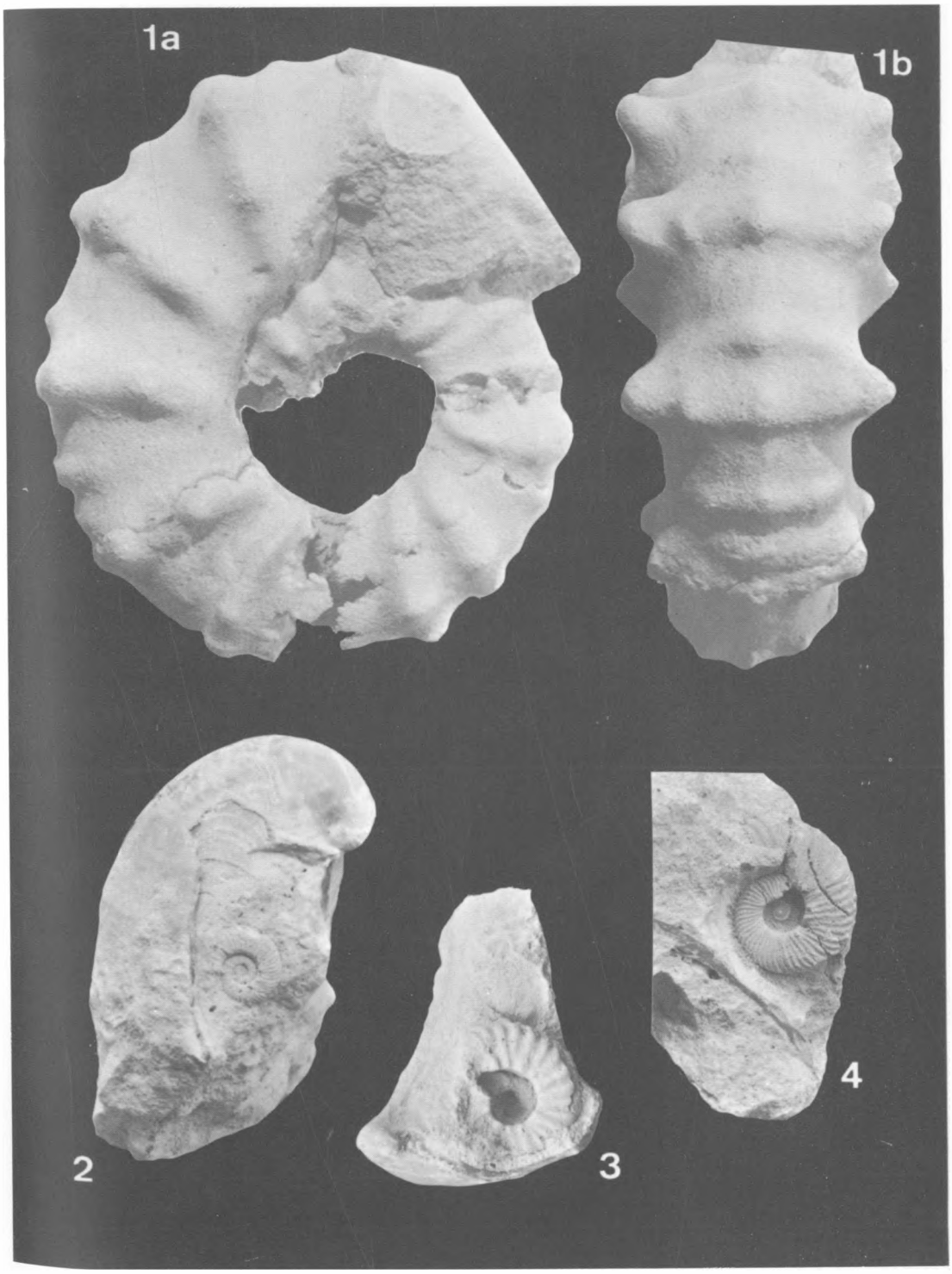

1a
1b
2
3
4

PLANCHE 6
PLATE 6

Fig. 1[a]. – *Romaniceras kallesi* (ZAZVORKA). Coll. F.A. 908, côteau du Château de Saumur, ensemble E, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *R. kallesi* Flanc gauche. Gr. 0,57.

Fig. 1[b]. – Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,57.

Fig. 2[a]. – *Lecointriceras fleuriausianum* (d'ORBIGNY). Coll. . G.B. 561, carrière de Tourtenay, ensemble E, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *R. kallesi*. Flanc droit, Gr. 0,89.

Fig. 2[b]. – Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,89.

Fig. 1[a]. – Romaniceras kallesi *(ZASVORKA). Coll. F.A. 908, Château de Saumur, part E, middle part of the Turonian,, A.-z.* R. kallesi. *. Left side. Gr. 0,57.*

Fig. 1[b]. – *Same sample; ventral view. Gr. 0,57.*

Fig. 2[a]. – Lecointriceras fleuriausianum *(d'ORBIGNY). Coll. G.B. 561, Tourtenay quarry, part E, middle part of the Turonien, A.-z.* R. kallesi. *Right side. Gr. 0,89.*

Fig. 2[b]. – *Same sample, ventral view. Gr. 0,89.*

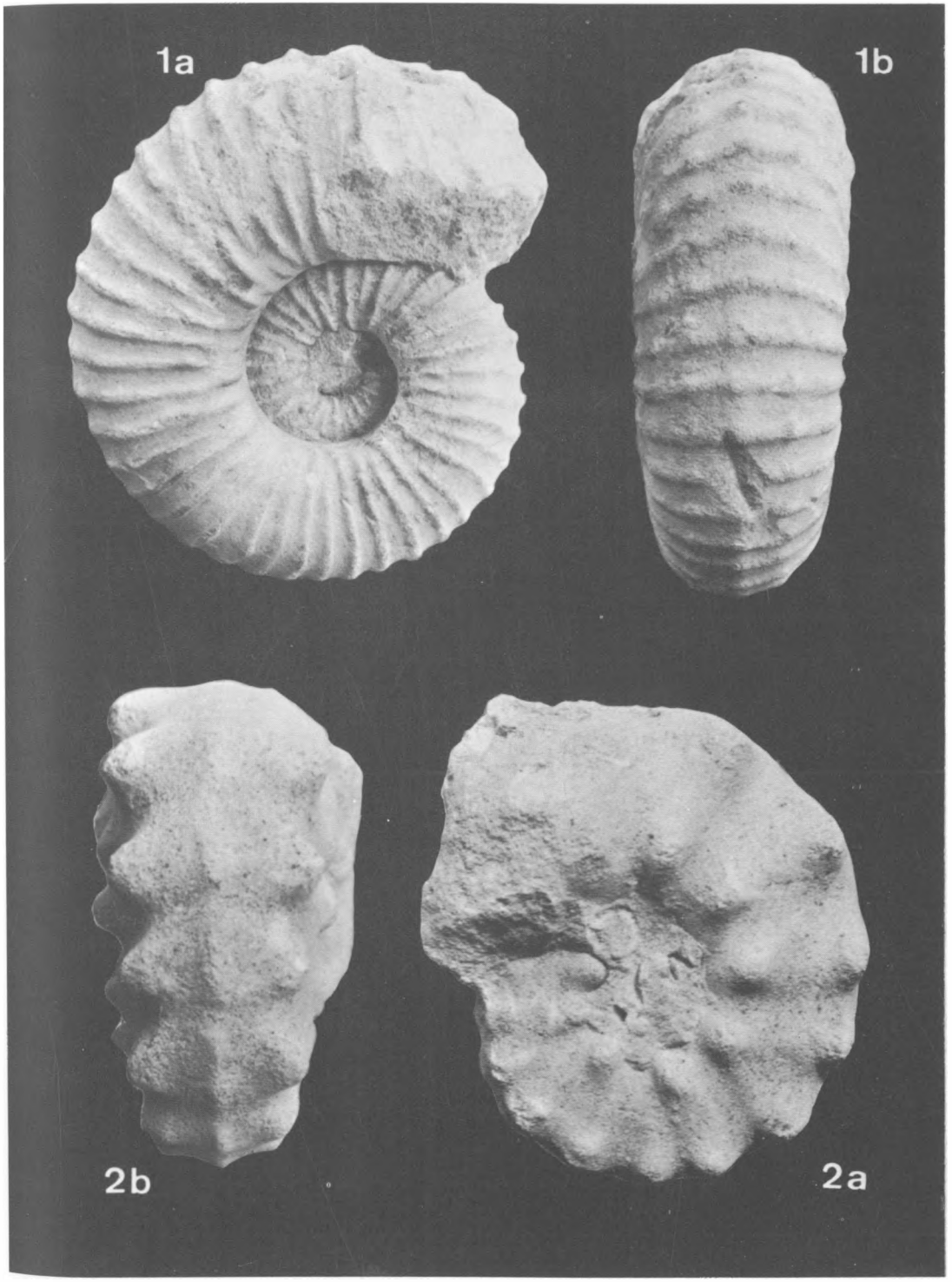

1a
1b
2b
2a

PLANCHE 7
PLATE 7

Inocérames turoniens du Saumurois

Fig. 1. – *Inoceramus goppelnensis transiens* SEITZ, coll. G.B.; carrière de La Trésorerie, 0,50 m sous le sommet de l'ensemble B, partie inférieure du Turonien, Assemblage-zone à *Mammites nodosoides*, Gr. nat.

Fig. 2. – *Inoceramus mytiloides* MANTELL, coll. G.B., Saint-Just-sur-Dives, partie inférieure du Turonien, Gr. nat.
Même échantillon; vue ventrale. Gr. 0,76.

Fig. 3. – *Inoceramus goppelnensis tourtenayensis* SORNAY, holotype de la sous-espèce, coll. G.B., carrière de Tourtenay, ensemble C, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *Kamerunocera turoniense*, Gr., nat.

Fig. 4. – *Inoceramus goppelnensis* SORNAY, coll. G.B., Les Ulmes, ensemble B, partie inférieure du Turonien, A.-z. à *M. nodosoides*, Gr. nat.

Fig. 5. – *Inoceramus goppelnensis transiens* SEITZ, coll. G.B., cave Cunault Pavée, ensemble C, partie moyenne du Turonien, A.-z. à *K. turoniense*, Gr., nat. (Pour les besoins de la mise en page, la figure 5 a été mal orientée; l'arête cardinale se trouve à gauche de la figure, indiquée par une flèche).

Tous les spécimens sont déposés dans les collections de Paléontologie du Muséum d'Histoire Naturelle à Paris.

Turonian Inocerams of the Saumurois

Fig. 1. – Inoceramus goppelnensis transiens *SEITZ, coll. G.B., La Trésorerie quarry, 0,50 m below the top of part B, lower part of the Turonian, Assemblage-zone* Mammites nodosides *Gr. nat.*

Fig. 2. – Inoceramus mytiloides *MANTELL, coll. G.B., Saint-Just-sur-Dives, lower part of the Turonian, Gr. nat.*

Fig. 3. – Inoceramus goppelnensis tourtenayensis *SORNAY, holotype of the subspecies, coll. G.B., Tourtenay quarry, part C, middle part of the Turonian, A.-z.* Kamerunoceras turoniense, *Gr. nat.*

Fig. 4. – Inoceramus goppelnensis *SORNAY, coll. G.B., Les Ulmes, part B, lower part of the Turonian, A.-z.* M. nodosoides, *Gr. nat.*

Fig. 5. – Inoceramus goppelnensis *transiens SEITZ, coll. G.B., Cunault Pavée cave, part C, middle part of the Turonian, A.-z.* K. turoniense, *Gr. nat.*

All specimens in the Muséum d'Histoire Naturelle, Paris.

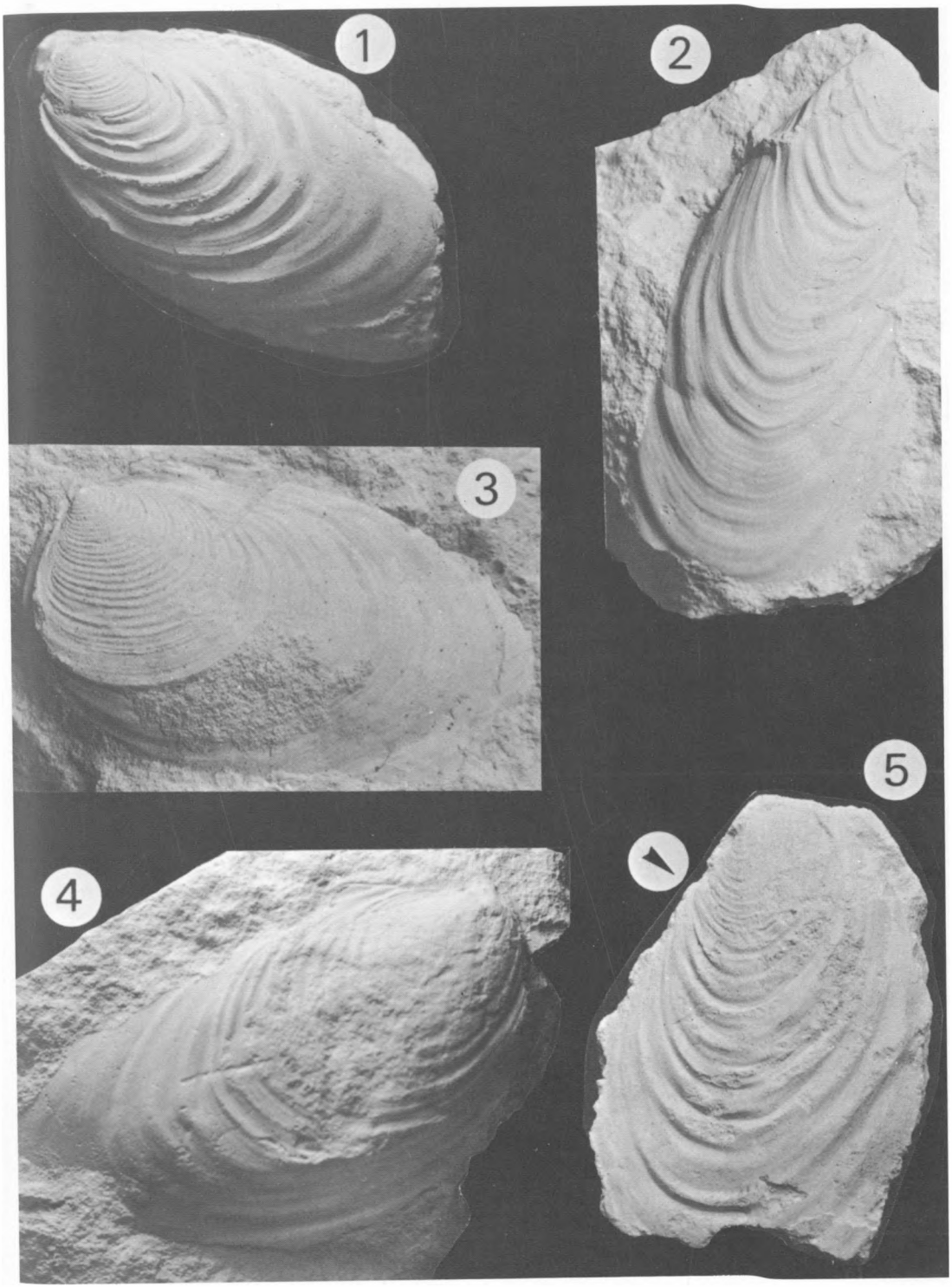

1
2
3
4
5

PLANCHE 8
PLATE 8

Fig. 1 . – Coll. G.B., les Ulmes, ensemble B, partie inférieure du Turonien, A.-z. à *M. nodosoides;* plaque montrant une association de :
1[a]. – *Inoceramus hercynicus* PETRASCHECK,
1[b]. – *Inoceramus mytiloides* MANTELL,
1[c]. – *Inoceramus hercynicus* PETRASCHECK, Gr., nat.

Fig. 2 . – *Inoceramus hercynicus* PETRASCHECK. Coll. G.B., Usseau (près de Chatellerault), partie inférieure du Turonien. Gr. nat.

Fig. 3 . – *Inoceramus labiatus* SCHLOTHEIM, coll. G.B., Courchamps, partie inférieure du Turonien. Gr., nat.

Tous les spécimens sont déposés dans les collections de paléontologie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Fig. 1 . – Coll. G.B., les Ulmes, part B, lower part of the Turonien, A.-z. à M. nodosoides.
1[a]. – Inoceramus hercynicus *PETRASCHECK,*
1[b]. – Inoceramus mytiloides *MANTELL,*
1[c]. – Inoceramus hercynicus *PETRASCHECK, Gr., nat.*

Fig. 2 . – Inoceramus hercynicus *PETRASCHECK, coll. G.B., Usseau (near Chatellerault), lower part of the Turonien. Gr. nat.*

Fig. 3 . – Inoceramus labiatus *SCHLOTHEIM, coll. G.B., Courchamps, lower part of the Turonien. Gr. nat.*

All specimens in the Muséum d'Histoire Naturelle, Paris.

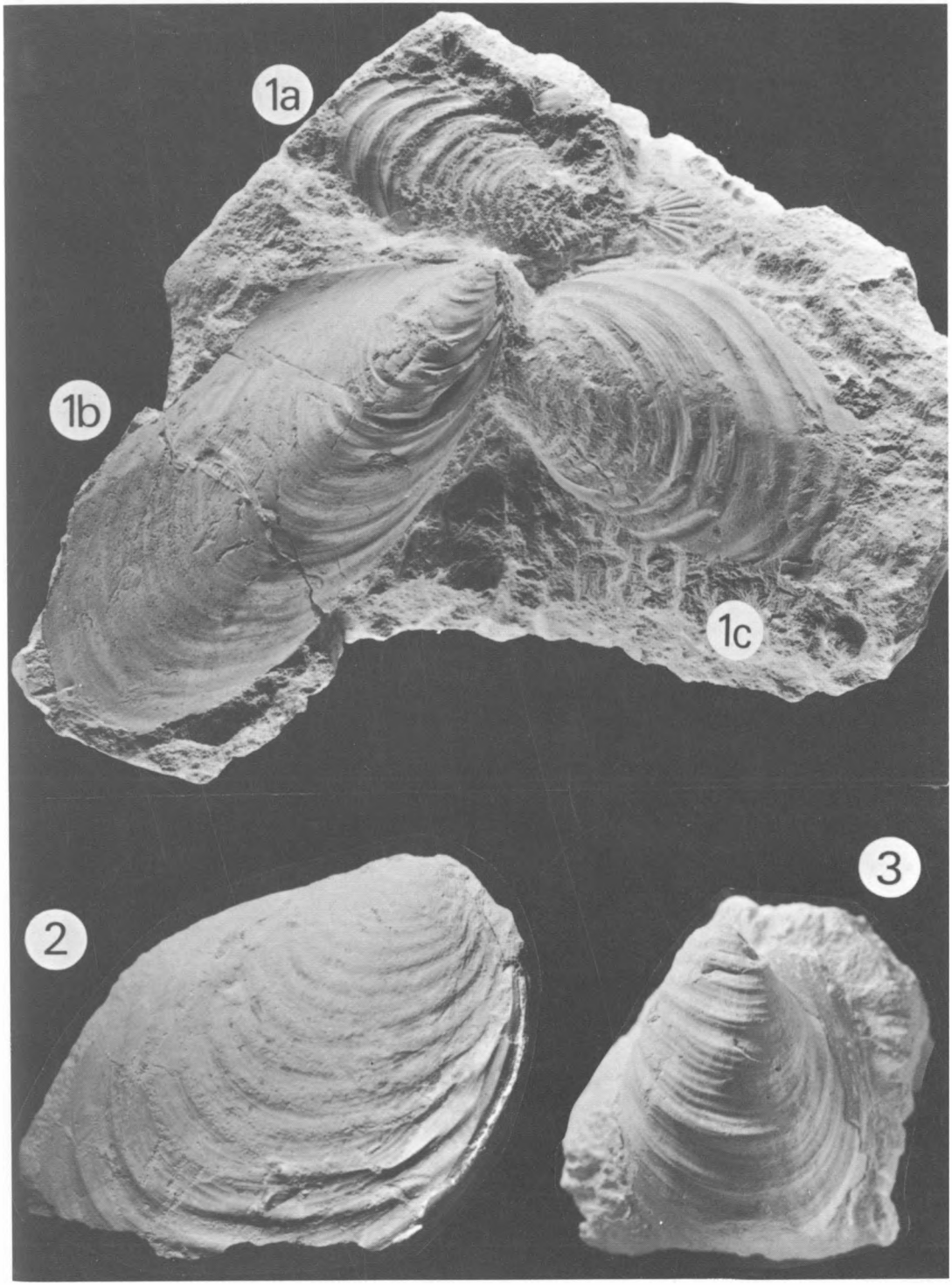

1a
1b
1c
2
3

PLANCHE 9
PLATE 9

Quelques Foraminifères planctoniques du Saumurois

Tous les spécimens sont présentés avec le même grossissement (le segment blanc sur la planche indique 100 µm); a = face spirale; b = profil; c = face ombilicale.

Fig. 1. – *Rotalipora cushmani* (MORROW); LA BOUS. 0,5; ensemble lithologique A; Cénomanien supérieur; exemplaire de grande taille, à croissance irrégulière, un peu déformé; très rare.

Fig. 2. – *Whiteinella archaeocretacea* (PESSAGNO); LA BOUS. 2; ensemble lithologique A; Cénomanien terminal; espèce faisant partie des "grosses Globigérines"; bien que possédant les caractères de l'espèce (cinq loges, loges allongées dans le sens de l'enroulement), le spécimen se rapproche de *W. aprica* (LOEBLICH & TAPPAN) par ses loges globuleuses à profil non ovale; fréquente.

Fig. 3. – *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA); FONT. 8; ensemble lithologique B; Turonien inférieur; commune.

Fig. 4. – *Praeglobotruncana ? Whiteinella ? "praehelvetica"* (TRUJILLO); CUN.-3,8; ensemble lithologique C; début du Turonien moyen; exemplaire montrant un aplatissement des loges à la face spirale.

Fig. 5. – *Helvetoglobotruncana helvetica* BOLLI; FONT. 16; ensemble lithologique C; partie inférieure du Turonien moyen; très rare.

Some planktonic Foraminifera of the Saumurois

All specimens with same enlargement (white bar = 100 µm); a = spiral view; b = lateral view; c = umbilical view.

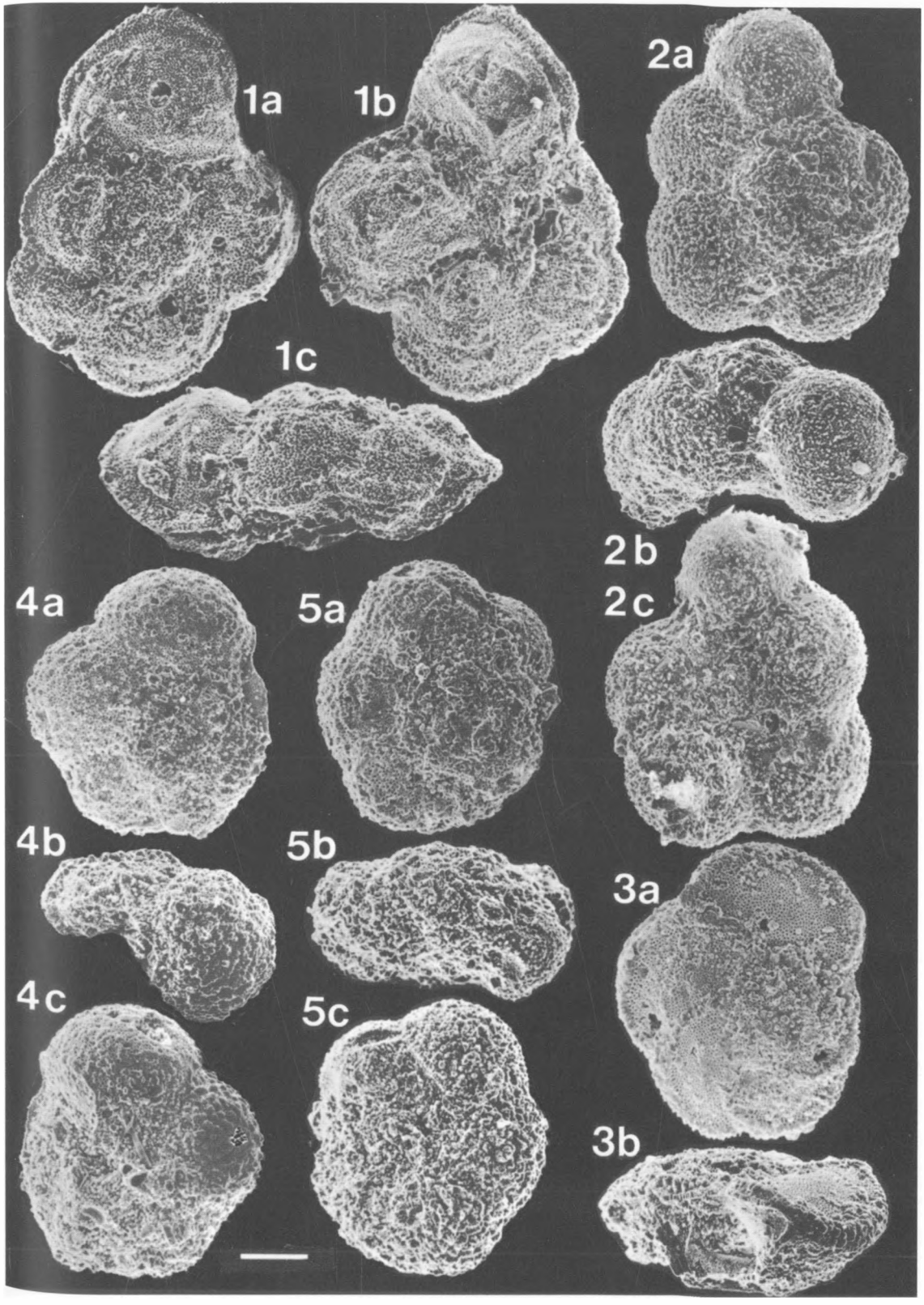
Fig. 1. – Rotalipora cushmani *(MORROW); LA BOUS. 0,5; part A; Upper Cenomanian.*

Fig. 2. – Whiteinella archaeocretacea *(PESSAGNO); LA BOUS. 2; part A; uppermost Cenomanian; part of the "big Globigerina"; close to* W. aprica *(LOEBLICH & TAPPAN).*

Fig. 3. – Dicarinella hagni *(SCHEIBNEROVA); FONT. 8; part B; Lower Turonien.*

Fig. 4. – Praeglobotruncana ? Whiteinella ? "praehelvetica" *(TRUJILLO); CUN.-3,8; part C; lower part of the Middle Turonian.*

Fig. 5. – Helvetoglobotruncana helvetica *BOLLI; FONT. 16; part C; lower part of the Middle Turonien.*


1a
1b
2a
1c
2b
2c
4a
5a
4b
5b
3a
4c
5c
3b

Nannoplancton turonien du Saumurois

Fig. 1. – *Lithraphidites acutum* MANIVIT & VERBEEK
De profil; Saumurois (LA TOUR. 0,8); Cénomanien supérieur. × 10 000

Fig. 2. – *Zygodiscus cf. theta* BLACK
Face proximale; Saumurois (LA TOUR. 0,8); Cénomanien supérieur. x 7 000

Fig. 3. – *Discorhabdus ignotus* (BORKA)
Face proximale; Saumurois (FONT. 16); Turonien moyen. x 10 000

Fig. 4. – *Eiffelithus turriseiffeli* (DEFLANDRE)
Face proximale; Saumurois (FONT. 22); Turonien moyen. x 6 000

Fig. 5. – *Prediscosphaera cretacea* (ARKHANGELSKY)
Individu entier; Saumurois (FONT. 16); Turonien moyen. x 6 000

Fig. 6. – *Quadrum gartneri* PRINS & PERCH-NIELSEN
Angle O°; recristallisé partiellement; Saumurois (FONT. 16); Turonien moyen. x 6 000

Fig. 7. – *Eiffelithus eximius* (STOVER)
Face proximale; Saumurois (FONT. 22); Turonien supérieur. x 6 000

Fig. 8. – *Chiastozygus amphiporus* BRAMLETTE & MARTINI
Face distale; Saumurois (FONT. 16); Turonien moyen. x 9 000

Fig. 9. – *Gartnerago obliquum* STRADNER
Face distale; Saumurois (FONT. 22); Turonien supérieur. x 5 500

Fig. 10. – *Podorhabdus albianus* BLACK
Face proximale; Saumurois (LA TOUR. 0,8); Cénomanien supérieur. x 0 000

Fig. 11. – *Scapholithus fossilis* DEFLANDRE
Face proximale; Saumurois (FONT. 16); Turonien moyen. x 7 000

Fig. 12. – *Tranolithus orionatus* (REINHARDT)
Face distale; Saumurois (LA TOUR. 0,8); Cénomanien supérieur. x 10 000

Turonian nannoplankton of the Saumurois

Fig. 1. – Lithraphidites acutum *MANIVIT & VERBEEK*
(LA TOUR. 0,8);Upper Cenomanian. x 10 000

Fig. 2. – Zygodiscus cf. theta *BLACK*
Saumurois (LA TOUR. 0,8); Upper Cenomanian. x 7 000

Fig. 3. – Discorhabdus ignotus *(BORKA)*
Saumurois (FONT. 16); Middle Turonian. x 10 000

Fig. 4. – Eiffelithus turriseiffeli *(DEFLANDRE)*
Saumurois (FONT. 22); Middle Turonian x 6 000

Fig. 5. – Prediscosphaera cretacea *(ARKHANGELSKY)*
Saumurois (FONT. 16); Middle Turonian. x 6 000

Fig. 6. – Quadrum gartneri *PRINS & PERCH-NIELSEN*
Saumurois (FONT. 16); Middle Turonian. x 6 000

Fig. 7. – Eiffelithus eximius *(STOVER)*
Saumurois (FONT. 22); Upper Turonian. x 6 000

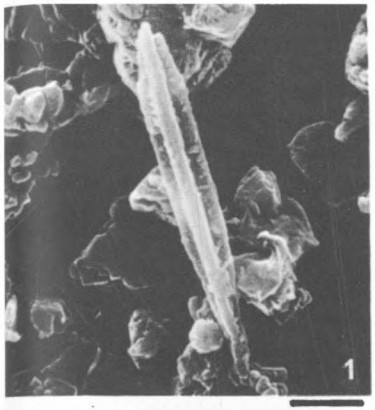
Fig. 8. – Chiastozygus amphiporus *BRAMLETTE & MARTINI*
Saumurois (FONT. 16); Middle Turonian. x 9 000

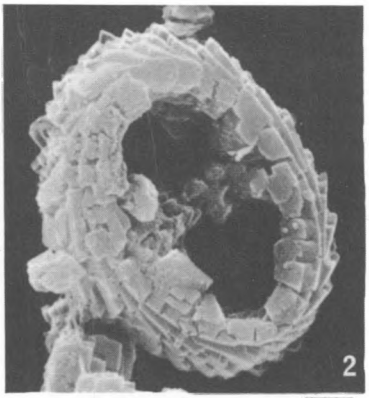
Fig. 9. – Gartnerago obliquum *STRADNER*
Saumurois (FONT. 22); Upper Turonian. x 5 500

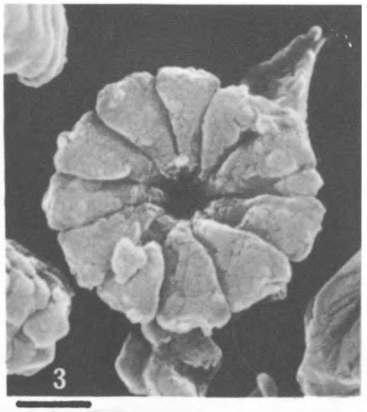
Fig. 10. – Podorhabdus albianus *BLACK*
Saumurois (LA TOUR. 0,8); Upper Cenomanian. x 9 000

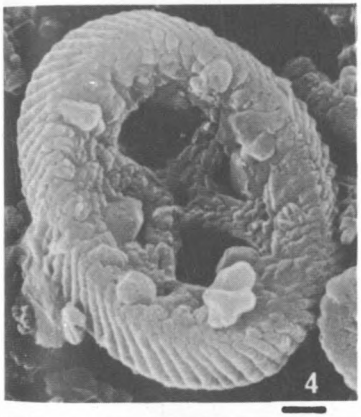
Fig. 11. – Scapholithus fossilis *DEFLANDRE*
Saumurois (FONT. 16); Middle Turonian. x 7 000

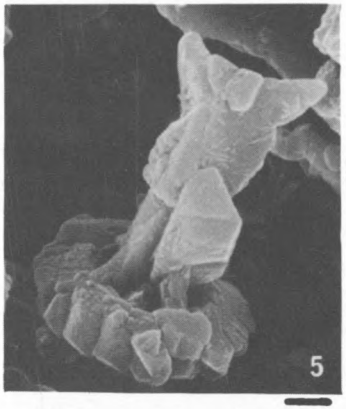
Fig. 12. – Tranolithus orionatus *(REINHARDT)*
Saumurois (LA TOUR. 0,8); Upper Cenomanian. x 10 000

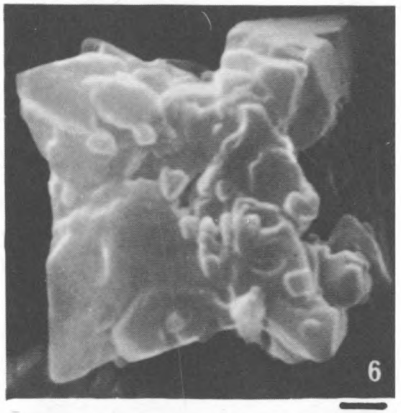

1

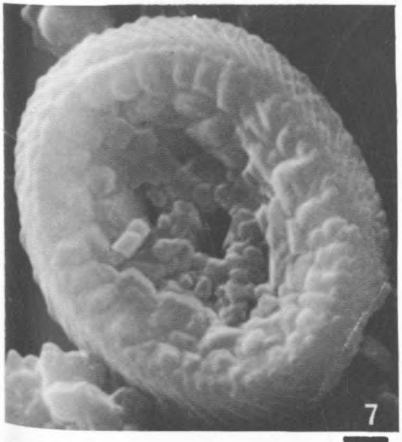

2

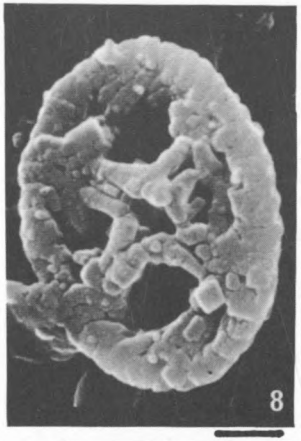

3

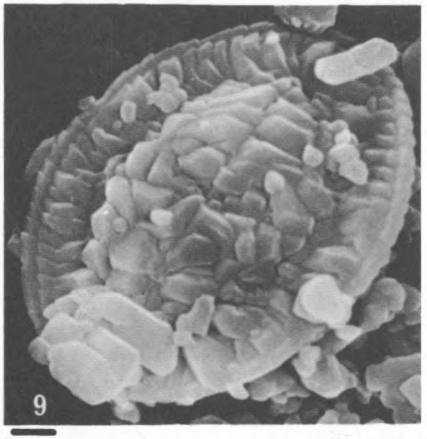

4

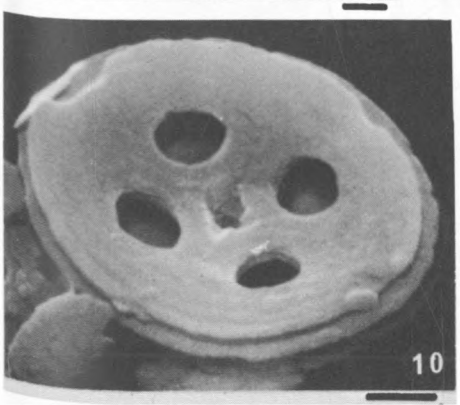

5


6


7


8


9


10


11

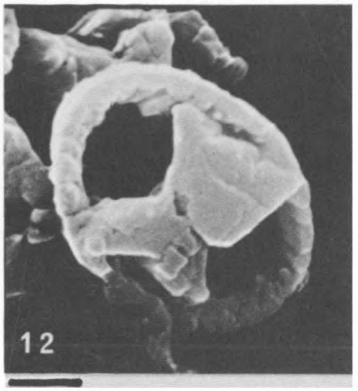

12

PLANCHE 11
PLATE 11

Dinoflagellés turoniens du Saumurois

Fig. 1. – *Protoellipsodinium* sp.; LA TOUR. 1,8; Prép. 1. S20.3*.

Fig. 2. – Même spécimen, avec une mise au point légèrement différente.

Fig. 3. – *Psaligonyaulax deflandrei* SARJEANT; LA TOUR. 0,8; Prép. 1. V35.2.

Fig. 4. – *Epelidosphaeridia spinosa* (COOKSON & HUGHES) DAVEY; LA TOUR. 1,8; Prép. 1. U38. Exemplaire complet.

Fig. 5. – *Bacchidinium polypes* (COOKSON & EISENACK) DAVEY subsp. *polypes*; LA TOUR. 0,8; Prép. 1. G33.3.

Fig. 6. – *Callaiosphaeridium asymmetricum* (DEFLANDRE & COURTEVILLE) DAVEY & WILLIAMS; LA TOUR. 1,8; Prép. 1. F30.3. Mise au point faite sur les 6 processus paracingulaires.

Fig. 7. – *Epelidosphaeridia spinosa* (COOKSON & HUGHES) DAVEY; LA TOUR. 1,8; Prép. 1. D37.3. Archéopyle apical et paracingulum.

Fig. 8. – *Spiniferites ? pterotus* (COOKSON & EISENACK) SARJEANT; LA TOUR. 0,8; Prép. 1. 016.4.

Fig. 9. – Même spécimen. Archéopyle précingulaire.

Fig. 10. – *Microdinium ? crinitum* DAVEY; LA TOUR. 0,8; Prép. 1. H22.

Fig. 11. – *Ellipsodinium rugulosum* CLARKE & VERDIER; LA TOUR. 0,8; Prép. 1. N31.

Fig. 12. – *Polysphaeridium laminaspinosum* DAVEY & WILLIAMS. FONT. 8; Prép. 1. F36.1. Archéopyle apical.

Turonian Dinoflagellates of the Saumurois

Fig. 1-2. – Protoellipsodinium *sp.; LA TOUR. 1,8; Prep. 1. S20.3**.

Fig. 3. – Psaligonyaulax deflandrei *SARJEANT; LA TOUR. 0,8; Prep. 1. V35.2.*

Fig. 4. – Epelidosphaeridia spinosa *(COOKSON & HUGHES) DAVEY; LA TOUR. 1,8; Prep. 1. U38.*

Fig. 5. – Bacchidinium polypes *(COOKSON & EISENACK) DAVEY subsp.* polypes*; LA TOUR. 0,8; Prep. 1. G33.3.*

Fig. 6. – Callaiosphaeridium asymmetricum *(DEFLANDRE & COURTEVILLE) DAVEY & WILLIAMS; LA TOUR. 1,8; Prep. 1. F30.3.*

Fig. 7. – Epelidosphaeridia spinosa *(COOKSON & HUGHES) DAVEY; LA TOUR. 1,8; Prep. 1. D37.3.*

Fig. 8-9. – Spiniferites ? pterotus *(COOKSON & EISENACK) SARJEANT; LA TOUR. 0,8; Prep. 1. 016.4.*

Fig. 10. – Microdinium ? crinitum *DAVEY; LA TOUR. 0,8; Prep. 1. H22.*

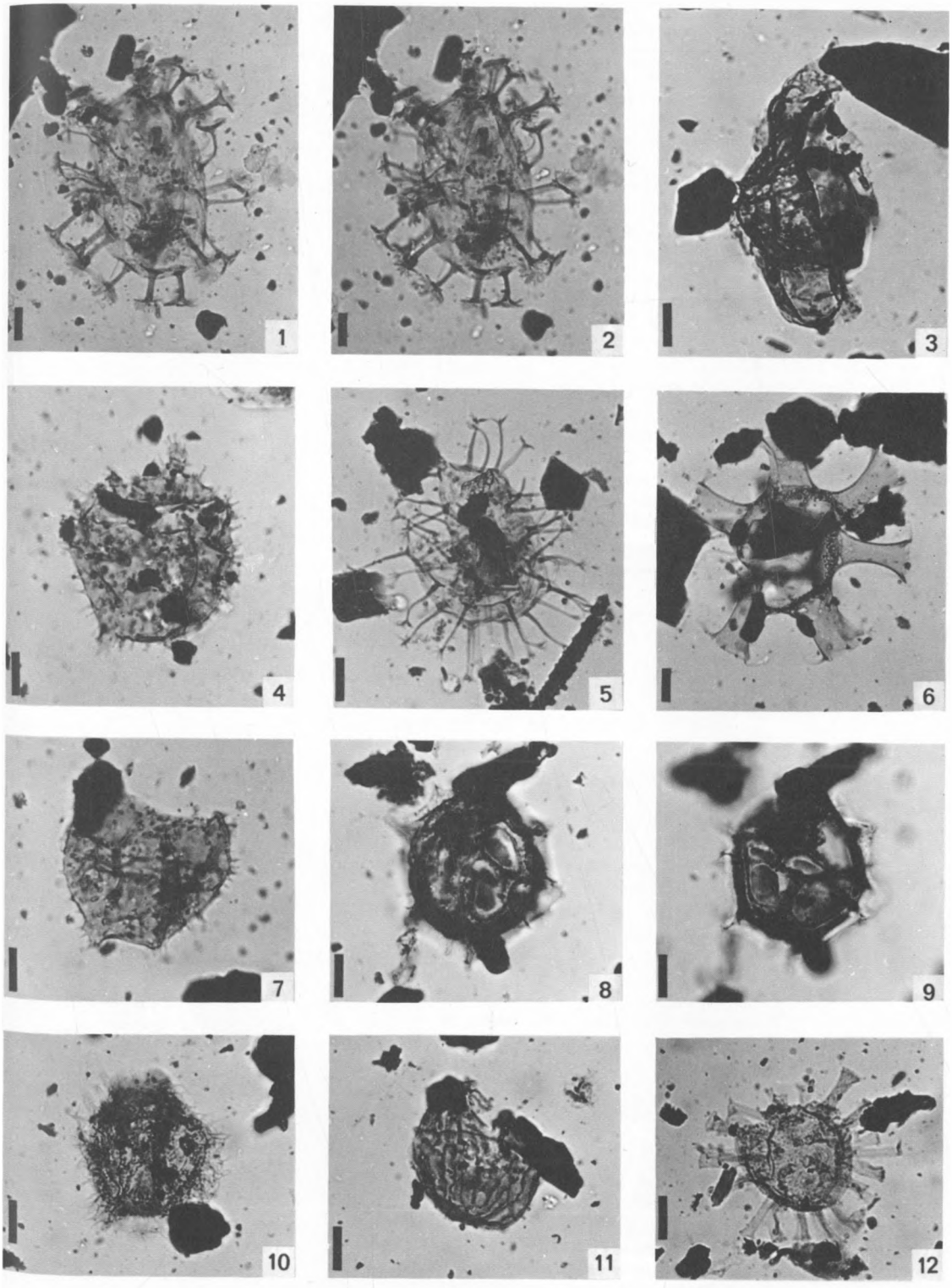
Fig. 11. – Ellipsodinium rugulosum *CLARKE & VERDIER; LA TOUR. 0,8; Prep. 1. N31.*

Fig. 12. – Polysphaeridium laminaspinosum *DAVEY & WILLIAMS. FONT. 8; Prep. 1. F36.1.*

---

* Pour chaque spécimen figuré ont été notés :
1) La provenance de l'échantillon et son numéro : LA TOUR. 1,8 (= carrière de La Tourte, cf. Fig. 3).
2) Le numéro de la préparation : Prép. 1 (Toutes les préparations sont déposées au Laboratoire de Palyno-Planctologie de la Société Nationale Elf Aquitaine, à Boussens, 31360 Saint-Martory).
3) Le repérage à l'aide du Repéreur England : S20.3.
La longueur de trait situé dans le coin inférieur gauche de chaque figure représente 10 micromètres.

* *The following data have been added for each specimen :*
1) The depth of the sample : e.g. LA TOUR. 1,8 (= quarry La Tourte; see Fig. 3).
2) The number of the preparation, if necessary (slides are deposited at the Laboratoire de Palyno-Planctologie de la Société Nationale Elf Aquitaine, at Boussens, 31360 Saint-Martory).
3) Coordinates with England 11.
The bar on each photograph represents 10 microns.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Ostracodes turoniens de Civray-de-Touraine

Tous les spécimens photographiés proviennent du sondage de Civray-de-Touraine

Grossissements approximatifs :

Fig. 1-2. – *Golcocythere turonensis* n. sp. – niveau 18,75 m.
1 : valve gauche (holotype);
2 : carapace, vue latérale droite. ×63

Fig. 3. – *Veenia* sp. 15 – niveau 15,50 m.
carapace, vue latérale gauche. ×52

Fig. 4-5. – *Imhotepia* sp. 81 – niveau 81,20 m.
4 : carapace, vue latérale gauche. ×52
5 : carapace, vue latérale droite. ×63

Fig. 6-7-8. – *Cythereis (Rehacythereis) civrayensis* n. sp. – niveau 101,30 m.
6 : carapace, vue dorsale;
7 : valve gauche;
8 : carapace, vue latérale droite (holotype). ×63

Fig. 9-10. – *Cythereis (Rehacythereis)* aff. *fournetensis* DAMOTTE – niveau 87 m.
9 : valve droite;
10 : valve gauche.

Fig. 11. – *Spinoleberis petrocorica* (DAMOTTE) – niveau 70 m.
valve gauche. ×63

Fig. 12-13. – *Trachyleberidea geinitzi* (REUSS) *sensu* BABINOT 1980
12 : carapace, vue latérale gauche, niveau 70 m. ×70
13 : carapace, vue latérale gauche, niveau 87 m. ×63

Fig. 14-15-16. – *Veenia donzei* BABINOT
14 : carapace, vue dorsale, niveau 13,50 m;
15 : valve gauche, niveau 19,40 m;
16 : carapace, vue latérale droite, niveau 13,50 m. ×52

Turonian Ostracodes from Civray-de-Touraine

All figured specimens are from the Civray-de-Touraine well

Approximate magnifications :

Fig. 1-2. – Golcocythere turonensis *n. sp.* – *level 18,75 m.*
1 : left valve (holotype);
2 : carapace, right lateral view. ×*63*

Fig. 3. – Veenia *sp. 15* – *level 15,50 m.*
carapace, left lateral view. ×*52*

Fig. 4-5. – Imhotepia *sp. 81* – *level 81,20 m.*
4 : carapace, left lateral view. ×*52*
5 : carapace, right lateral view. ×*63*

Fig. 6-7-8. – Cythereis (Rehacythereis) civrayensis *n. sp.* – *level 101,30 m.*
6 : carapace, dorsal view;
7 : left valve;
8 : carapace, right lateral view (holotype). ×*63*

Fig. 9-10. Cythereis (Rehacytherels) *aff.* fournetensis *DAMOTTE* – *niveau 87 m.*
9 : right valve;
10 : left valve.

Fig. 11. – Spinoleberis petrocorica *(DAMOTTE)* – *level 70 m.*
Left valve. ×*63*

Fig. 12-13. – Trachyleberidea geinitzi *(REUSS)* sensu *BABINOT 1980*
12 : carapace, left lateral view, level 70 m. ×*70*
13 : carapace, left lateral view, level 87 m. ×*63*

Fig. 14-15-16. – Veenia donzei *BABINOT*
14 : carapace, dorsal view, level 13,50 m;
15 : left valve, level 19,40 m;
16 : carapace, right lateral view, level 13,50 m. ×*52*

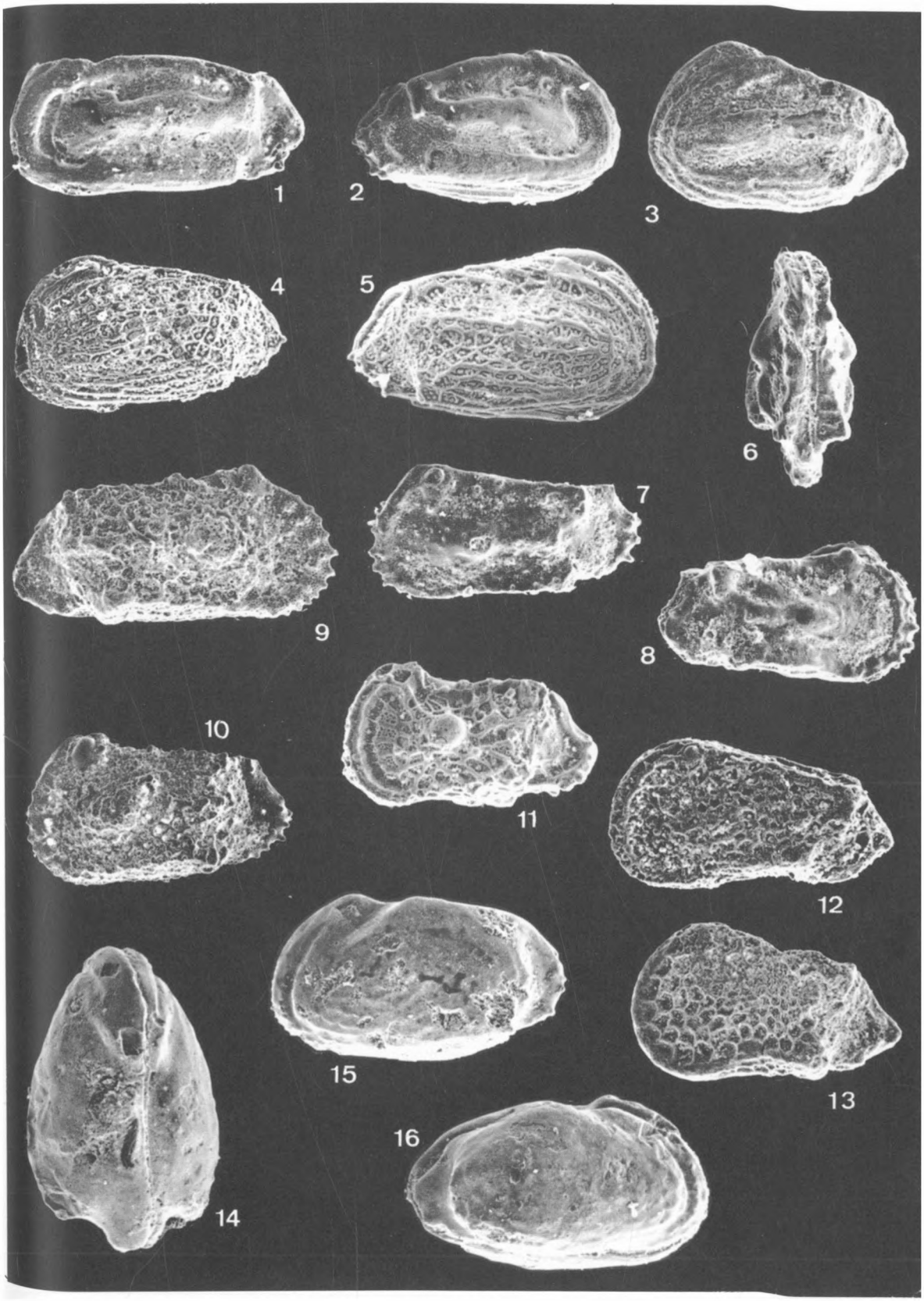

1
2
3
4
5
6
7
9
8
10
11
12
15
13
14
16

PLANCHE PLATE 13

Quelques Foraminifères planctoniques turoniens du sondage de Civray-de-Touraine

Tous les spécimens sont présentés avec le même grossissement
(segment blanc = 100 μm); a = face spirale; b = profil; c = face ombilicale

Fig. 1. – *Praeglobotr. ?, Whitein. ? praehelvetica* (TRUJILLO); CIVRAY 87 m; « Craie à Inocérames »; Turonien inférieur.

Fig. 2. – *Helvetoglobotruncana helvetica* (BOLLI); CIVRAY 71 m; base du Tuffeau de Bourré; l'unité lithologique 9 du sondage contient d'assez nombreux exemplaires de cette espèce se rapprochant beaucoup des formes présentes dans le Saumurois vers le sommet de l'ensemble C.

Fig. 3. – *H. helvetica* (BOLLI); CIVRAY 70 m; Tuffeau de Bourré; exemplaire à carène bien individualisée, dernières loges disposées en escalier.

Fig. 4. – *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA); CIVRAY 81,80 m; partie supérieure de la « Craie à Inocérames ».

Some Turonian planktonic Foraminifera from the Civray-de-Touraine well

All specimens are presented with the same magnification
(scale bar = 100 μm); a = spiral view; b = lateral view; c = Umbilical view

Fig. 1. – "Craie à Inocérames"; Lower Turonian.

Fig. 2. – Base of the "Tuffeau de Bourré"; lithological unit 9 from well yields numerous specimens close to the forms observed near the uppermost part of "ensemble C" in the Saumurois.

Fig. 3. – Tuffeau de Bourré. Specimen with a well-defined keel, final chambers in steps.

Fig. 4. – Upper part of "Craie à Inocérames".

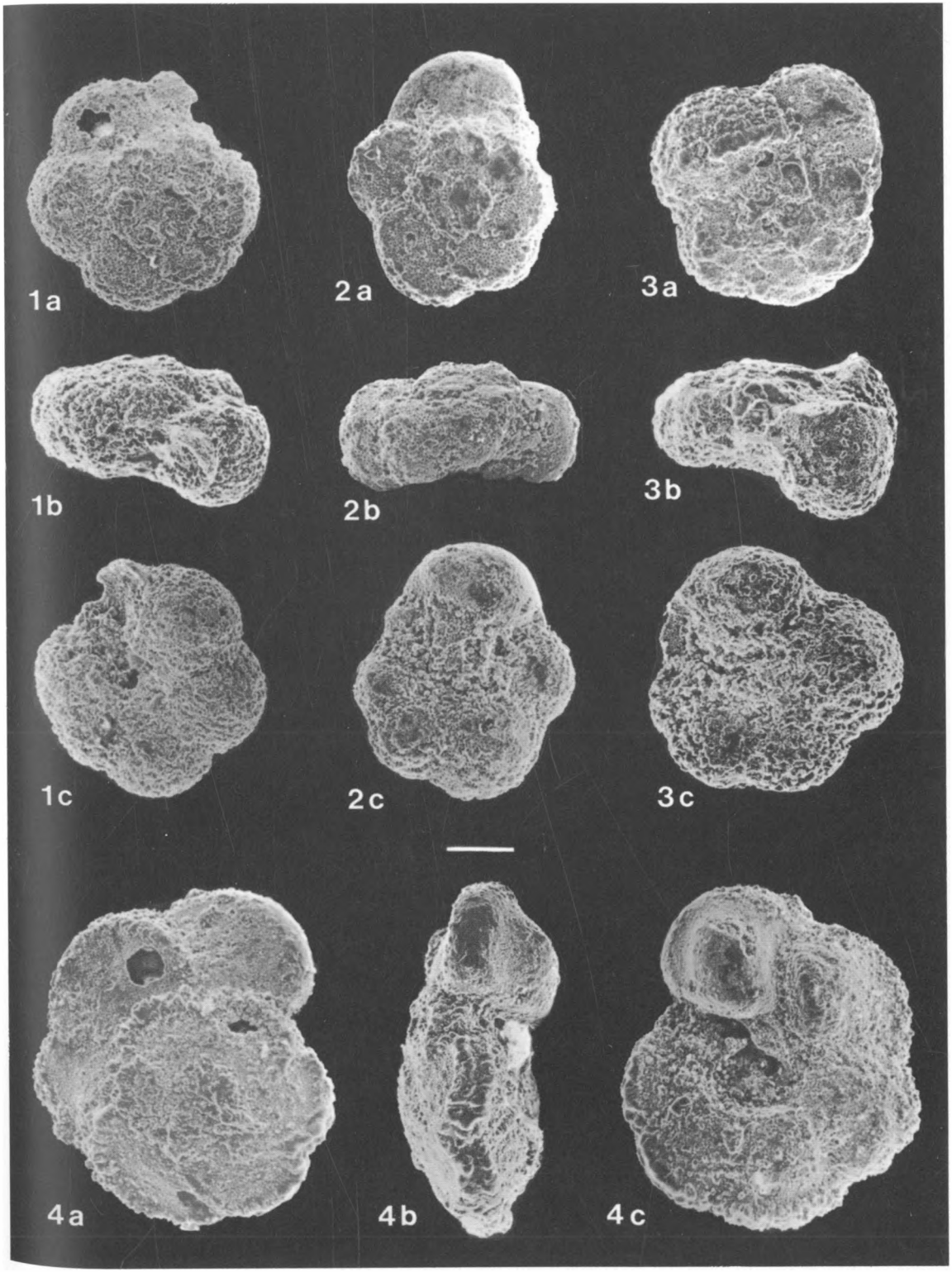

1a
2a
3a
1b
2b
3b
1c
2c
3c
4a
4b
4c

PLANCHE PLATE 14

Nannofaciès des principales formations turoniennes du sondage de Civray-de-Touraine

Longueur du trait noir : 10μm

Fig. 1. – Faciès « Craie à Inocérames » (éch. 105)
Lamelles d'argile enrobant les coccolithes; un *Zygodiscus* isolé est visible sur un gros cristal de quartz.
Turonien basal.

Fig. 2. – Faciès « Craie à Inocérames » (éch. 105)
Un rhabdolithe et des coccolithes ayant subi une dissolution partielle sont associés à des rhomboèdres de calcite.
Turonien basal.

Fig. 3. – Faciès « Craie à Inocérames » (éch. 78)
On distingue un *Eiffelithus* dans un ciment composé de particules globuleuses provenant en partie de la destruction de Coccolithes et de Pithonelles.
Turonien inférieur.

Fig. 4. – Faciès « Tuffeau de Bourré » (éch. 69)
Sphérules de cristobalite-tridymite et Coccolithes brisés, mélangés à des lamelles d'argile.
Turonien moyen.

Fig. 5. – Faciès « Tuffeau de Bourré » (éch. 69)
Pithonella cf. *sphaerica* associée à des Coccolithes agglomérés à de l'argile.
Turonien moyen.

Fig. 6. – Faciès « Tuffeau de Bourré » (éch. 69)
Groupe de Pithonelles laissant apparaître dans les interstices quelques Coccolithes et cristaux.
Turonien moyen.

Fig. 7. – Faciès « Tuffeau de Bourré » (éch. 59,5)
Association de Pithonelles et de sphérules de cristobalite, coincées dans une fissure, entre quelques rhomboèdres et de fines particules secondaires.
Turonien moyen.

Fig. 8. – Faciès « Tuffeau de Bourré » (éch. 595)
Détail de la structure de deux lepisphères de cristobalite.
Un *Watznaueria* est posé sur une des sphères.
Turonien moyen.

Fig. 9. – Faciès « Tuffeau de Bourré » (éch. 69)
Groupe de sphérules de cristobalite enrobées partiellement de lamelles d'argile auxquelles se mêlent des Coccolithes et de fines particules calcaires.
Turonien moyen.

Fig. 10. – Faciès « Tuffeau jaune » (éch. 16,5)
Développement d'un gros cristal de quartz entre d'autres particules à contours anguleux. Absence de Coccolithes.
Turonien supérieur.

Fig. 11. – Faciès « Tuffeau jaune » (éch. 16,5)
Coccolithes fragmentés, altérés, noyés dans des particules secondaires globuleuses provenant de la diagénèse.
Turonien supérieur.

Fig. 12. – Faciès « Tuffeau jaune » (éch. 16,5)
Un *Zygodiscus* à peine reconnaissable en raison de la dissolution est associé à des particules secondaires et à d'autres cristaux.
Turonien supérieur.

Nannofacies of the main Turonian formations in the Civray-de-Touraine well

The bar on each picture represents 10 microns

Fig. 1. – *"Craie à Inocérames" facies (sample 105)*
Clay laminae coating the Coccoliths; an isolated Zygodiscus *may be seen on a large quartz crystal.*
Basal Turonian.

Fig. 2. – *"Craie à Inocérames" facies (sample 105)*
A rhabdolith and Coccoliths having undergone partial dissolution are joined to calcite rhombohedrons.
Basal Turonian.

Fig. 3. – *"Craie à Inocérames" facies (sample 78)*
An Eiffelithus *may be seen in a cement made up of globular particles resulting from the destruction of Coccoliths and* Pithonella.
Lower Turonian.

Fig. 4. – *"Tuffeau de Bourré" facies (sample 69)*
Cristobalite-tridymite spherules and broken Coccoliths mixed with clay laminae.
Middle Turonian.

Fig. 5. – *"Tuffeau de Bourré" facies (sample 69)*
Pithonella *cf.* sphaerica *joined to Coccoliths agglomerated to clay.*
Middle Turonian.

Fig. 6. – *"Tuffeau de Bourré" facies (sample 69)*
Group of Pithonella *showing some Coccoliths and crystals in the interstices.*
Middle Turonian.

Fig. 7. – *"Tuffeau de Bourré" facies (sample 59,5)*
Association of Pithonella *and cristobalite spherules wedged in a fissure among several rhombohedrons and some fine secondary particles.*
Middle Turonian.

Fig. 8. – *"Tuffeau de Bourré" facies (sample 595)*
Structure of two cristobalite lepispheres. Note Watznaueria *on one of the spheres.*
Middle Turonian.

Fig. 9. – *"Tuffeau de Bourré" facies*
Group of cristobalite spherules partially coated with clay laminae mixed with Coccoliths and fine calcareous particles.
Middle Turonian.

Fig. 10. – *"Tuffeau jaune" faciès (sample 16,5)*
Development of a large quartz crystal among other angular particles. Absence of Coccoliths.
Upper Turonian.

Fig. 11. – *"Tuffeau jaune" facies (sample 16,5)*
Badly-preserved, broken Coccoliths, embedded in globular secondary particles resulting from the diagenesis.
Upper Turonian.

Fig. 12. – *"Tuffeau jaune" facies (sample 16,5)*
A Zygodiscus, *hardly recognisable owing to dissolution is joined to secondary particles and to other crystals.*
Upper Turonian.

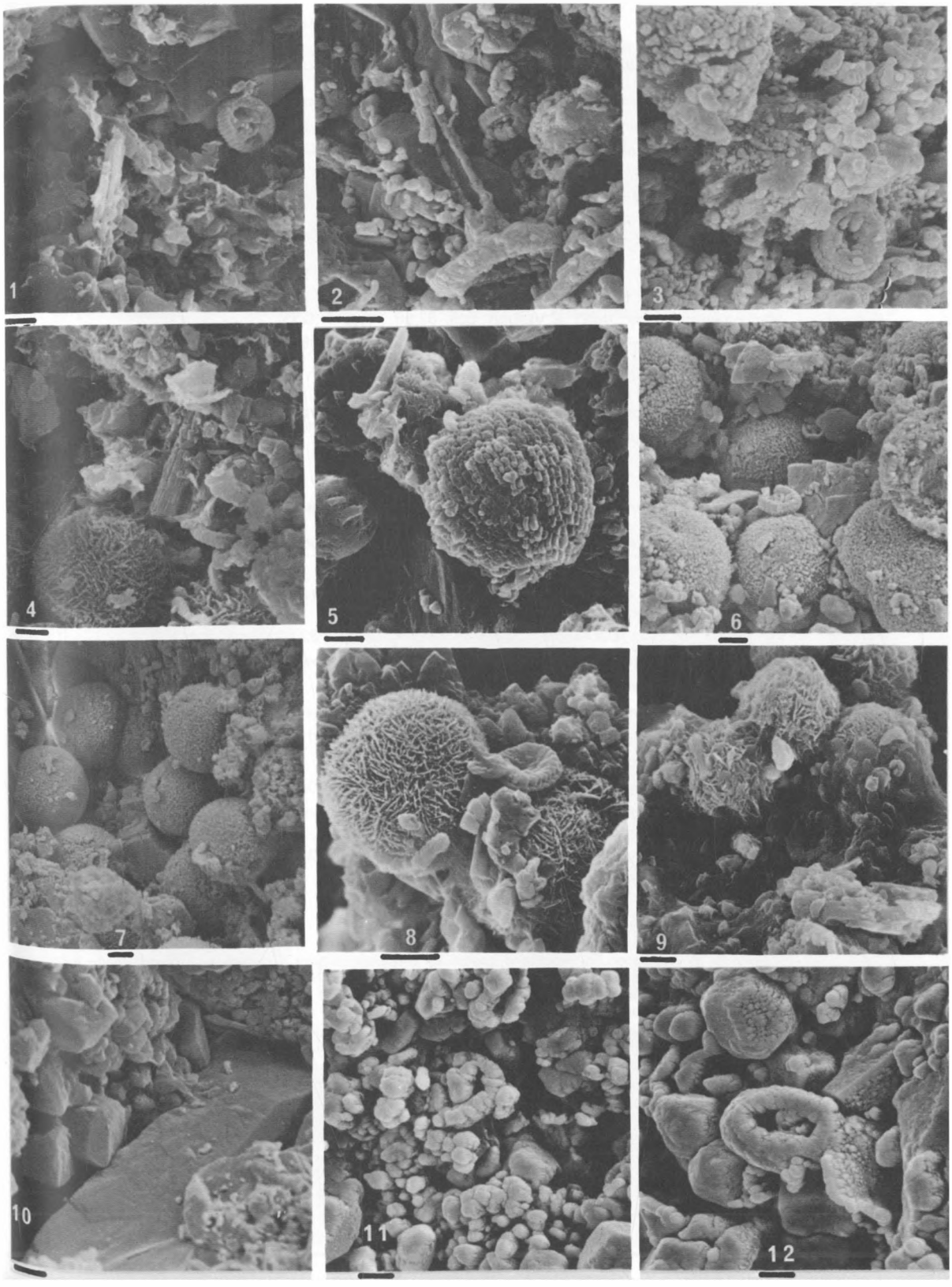

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

PLANCHE 15
PLATE

Dinoflagellés turoniens du sondage de Civray-de-Touraine

Fig. 1. – *Bacchidinium polypes* (COOKSON & EISENACK) DAVEY, subsp. *polypes*. Ech. 108,45. E15 + F15*.

Fig. 2. – *Senoniasphaera rotundata* CLARKE & VERDIER. Ech. 82,50. Prép. 1. G17. Archéopyle apical.

Fig. 3. – *Callaiosphaeridium asymmetricum* (DEFLANDRE & COURTEVILLE) DAVEY & WILLIAMS. Ech. 82,50. Prép. 1. F27.2. Très bel exemplaire en vue latérale.

Fig. 4. – *Florentinia clavigera* (DEFLANDRE) DAVEY & VERDIER. Ech. 82,50. Prép. 1. H35.2.

Fig. 5. – *Xiphophoridium alatum* (COOKSON & EISENACK) SARJEANT. Ech. 82,50. Prép. 1. M18.

Fig. 6. – *Florentinia cooksoniae* (SINGH) DUXBURY. Ech. 25. Prép. 1. 017.2.

Fig. 7. – *Kleithriasphaeridium readei* (DAVEY & WILLIAMS) DAVEY & VERDIER. Ech. 103, 50. Prép. 1. F32.

Fig. 8. – *Hystrichostrogylon membraniphorum* AGELOPOULOS. Ech. 103,50. Prép. 1, L39.2.

Fig. 9. – *Silicisphaera buspina* DAVEY & VERDIER. Ech. 82,50. Prép. 1. D35.

Fig. 10. – *"Cleistosphaeridium" huguoniotii* (VALENSI) DAVEY. Ech. 108,45. 016.2.

Fig. 11. – *Ellipsodinium rugulosum* CLARKE & VERDIER. Ech. 82,50. Prép. 1. F24.3. Archéopyle précingulaire visible latéralement.

Fig. 12. – *Microdinium cf. ornatum* COOKSON & EISENACK. Ech. 82,50. Prép. 1. D15.4.

Fig. 13. – *Cyclopsiella* sp. (Acritarche). Ech. 50. Prép. 1. E42.

Turonian Dinoflagellates in the Civray-de-Touraine well

Fig. 1. – Bacchidinium polypes *(COOKSON & EISENACK) DAVEY, subsp.* polypes. *Sample 108,45. E15 + F15*.*

Fig. 2. – Senoniasphaera rotundata *CLARKE & VERDIER. Sample 82,50. Prep. 1. G17. Apical archeopyle.*

Fig. 3. – Callaiosphaeridium asymmetricum *(DEFLANDRE & COURTEVILLE) DAVEY & WILLIAMS. Sample 82,50. Prep. 1. F27.2. Lateral view.*

Fig. 4. – Florentinia clavigera *(DELFANDRE) DAVEY & VERDIER. Sample 82,50. Prep. 1. H35.2.*

Fig. 5. – Xiphophoridium alatum *(COOKSON & EISENACK) SARJEANT. Sample 82,50. Prep. 1. M18.*

Fig. 6. – Florentinia cooksoniae *(SINGH) DUXBURY. Sample 25. Prep. 1. 017.2.*

Fig. 7. – Kleithriasphaeridium readei *(DAVEY & WILLIAMS) DAVEY & VERDIER. Sample 103, 50. Prep. 1. F32.*

Fig. 8. – Hystrichostrogylon membraniphorum *AGELOPOULOS. Sample 103,50. Prep. 1, L39.2.*

Fig. 9. – Silicisphaera buspina *DAVEY & VERDIER. Sample 82,50. Prep. 1. D35.*

Fig. 10. – "Cleistosphaeridium" huguoniotii *(VALENSI) DAVEY. Sample 108,45. 016.2.*

Fig. 11. – Ellipsodinium rugulosum *CLARKE & VERDIER. Sample 82,50. Prep. 1. F24.3. Precingular archeopyle in lateral view.*

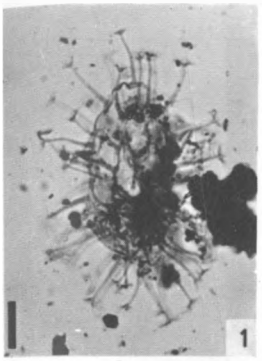
Fig. 12. – Microdinium cf. ornatum *COOKSON & EISENACK. Sample 82,50. Prep. 1. D15.4.*

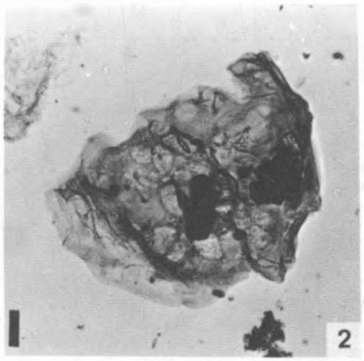
Fig. 13. – Cyclopsiella *sp. (Acritarche). Sample 50. Prep. 1. E42.*

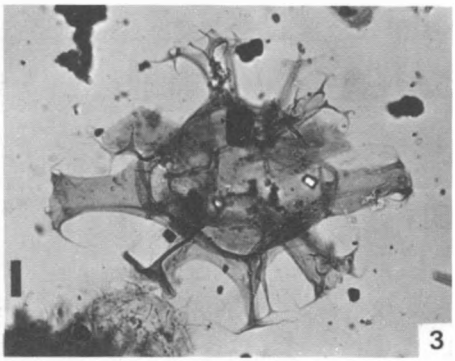
---

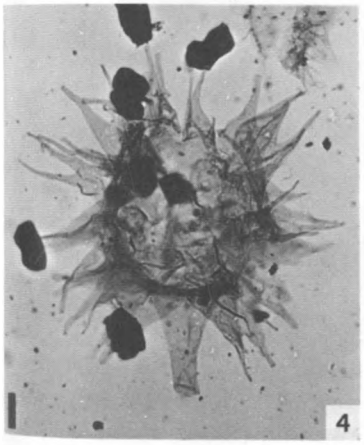
* Pour chaque spécimen figuré ont été notés :
1) la cote de l'échantillon : Ech. 108,45.
2) Le numéro de la préparation, si nécessaire (toutes les préparations sont déposées au Laboratoire de Palyno-Planctologie de la Société Nationale Elf-aquitaine, à Boussens, 31360 Saint-Martory).
3) Le repérage à l'aide du Repéreur England : E15 + F15.
La longueur du trait situé dans le coin inférieur gauche de chaque figure représente 10 micromètres.

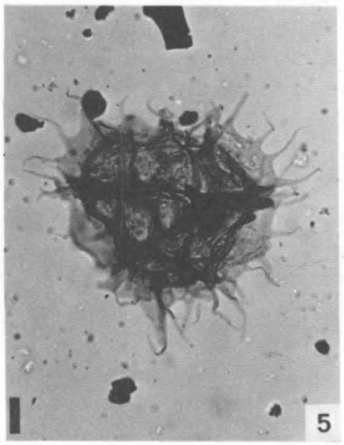
* *The following data have been added for each specimen :*
1) The depth of the sample : e.g. sample 108,45.
2) The number of the preparation, if necessary (slides are deposited at the Laboratoire de Palyno-Planctologie de la Société Nationale Elf Aquitaine, at Boussens, 31160 Saint-Martory).
3) Coordinates with England 11.
The bar on each photograph represents 10 microns.

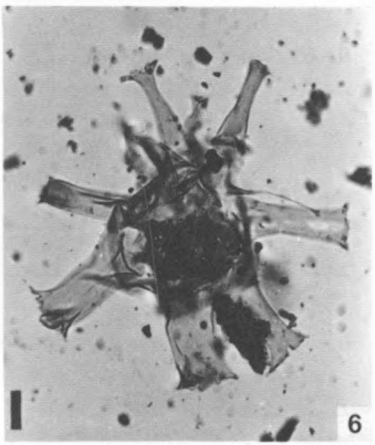

1

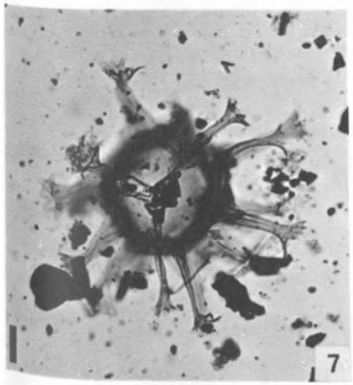

2

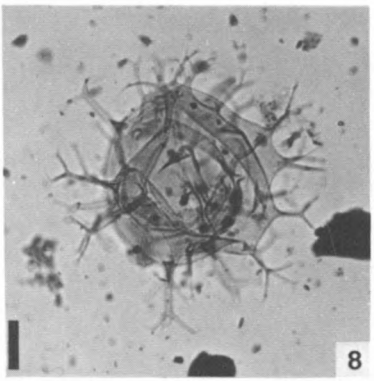

3

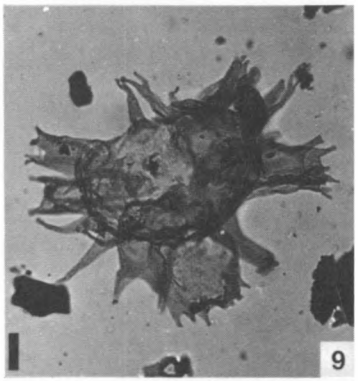

4

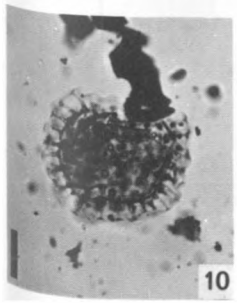

5

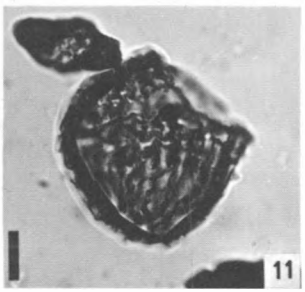

6

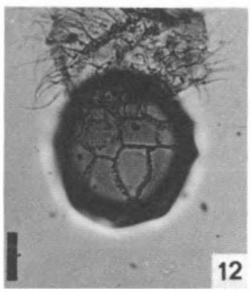

7


8


9


10


11


12

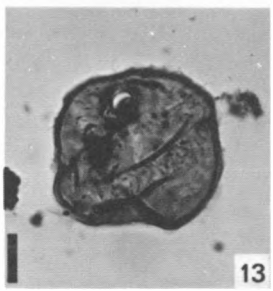
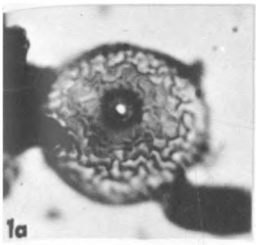
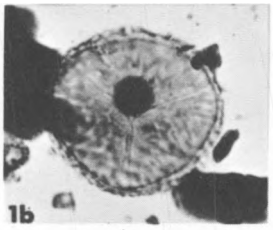

13

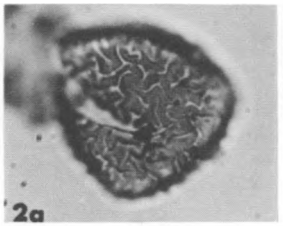
PLANCHE 16
PLATE 16

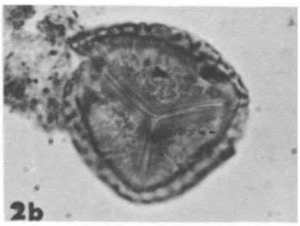
× 800 sauf indications contraires
× 800 unless otherwise stated

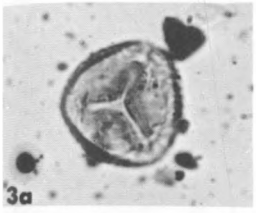
Fig. 1 a-b. – *Camarozonosporites* sp. 2.
Fig. 2 a-b. – *Camarozonosporites* sp. 1.
Fig. 3 a-b. – *Camarozonosporites* sp. 3.
Fig. 4. – *Stereisporites antiquasporites* (WILSON & WEBSTER) DETTMANN, 1963.
Fig. 5. – *Retitriletes pluricellulus* PIERCE, 1961 (× 500).
Fig. 6. – *Appendicisporites* sp. 1 (× 500).
Fig. 7. – *Striatriletes coronarius* PIERCE, 1961.
Fig. 8. – *Stereisporites regium* (DROZHASTCHICH) DRUGG, 1967 (× 500).
Fig. 9. – Spore trilète non déterminée (× 500). *Indeterminate trilete spore.*
Fig. 10. – *Sestrosporites pseudoalveolatus* (COUPER) DETTMANN, 1963.
Fig. 11. – *Classopollis* sp.
Fig. 12. – *Extratriporopollenites* sp. 1.
Fig. 13. – *Vadaszisporites* aff. *urkuticus* (DEAK) DEAK & COMBAZ, 1967.
Fig. 14. – Normapolle n° 2.
Fig. 15. – Normapolle n° 6.
Fig. 16. – Normapolle n° 7.
Fig. 17 a-b. – Normapolle n° 5.
Fig. 18 a-b. – Normapolle n° 4.
Fig. 19 a-b. – Normapolle n° 3.

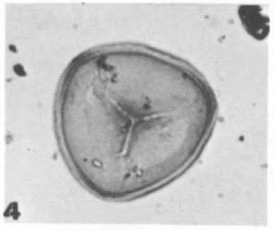

1a

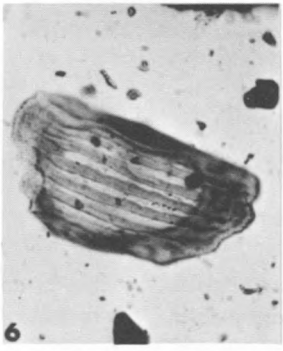

1b

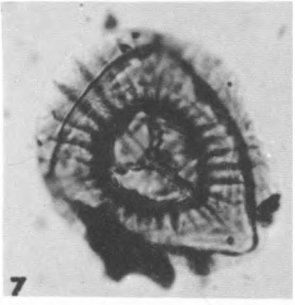

2a

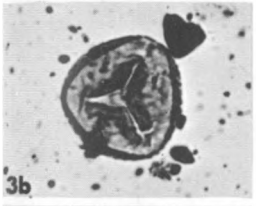

2b

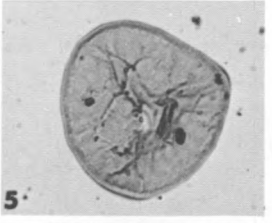

3a


4

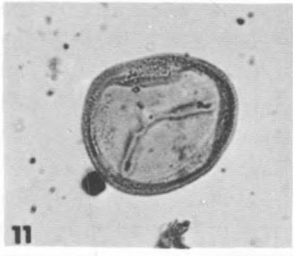

6


7


3b

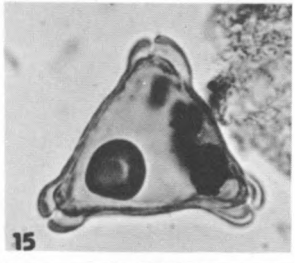

5

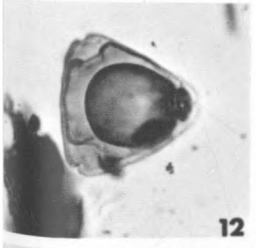

10

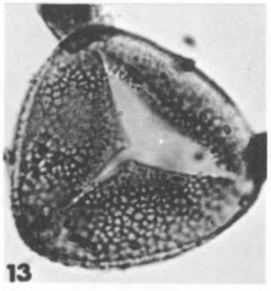

11

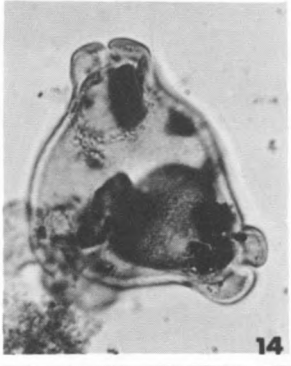

8

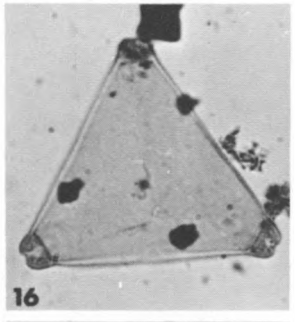

9

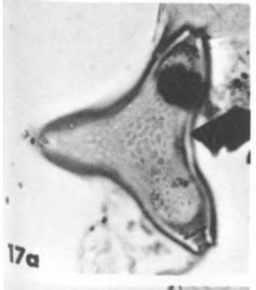

15

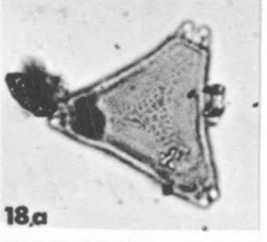

12

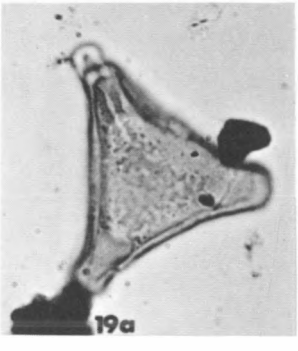

13

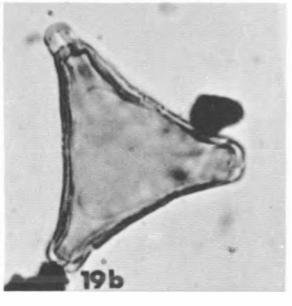

14

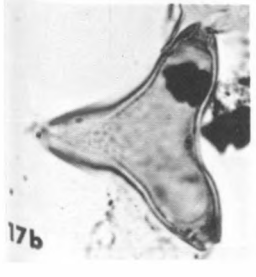

16


17a


18a


19a


19b


17b

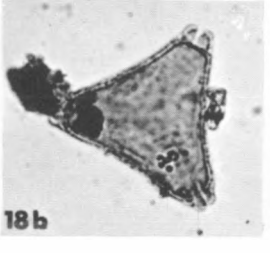

18b

PLANCHE 17
PLATE 17

× 800

Fig. 1 a-b, 2. – *Complexiopollis (Turonipollis)* cf. *christae* VAN AMEROM, 1965.
Fig. 3, 6 a-b, 7 a-b. – *Complexiopollis* cf. *complicatus* GOCZAN, 1964.
Fig. 4, 5. – *Complexiopollis* sp. 1.
Fig. 8 a-b, 11. – *Complexiopollis* cf. sp. 6 MEDUS *et al.*, 1980.
Fig. 9. – *Complexiopollis* sp. 2.
Fig. 10 a-b. – *Complexiopollis* sp. A TCHUDY, 1973.
Fig. 12-16. – Normapolle non déterminé.
Fig. 13-14. – *Complexiopollis* cf. sp. 4 CHRISTOPHER, 1979.
Fig. 15. – *Complexiopollis* cf. *vancampoae* DINIZ, KEDVES & SIMONCSICS, 1974.
Fig. 17 a-b. – *Complexiopollis* sp. 3.
Fig. 18 a-b. – *Complexiopollis helmigii* (VAN AMEROM) SOLE DE PORTA, 1977.
Fig. 19-20. – Normapolle n° 8.

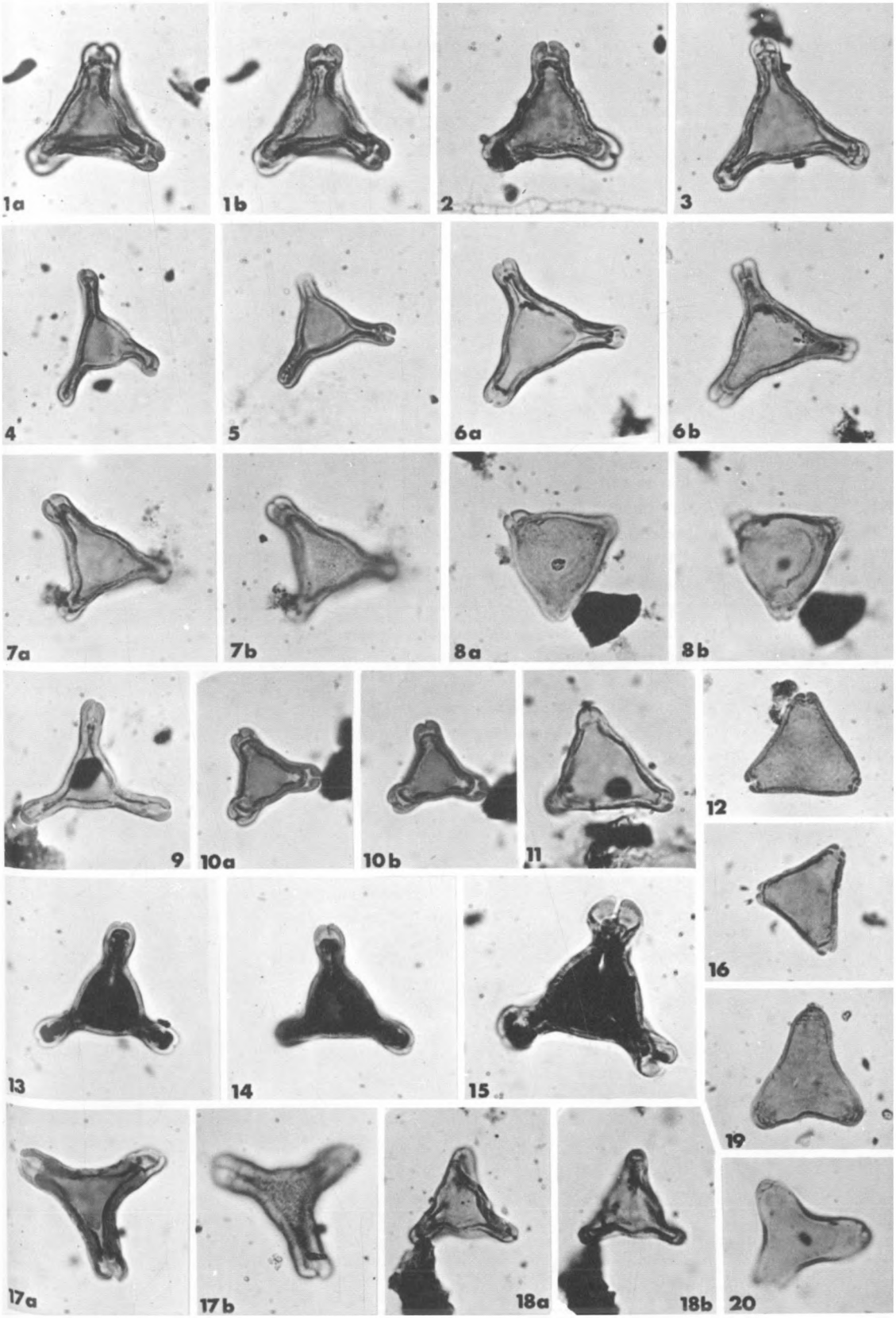
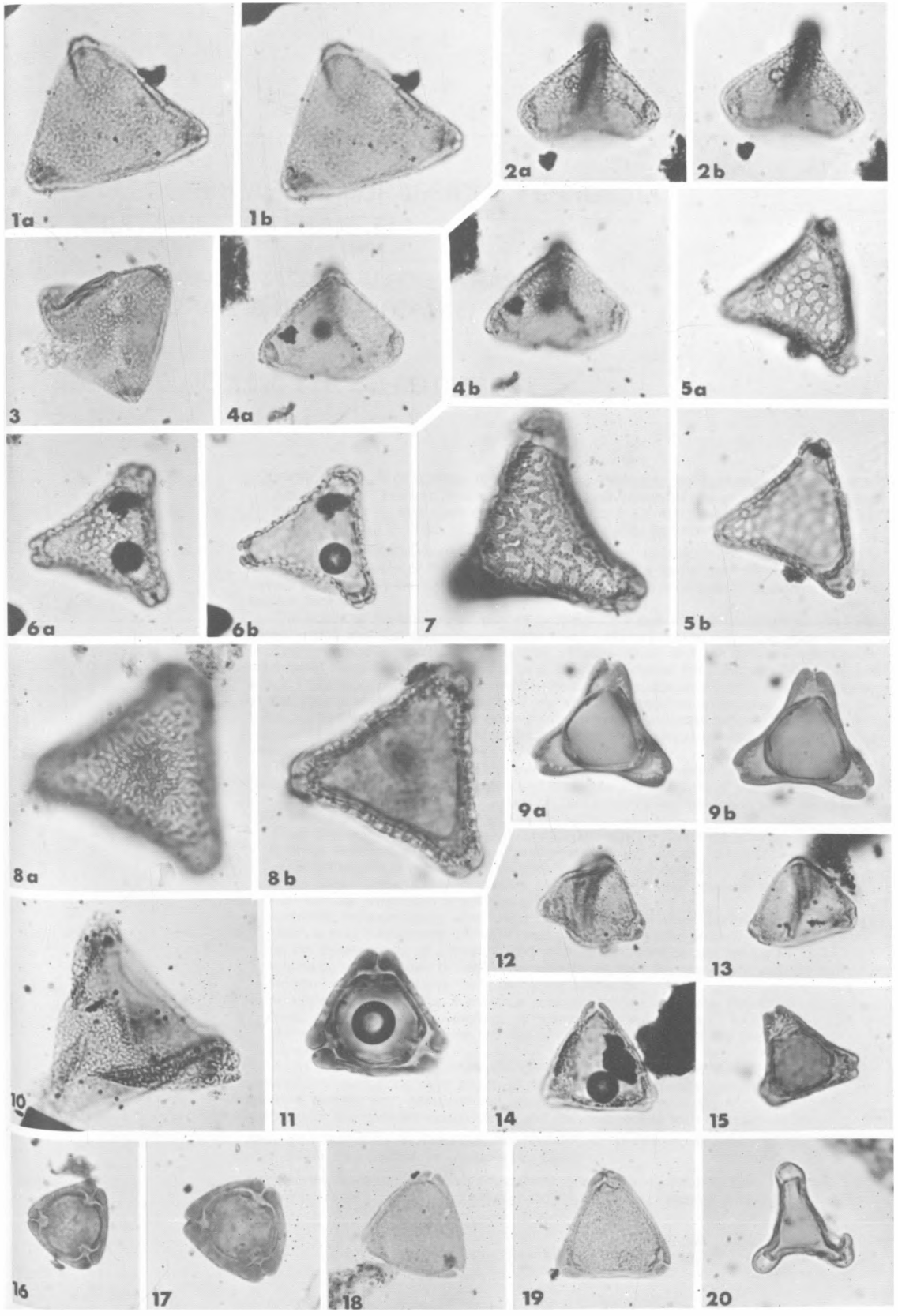

1a
1b
2
3
4
5
6a
6b
7a
7b
8a
8b
9
10a
10b
11
12
16
13
14
15
19
17a
17b
18a
18b
20

PLANCHE PLATE 18

× 800

Fig. 1 a-b, 3. – *Atlantopollis* sp. 1.
Fig. 2 a-b, 4 a-b. – *Atlantopollis* sp. 2.
Fig. 5 a-b, 6 a-b. – *Atlantopollis reticulatus* KRUTZSCH, 1967.
Fig. 7. – *Atlantopollis* sp. 4.
Fig. 8 a-b. – *Atlantopollis* sp. 3.
Fig. 9 a-b. – *Vacuopollis* sp. 7 MEDUS *et al.*, 1980.
Fig. 10. – *Atlantopollis* sp.
Fig. 11. – *Trudopollis* sp. 1.
Fig. 12-13. – Normapolle n° 1.
Fig. 14. – *? Extratriporopollenites* cf. *emaciatus* SKARBY, 1968.
Fig. 15. – *Vacuopollis* sp. 1.
Fig. 16. – *Trudopollis* sp. 2.
Fig. 17. – *Trudopollis* cf. *parvotrudens* PFLUG, 1953.
Fig. 18-19. – *? Extratriporopollenites* cf. *emaciatus* SKARBY, 1968.
Fig. 20. – *Interporopollenites* sp. 1 MEDUS *et al.*, 1980.


1a
1b
2a
2b
3
4a
4b
5a
6a
6b
7
5b
8a
8b
9a
9b
12
13
10
11
14
15
16
17
18
19
20