

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCI

1971

1^{er} trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Extraits des Statuts

ARTICLE 2.

— Cette Société a pour objet de concourir à l'avancement de la géologie en général, et particulièrement de la géologie de la région du Nord de la France.

— La Société se réunit de droit une fois par mois, sauf pendant la période des vacances. Elle peut tenir des séances extraordinaires décidées par le Conseil d'Administration.

ARTICLE 5.

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre au cours de la séance suivante.

Extraits du Règlement intérieur

§ 7. — Les Annales et leur supplément constituent le compte rendu des séances.

§ 13. — L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un même auteur, comptées du 1^{er} Avril au 31 Mars suivant, ne peut dépasser le total de 10 pages, 1 planche phototypie équivalent à 4 pages de texte, 1 planche simili à 2 pages de texte (1).

Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues.

§ 17. — Les notes et mémoires originaux (texte et illustration) communiqués à la Société et destinés aux Annales doivent être remis au Secrétariat le jour même de leur présentation. A défaut de remise dans ce délai, ces communications prennent rang dans une publication postérieure.

§ 18. — Les Mémoires sont publiés par fascicules après décision du Conseil.

Avertissement

La Société Géologique du Nord ne peut en aucun cas être tenue pour responsable des actes ou des opinions de ses membres.

Tirages à part

Conformément au paragraphe 14 du Règlement Intérieur (Tome LXXXI, p. 12), les tirages à part sont à la charge des auteurs qui doivent en faire par écrit la déclaration expresse en tête des épreuves du bon à tirer.

Cotisation : 35 F. pour les personnes physiques. — 65 F. pour les personnes morales.

Etranger : 40 F. pour les personnes physiques. — 70 F. pour les personnes morales.

Abonnement annuel : 80 F.

Pour tous renseignements et abonnement, s'adresser à :

M. le Secrétaire de la Société, Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59-Villeneuve d'Ascq

Compte Chèques Postaux : Lille 5247 — Téléphone : 52.14.20 ou 52.02.10

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Compte Chèques Postaux : Lille 5247

Tomes I à X (<i>reste Tome X</i>)	54,00 F.
Tomes XI à XLVI (<i>sauf XV, XXXVI, XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XLI, XLII, XLIII, XLV épuisés</i>)	54,00 F.
Tomes XLVII à LI	épuisés
Tomes LII à LXVII (<i>sauf LVI, LVII épuisés, LXIV disparu</i>)	60,00 F.
Tomes LXVIII à LXX	55,00 F.
Tomes LXXI à LXXXIII	60,00 F.
Tomes LXXXIV et suivants	65,00 F.

(1) C'est à la suite du changement de format que le Conseil a établi cette équivalence au cours de sa séance du 6 Janvier 1965.

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCI

1971

1^{er} trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

AU 1^{ER} JANVIER 1971

ALIN Charles, Pharmacien, 43, rue A. Lamendin, 62-Bruay.
ALPERN Boris, Chef des Laboratoires de Pétrographie et Palynologie au C.E.R.C.H.A.R., B.P. 27, 60-Creil.
ANGRAND Jean-Pierre, Maître-Assistant à la Faculté des Lettres, 48, rue Colbert, 59-Lille.
ANSART-LELIEVRE (M^{me}), Allée de Méjanelle, 34-Saint-Clément-la-Rivière.
ARSIGNY, Professeur, 15, rue Cuvelier, 59-Le Cateau.
AVERLAN Michel, 12/21, rue du Maréchal Juin, 59-Mons-en-Barœul.
BABIN Claude, Laboratoire de Géologie, Avenue Le Gorgeu, 29N-Brest.
BACCHUS (M^{me}) Professeur, Impasse de l'Observatoire, 59-Lille.
BALAVOINE Pierre, 2, rue Duméril, 75-Paris (XIII^e).
BARCAT, Ingénieur H.B.N.P.C. au groupe de Valenciennes, rue Charles-Quint, 59-Valenciennes.
* † BARROIS Ch., Membre de l'Institut.
* BARROIS C.E., 10-Fontaine-les-Grès.
* † BARROIS J.
BARTA Laszlo, Laboratoire des Sciences de la Terre, B.P. 347, 51-Reims.
BASSIN ARTOIS PICARDIE, 10, rue Saint-Jacques, 59-Douai.
BATTIAU-QUENOY Yvonne, Assistante, Résidence Citeaux, app. 593, Parc Saint-Maur, 59-Lille.
BAUDET James, Hérouville, 95-Pontoise.
BAZOT Gérard, Service Géologique, B.P. 322, Tananarive (Madagascar).
BEAUMONT Claude, Directeur Général Adjoint du B.R.G.M., 3, Avenue Sainte-Marie, 92-Chaville.
BEAUVAIS Marcel, Chef de Travaux à la Sorbonne, 8, rue des Anglais, 91-Massy.
BEAUVILLAIN Jean-Claude, 75, rue du Long-Pot, 59-Lille.
BECQ Jean-François, Faculté des Sciences, Géologie Structurale, 91-Orsay.
BELLAIR Pierre, Professeur, 11, Quai Saint-Bernard, 75-Paris (V^e).
BELLEGARDE Roger, Allée des Erables, 33-Dragnignan.
BERGOUNIOUX R.P., Professeur de Géologie à l'Institut Catholique, 31, rue de la Fonderie, 31-Toulouse.
BERKALOFF Eugène, Ingénieur-Géologue au B.R.G.M., 12, rue J. Michelet 93-Epinay.
BERTELOOT, Ingénieur Chimiste, 49, rue d'Arras, 59-Douai.
BERTHOIS Léopold, Docteur ès Sciences, 30, Quai Saint-Cast, 35-Rennes.
BERTIN Albert, route Nationale, 62-Marquion.
BESTEL, Professeur honoraire, 28, rue des Paquis, 08-Moncy-Saint-Pierre.
PEUGNIES Alphonse, Professeur à la Faculté Polytechnique de Mons, rue Houdain, Mons (Belgique).
BEUN Noël, Terdegheem, 59-Steenvoorde.
BIAYS Pierre, Maître de Conférences, Université de Géographie, Faculté des Lettres, rue Auguste-Angellier, 59-Lille.
BIBLIOTHEQUE MUNICIPALE, 32-34, rue Delesalle, 59-Lille.
BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE, Esplanade de la Paix, 14-Caen.
BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE, 1, Place Victor-Hugo, 13-Marseille.
BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE (Sciences), 40, Avenue Recteur Pineau, 86-Poitiers.
BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE, 18, Avenue des Buttes de Coësmes, 35-Rennes.
BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE, 56, rue de Taur, 31-Toulouse.
BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE, Section Sciences, Avenue Poincaré, 59-Villeneuve d'Ascq.
BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE, Cité Universitaire Sainte-Foy, 10-Québec (Canada).

Les noms des Membres à perpétuité sont précédés d'un astérisque, ceux des Membres à vie de deux astérisques.

- BIBLIOTHEQUE Mijnbouwkunde der. T.H. Mijnbouwstraat, 20-Delft (Pays-Bas).
BLANCHET René, 8, Avenue du Bois de la Marche, 92-Vaucresson.
BLANQUART Pierre, 215, Avenue de Rouen, 59-Faches-Thumesnil.
BLIECK Alain, rue Danton, H.L.M., Pavillon Henri Dunant, 59-Loos.
BOGDANSKI M., Immeuble des Instituteurs, Avenue du Golf, 14-Deauville.
BOLOWSKI Andrej, Ulica Reymonta, Krakow, 16 (Pologne).
BONTE Antoine, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille, 71, rue du Maréchal Foch, 59-Marcq-en-Barœul.
BOREL A., Professeur à la Faculté libre de Médecine, 33, rue du Faubourg d'Arras, 59-Lille.
BOUCHUD Jean, 21, Quai Gambetta, 91-Juvisy.
BOULANGER A. (Abbé), Curé d'Andabre, 34-Andabre, par Saint-Gervais.
BOUROZ Alexis, Chef du Service Géologique et Gisement, Charbonnages de France, 184, Avenue de Neuilly, 75-Neuilly-sur-Seine.
BOURROUILH Robert, Maître-Assistant, 11, Quai Saint-Bernard, 75-Paris (V°).
BOUTRY Jean, Abbaye Saint-Paul de Wisques, 62-Saint-Omer.
BRICE Denise, Assistante à la Faculté libre des Sciences de Lille, Route de Fretin, Ennevelin, 59-Pont-à-Marcq.
BROQUET Paul, Maître-Assistant de Géologie, Centre Universitaire de Picardie, 33, rue Saint-Leu, 80-Amiens.
BROUSMICHE Claudine, Assistante au Laboratoire de Géologie Régionale, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.
BRUNEEL Jean-Claude, Résidence les Charmilles, app. 40, 59-Petite-Synthe.
BUISINE Michel, Géologue aux H.B.N.P.C., Groupe de Lens, 50, rue du Pôle Nord, 62-Lens.
CADET Jean-Paul, 10, rue aux Ligneaux, 45-Orléans La Source.
CAIRE André, 3, Allée de la Bièvre, 94-Fresnes.
CARIOU Elie, Institut de Géologie, 40, Avenue Recteur Pineau, 86-Poitiers.
CAVELIER Claude, Centre des Sciences et Techniques B.R.G.M., 45-Orléans La Source.
CAZAT Lucile, 7, rue du Dragon, 75-Paris (V°).
CELET Paul, Professeur de Géologie, 218, rue du Faubourg de Roubaix, 59-Lille.
CENTRE DE RECHERCHE DE SEDIMENTOLOGIE MARINE, Chemin de Villeneuve, Moulin à Vent, 66-Perpignan.
CHALARD Jacques, Ingénieur-Géologue, Chef des Etudes Géologiques aux H.B.N.P.C., 32, r. de la République, 59-Douai.
CHAMBRE DE COMMERCE, 20, rue P. Doumer, 62-Arras.
CHAMBRE DE COMMERCE, Hôtel Consulaire, Quai Gambetta, 62-Boulogne-sur-Mer.
CHAMBRE DE COMMERCE, Place de la République, 59-Cambrai.
CHAMBRE DE COMMERCE Nord-Pas-de-Calais, Palais de la Bourse, 59-Lille.
CHAMBRE DE COMMERCE DE DUNKERQUE, 59-Dunkerque.
CHARBONNAGE DE FRANCE, Service Information, B.P. 39 608, 26, rue de la Baume, 75-Paris (VIII°).
CHARLET J.M., Ingénieur à la Faculté Polytechnique, rue Houdain, Mons (Belgique).
CHARVET J., Maître-Assistant, rue de Champagne, 59-Faches-Thumesnil.
CHAUVE Pierre, Faculté des Sciences, Laboratoire de Géologie, Place Leclercq, 25-Besançon.
CHOTIN Pierre, Instituto de Química Departamento de Geología, Universidad de Concepción, Concepción (Chili).
CLEMENT Bernard, Maître-Assistant, Sciences de la Terre, 20, Avenue de Paris, 59-Faches-Thumesnil.
CLERMONT Jacques, 79, rue Gambetta, 54-Saint-Max.
CLIN Michel, 8, Avenue G. Clemenceau, 33-Bordeaux-Coderan.
COINTEMENT, Ingénieur, 87, rue de Fougères, 35-Rennes.
COLLIGNON M., Général de Division du cadre de réserve, Chemin de Monair, 38-Moirans.
COMPAGNIE GENERALE DES TRAVAUX HYDRAULIQUES (Forages-Sondages), 4, rue Gambetta, 59-St-André.
COMPAGNIE FRANÇAISE DES PETROLES (Métropole), 20, rue Jean-Jaurès, 92-Puteaux.
COMPTOIR TUILIER DU NORD, 117, route Nationale, 59-Marcq-en-Barœul.
**COMTE Pierre, Commissariat à l'Energie Atomique, 69, rue de Varennes, 75-Paris (VII°).
CONRAD Jacqueline, 19, rue Champollion, 75-Paris (V°).
COQUEL Robert, Maître-Assistant de Paléobotanique, 30, rue Monge, 62-Liévin.
CORSIN Paul, Correspondant de l'Institut, Professeur de Paléobotanique, 10, rue du Capitaine Michel, 59-Lille.
CORSIN Paule-M., Maître-Assistante de Paléobotanique, 10 A, rue du Capitaine Michel, 59-Lille.
COURTY Georges, Maître-Assistant, Sciences de la Terre, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.
CROUZEL Fernand, 4, rue des 3 Renards, 31-Toulouse 01.
CUIR Pierre, 7, Avenue du 18 Juin, 59-Ronchin.
CURIEN H., Directeur Général C.N.R.S., 15, Quai A. France, 75-Paris (VII°).

- DALINVAL André, Ingénieur-Géologue, Groupe de Douai des H.B.N.P.C., 18, rue de l'Égalité, 59-Dechy.
- DANGEARD Louis, Professeur, Institut Océanographique, 195, rue St-Jacques, 75-Paris (V^e).
- DANLOUX Joël-Marc, rue du Moulin, 59-Glageon.
- DASSONVILLE, Ingénieur-Géologue, 7 bis, rue des Ursulines, 59-Valenciennes.
- DAVID Louis, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, 393, Cours Emile Zola, 69-Villeurbanne.
- DEBAERE Jean-Pierre, 52, rue Desseaux, 76-Rouen.
- DEBRABANT Christian, H.B.N.P.C., 139, Résidence Les-Treize-Cuincy, 59-Douai.
- DEBRABANT Pierre, Maître de Conférences, 17, rue des Merisiers, 59-Villeneuve d'Ascq.
- DECROUEZ Danièle, 84, Chemin de Courlois, 59-Condé.
- DEFRETIN Christian, Géologue, 1 G 104, La Fontaine des Joncs, rue de Gravigny, 91-Chilly-Mazarin.
- DEFRETIN Simone, Maître-Assistante, 18, rue de Valmy, 59-Lille.
- DEGARDIN Jean-Marie, Assistant, Sciences de la Terre, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.
- DEGROLARD Paul, Chimiste, rue P.E. Janson, 08-Chozy, par Givet.
- ** DEHAY Ch., Professeur à la Faculté de Médecine et Pharmacie à la Cité Hospitalière, 59-Lille.
- DEICHA Georges, Maître de Recherche au C.N.R.S., Laboratoire de Géologie, 50, r. du Mareil, 78-St-Germain-en-Laye.
- DELATTRE Charles, Professeur de Géologie, Faculté des Sciences, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.
- DELBART Robert, 62-Saint-Josse-sur-Mer.
- DELEAU Paul, Professeur Honoraire, Quartier Saint-Pons, 06-Le Rouret.
- DELHAYE René, Pharmacien, 61, rue Saint-Aubert, 62-Arras.
- DELLERY Bernard, B.R.G.M., 16, Boulevard Pèdre, 13-Marseille (VIII^e).
- DELMER A., Ingénieur au Corps des Mines, Service Géologie de Belgique, 16, Av. Col. Daumerie, Bruxelles (Belgique)
- DE MAISTRE, J., 5, Square Henri Delormel, 75-Paris (XIV^e).
- DENIAU Jean, Professeur, Lycée du Nord St-Louis, 13-Marseille (XV^e).
- DEPARDIEU J., Ingénieur E.T.P., 92, Avenue Pasteur, 59-Lambersart.
- DERCOURT Jean, Professeur à la Faculté des Sciences, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.
- DEROO Gérard, Chemin du Clos Saint-Martin, 78-L'Etang-la-Ville.
- DESCHAMPS Guy, 1, rue G. Bizet, 59-Marcq-en-Barœul.
- DESPANQUES H. (Abbé), Professeur aux Facultés Catholiques, 60, Boulevard Vauban, 59-Lille.
- DESPREZ Noël, Ingénieur Géologue au B.R.G.M., Société Géologique du Bassin de Paris, B.P. 6009, 45-Orléans.
- DESRUMEAUX Christian, 57, rue du Brun-Pain, 59-Tourcoing.
- DESTOMBES Jacques, Société Géologique du Maroc, Rabat (Maroc).
- DESTOMPES J.P., Ingénieur Géologue, Petit Poucet, rue d'Angleterre, 62-Ambleteuse.
- DETUNOQ, Les Closages, 14-Villerville.
- DESZWARTE Jean, B.R.G.M., Fort de Lezennes, 59-Lezennes.
- DHORDAIN, Directeur des Quartzitiques de Beaumont-lez-Cousolre, Place de la Gare, 59-Cousolre.
- DIDON Jean, Maître-Assistant, Faculté des Sciences, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.
- ** DOLLE Pierre, Ingénieur Géologue, Chef du Laboratoire Pétrographique de Drocourt, rue Philibert-Robiaud, Chalet 15, 62-Hénin-Liétard.
- DOLOMIES FRANÇAISES, Flaumont-Waudrechies, 59-Avesnes-sur-Helpe.
- DORLODOT Jean, Directeur du Musée Houllier de Louvain, Château de Vieusart, Corroy-les-Gand (Belgique).
- DOUBINGER Jeanne, Laboratoire de Géologie et Paléontologie à l'Université de Strasbourg, 13, rue Daniel-Hirtz, 67-Strasbourg.
- DREYFUSS Maurice, Professeur de Géologie et Minéralogie, 22, rue de Dôle, 25-Besançon.
- DROT Jeannine, 19, Avenue de Versailles, 75-Paris (XVI^e).
- DUBAR G. (Chanoine), Professeur à la Faculté Libre des Sciences de Lille, 129, rue de Londres, 59-Mouvaux.
- DUBOIS Camille, Collaboratrice de la carte géologique d'Alsace-Lorraine, 15, rue Claudot, 54-Nancy.
- DUBOIS G., 154, Avenue Salengro, 59-Sin-le-Noble.
- DUBRÈUCQ J., Inspecteur au Service des Eaux de la région du Nord S.N.C.F., 16, rue Henri-Murger, 75-Paris (XIX^e).
- DUDRESNAY Renaud, Ingénieur Géologue, Service Géologique du Maroc, 4, rue A.-Musset, Rabat (Maroc).
- DUFORET André, Président-Directeur Général des Eaux, 72, Façade de l'Esplanade, 59-Lille.
- DUMON P., Ingénieur des Mines, Géologue, 3, rue de la Petite Triperie, Mons (Belgique).
- DUPUIS Christian, Faculté Polytechnique de Mons, rue Houdain, Mons (Belgique).
- DURIN Lucien, 19, Grand-Place, 59-Le Cateau.
- DUSSART Lucien, Géologue, Groupe de Bruay, 10, rue Guynemer, 62-Hénin-Liétard.

- ECOLE TECHNIQUE DES MINES du Nord et du Pas-de-Calais, H.B.N.P.C., rue de Bourseult, 59-Douai.
ECOLE NORMALE SUPERIEURE, 24, rue Lhomond, 75-Paris (V^e).
E. D. F., Région Equipement Thermique n° 4, 62, Boulevard Froissard, 59-Valenciennes.
ELMI Serge, 4, rue du Docteur Rollet, 69-Villcurbanne.
ENTREPRISE C. CHARTIEZ & FILS, 101, Boulevard Thiers, 62-Béthune.
ENTREPRISE DE RECHERCHES ET D'ACTIVITE PETROLIERE, 7, rue Nélaton, 75-Paris (XV^e).
FABRE Jean, Ingénieur Géologue au B.R.G.M., 10, rue Georges de Porto-Riche, 75-Paris (XIV^e).
FERGUSSON Josette, Professeur, 167, Avenue Pottier, 59-Lambersart.
FERRANDON Alain, Ingénieur Géologue, 88, Boulevard Jourdan, 75-Paris (XIV^e).
FEYS R., Ingénieur Géologue au B.R.G.M., 21 bis, rue des Ecoles, 75-Paris (V^e).
FIEVET Jean, 3 bis, rue d'Estrées, Gouy-sous-Bellonne, 62-Corbehem.
FIRTION F., Maître de Conférences à l'Université de Sarrebrück Saurenhau Kleiner Bartenberg Eichendorfstrasse, Sarrebrück (Sarre).
FISCHER Jean-Claude, Institut de Paléontologie, 8, rue de Buffon, 75-Paris (V^e).
FLAMENT Jean-Marie, 3, Grand-Place, 59-Comines.
FLATRES P., Faculté Lettres, Institut de Géographie, rue Auguste-Angellier, 59-Lille.
FLEURY Jean-Jacques, Maître-Assistant, Sciences de la Terre, 5, rue du Molinel, 59-Lille.
FOUCHER Jean-Claude, Assistant au Laboratoire de Géologie de Reims, Moulin la Housse, B.P. 347, 51-Reims.
FOULON Janine, 6, rue Le Verrier, 59-Lille.
FOURNEAU M., Directeur Général des Eaux du Nord, 217, Boulevard de la Liberté, 59-Lille.
**FRIANT M., Sous-Directeur au Laboratoire d'Anatomie Comparée au Muséum, chez M^{me} Crement, 103, rue L. Rouquier, 92-Levallois.
FRIEDEL Edmond, Ingénieur général honoraire des Mines de Paris, 3, Avenue Reille, 75-Paris (XIV^e).
GAMBLIN A., Professeur, 26, rue Desmettre, 59-Marcq-en-Barœul.
GANTOIS Joseph, Ingénieur à la S.A.D.E., 4, rue Gambetta, 59-Saint-André.
GARNIER, Société Béghin, 59-Thumeries.
GEHU, Professeur à l'U.E.R. de Pharmacie, Hameau de Hendries, 59-Bailleul.
GHESTIN Bernard, 14, rue Robert-Parfait, 62-Laventie.
GIBON Paul, Professeur à l'Ecole Normale de Douai, rue du Saulzoir, 59-Peuvry.
GILBIN Bernard, Professeur au Lycée de Tourcoing, 27, Avenue du Peintre Grau, 59-Tourcoing.
GODFRIAUX Yvan, Faculté Polytechnique de Mons, rue Houdain, Mons (Belgique).
*†GOSSELET, Membre de l'Institut, Fondateur de la Société Géologique du Nord.
GOULLIART, Docteur ès Sciences, 20, Avenue des Lilas, 59-Lille.
GRAINDOR Maurice (Abbé), Maître de Recherche au C.N.R.S., Laboratoire de Géologie au Collège de France, 11, Place Marcelin-Berthelot, 75-Paris (V^e).
GROUPE DE LENS DES H.B.N.P.C., 97, rue Bollaert, 62-Lens.
GROUPE DE VALENCIENNES DES H.B.N.P.C., 97, rue P. Mathieu, B.P. 58, 59-Anzin.
GUEIRAARD Simone, 115, Boulevard du Chemin de Fer, 13-Marseille (4^e).
GUERNET Claude, 42, Bois des Godeaux, 91-Yerres.
GUILLEMIN Claude, 21, rue du Givet, 45-Jargéau.
HACQUAERT Armand, Professeur à l'Université de Gand, 6, rue Rozier, Gand (Belgique).
HATRIVAL, 6, rue Kinable, 08-Charleville.
HAUDOUR Jean, Ingénieur Géologue, Le Villaret de Surville, 38-La Mure.
HEDDEBAUT Claude (Abbé), Licencié ès Sciences, 218, rue de la Malsence, 59-Tourcoing.
HENNINOT, Médecin Biologiste, 55, Boulevard Vauban, 59-Lille.
HENRY Jean-Louis, Assistant de Géologie, B.P. 25 A, 35-Rennes.
HERVOUFFT Michel, Ingénieur E.N.S.P., Résidence Saint-Michel, 64-Pau.
HOLEF Jean, Laboratoire des Ponts et Chaussées, 02-Saint-Quentin.
HOLLARD, 22, rue Boileau, 38-La Tronche.
HOLVOET Robert, 67, rue Victor-Hugo, 59-Tourcoing.
HORON Octave, Ingénieur-Géologue au B.R.G.M., 38, rue de Fontenay, 92-Sceaux.

- HOYEZ Bernard, Assistant Sciences de la Terre, 199, Avenue de la République, 59-Lomme.
- HUPE Pierre, Maître de Conférences, 9, Square Ch. Laurent, 75-Paris (XV^e).
- INSTITUT DE GEOGRAPHIE, Faculté des Lettres, 9, rue Auguste-Angellier, 59-Lille.
- INSTITUT MUSEUM Géologie et Paléontologie, Sigwarstrasse 10, Tübingen (Allemagne).
- JACOB Alexis, Ingénieur Géologue, Ancien Chemin de la Croix de l'Orme, La Béraudière, 42-Saint-Etienne.
- JELSKI Georges, H.L.M. 33, 62-Billy-Montigny.
- JOLY Robert, Maître de Conférences de Zoologie, 42, rue du Capitaine Ferber, 59-Lille.
- JOURDAIN-SOYEZ Colette, 5-7, rue Virginie Ghesquières, 59-Lille.
- KARPOFF Roman, Géologue, Docteur ès Sciences, Safège, 76, rue des Suisses, 93-Nanterre.
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE, 18, Place Saint-Michel, 80-Amiens.
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE, Faculté des Sciences de Dijon, Boulevard Gabriel, 21-Dijon.
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE, Ecole des Mines, Faculté Polytechnique du Hainaut, 9, rue Houdain, Mons (Belg.).
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE HISTORIQUE, Faculté des Sciences, Centre d'Orsay, 91-Orsay.
- LABORATOIRE DE PALEOPOTANIQUE, Muséum d'Histoire Naturelle, 61, rue de Buffon, 75-Paris (V^e).
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE HISTORIQUE, Faculté des Sciences, Tour 15, 9, Quai St Bernard, 75-Paris (V^e).
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE STRUCTURALE, Faculté des Sciences, Tour 26, 11, Quai St Bernard, 75-Paris (V^e).
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE, Moulin de la Housse, B.P. 347, 51-Reims.
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE, Compagnie Française des Pétroles, 114, Cours du Mar. Galliéni, 33-Bordeaux.
- LABORATOIRE REGIONAL des Ponts et Chaussées, Route de Paris, 02-Saint-Quentin.
- LACHKAR Georges, Laboratoire de Micropaléontologie, 11, Quai Saint Bernard, 75-Paris (V^e).
- LAMBRECHT Léon, Géologue au Centre National de Géologie des Houillères, 228, Boulevard d'Avroy, 4000, Liège (Belgique).
- LAMOTTE Michel, H.B.N.P.C., 163, rue Jean-Jaurès, 59-Escaupont.
- LAPPARENT (Abbé de), Professeur de Géologie à l'Institut Catholique, 21, rue d'Assas, 75-Paris (VI^e).
- LASNON, S.A.D.E., 4, rue Gambetta, 59-Saint-André.
- LAURENTIAUX Daniel, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Reims, 1, rue Rolland, 92-Montrouge.
- LAVEINE Jean-Pierre, Chargé de Recherche au C.N.R.S., 8, Place Barthélemy-Dorez, 59-Lille.
- LEBOUT Marc, 119, rue du Tilleul, Sous-le-Bois, 59-Maubeuge.
- LECLERCQ Francis, Pavillon Chardin, Bât. 6, Ent. C, App. 42, 59-Roubaix (Hauts-Champs).
- LECOMPTE M., Institut de Géologie, Laboratoire de Paléontologie, Université Catholique de Louvain, 32, Avenue des Acacias, Rivensart (Belgique).
- LEFRANC Gérard, 219, Boulevard de Paris, 62-Lillers-Mensecq.
- LEGRAND-PLAIN Marie, Assistante, Faculté des Sciences, rue Edmond-Cat, Alger (Algérie).
- LEGRAND Fortuné, 36, rue Jules-Guesde, 62-Sallaumines.
- LE MAITRE Dorothee, rue du Fil, 22-Uzel près l'Oust.
- LEMOIGNE Yves, Professeur, Laboratoire de Biologie Végétale, 43, Bd du 11 Novembre 1918, 69-Villeurbanne.
- LEMONS DE SOUSA Manuel, Assistant, rue Pero de Alenquer, 16, 2^e Esq., Faz de Douro, Porto (Portugal).
- LENTACKER, Professeur de Géographie, 17/19, Place du Maréchal Leclerc, 59-Lille.
- LEPLAT José, 6, rue du Docteur Schweitzer, 59-Bondues.
- LEROUX Bernard, Géologue, 180, route Nationale, 59-La Chapelle d'Armentières.
- LETHIERS Francis, Assistant, Sciences de la Terre, 231, rue Solférino, 59-Lille.
- LEVEUGLE Jeanne, Professeur, Licenciée ès Sciences, 1, rue d'Isly, 59-Roubaix.
- LIAPPEUF Jean-Jacques, Ingénieur au C.E.R.C.H.A.R., 11, Avenue Aimé-Lepercq, 60-Verneuil-en-Halatte.
- LOBOZIAK Stanislas, Chargé de Recherche au C.N.R.S., 28, rue F. Delattre, 62-Libercourt.
- LOUBRY Oscar, Entreprise Brésillon, rue des Déportés, 60-Noyon.
- LUCAS Gabriel, Professeur à la Sorbonne, Géologie, 3, rue Paillet, 75-Paris (V^e).
- LYS Maurice, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole, 36, rue de Buzenval, 78-Saint-Cloud.
- MAES M., Architecte 124, rue de Dunkerque, 59-Tourcoing.
- MAGNE Jean, 139, rue Lamartine, 33-Talence.
- MAILLOT Henri, Assistant, rue Nationale, 59-Basuel-Le Cateau.
- MANIA Jacky, Assistant, Sciences de la Terre, 8, rue de Grasse, 59-Pecquencourt.
- MANSY Jean-Louis, Assistant, Sciences de la Terre, 18, rue Nationale, 59-Marbaix.
- MARIETTE Henri, Docteur Vétérinaire, 42, rue de Montreuil, 62-Samer.
- MARION (M^{me}), Professeur, 7, rue du Pré-Brûlé, 59-Solesmes.

- ** MARLIERE René**, Membre de l'Académie Royale de Belgique, Professeur à la Faculté Polytechnique de Mons,
2, rue Louis-Piérard, Hyon (Belgique).
- MASSON Eugène, Aide-Géologue, 8, route Nationale, 62 - Noyelles-Godault.
- MEILLIEZ Francis, 27, rue Mirabeau, 59 - Lille.
- MELOU Michel, 60, Boulevard Gambetta, 29N - Brest.
- MENCHIKOFF Nicolas, Directeur de Recherches au Centre de Recherches des zones arides, 16, rue Pierre et
Marie Curie, 75 - Paris (V°).
- MENNESSIER Guy, Professeur de Géologie, 30, rue P. Langevin, 80 - Camon.
- MERCIER Jacques, Maître-Assistant à la Sorbonne, 17, Allée du Mali, 94 - Fresnes.
- MERCIER Monique, Faculté des Sciences, Minéralogie, B.P. 36, 59 - Villeneuve d'Ascq.
- MERIAUX Emile, Chargé de Cours, 126, rue de Dunkerque, 59 - Faches-Thumesnil.
- MERLE Louis, Chef de Travaux Electricité de France, 20, rue Giroud, 59 - Douai.
- MEURISSE Louis, Entrepreneur de Sondages, 21, rue d'arras, 62 - Carvin.
- MEURISSE Marc, Licencié ès Sciences, 23 bis, rue J.B. Lebas, 59 - Lys-lez-Lannoy.
- MIART J., Professeur, 35, rue J.J. Rousseau, 08 - Charleville.
- MIROUSE Raymond, Professeur, 38, rue des 36 Ponts, 31 - Toulouse.
- MISTIAEN Bruno, Chemin de Halage, 59 - La Chapelle d'Armentières.
- MOREAU Jules, Professeur à l'Université de Louvain, 6, St Michielsstraat, Louvain (Belgique).
- MOUTERDE R. (Abbé), Professeur à la Faculté Catholique de Lyon, 25, rue du Plat, 69 - Lyon.
- MUCHEMBLE G. (M^{lle}), Chef de Laboratoire, Institut Pasteur, 11, rue Fleurus, 59 - Lille.
- MULLER Jacques, C.N.R.S., Cascaillou, Boulevard de Bordagain, 64 - Ciboure.
- NOVOJILOV N.I., Académie des Sciences de l'U.R.S.S., Bolchaï Kalaijskaïa, 33 Moscou B 71 (U.R.S.S.).
- ODENT Bernard, rue de Guizelin, 62 - Guines.
- ORSINI, Ingénieur, Pena Roya, 62 - Noyelles-Godault.
- OVTRACHT André, Laboratoire de Géologie Structurale, Bâtiment 504, Faculté des Sciences, 91 - Orsay.
- PAEPE, Service Géologique de Belgique, 13, rue Jenner, Bruxelles 4 (Belgique).
- PAQUET Jacques, Maître de Conférences, Géologie, 7, Allée de la Clairière, 59 - Villeneuve d'Ascq.
- PAREYN Claude, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Caen, 1, rue de l'Académie, 14 - Caen.
- ** PETIT Raymond**, Ingénieur E.C.P., 1, Avenue Guindal, 80 - Abbeville.
- PFEFER Daniel, Ingénieur Géologue, 13, rue des Hortensias, 92 - Rueil-Malmaison.
- PHILIPPART Albert, Licencié ès Sciences Physiques de l'Université libre de Bruxelles, 4, Place du Chat-Botté,
18 - Bruxelles (Belgique).
- PICAVET P., Ingénieur, 142, rue Faidherbe, 59 - Mouvoux.
- PLUSQUELLEC Yves, Laboratoire de Géologie C.S.U., 10, rue de la République, 29N - Brest.
- POMEROL Charles, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris, 20, rue de Verdun, 95 - Chaumontel,
par Luzarches.
- PREVOST A., Docteur, Institut Pasteur, 25, rue du Docteur-Roux, 75 - Paris (XV°).
- PROUVOST Jean, Professeur de Minéralogie, 11, Avenue des Renouillers, 92 - Colombes.
- PRUDHOMME Victor, 11, rue Pasteur, 59 - La Madeleine.
- RAMPNOUX Jean-Paul, 1-2, rue Maurice Asselin, 45 - Orléans-la-Source.
- RANGHEARD Yves, 14 bis, rue des Vieilles-Perrières, 25 - Besançon.
- RAUSCHER Raymond, 1, rue Blessig, 67 - Strasbourg.
- REGION ECONOMIQUE, Secrétaire Général : M. Woerly, Palais de la Bourse, 59 - Lille.
- REMACLE J. ROME (Dom), Place Smolder, Louvain (Belgique).
- RENOUF, Maison Petit Fort, St Brelade, Jersey (Grande-Bretagne).
- RICOUR Jean, Ingénieur Géologue en Chef au B.R.G.M., 3, rue des Chantiers, 75 - Paris (V°).
- RINGARD H., Ingénieur, Usines Courrière Kuhlmann, 128, route Nationale, 62 - Billy-Montigny.
- ROBARDET M., 44, rue Désiré Clément, Esc. 1 B, 78 - Conflans-Sainte-Honorine.
- ROBASZINSKI Francis, Faculté Polytechnique de Mons, rue Houdain, Mons (Belgique).
- ROBLOT Marie-Madeleine, Laboratoire de Géologie, Collège de France, Station Berthelot, 92 - Meudon.
- ROGER Philippe, 31, Impasse Toussaint Louverture, 33 - Bordeaux.
- ROGEZ, 7, rue de la République, 62 - Saint-Pol-sur-Mer.
- ROLLET Annick, 32, Avenue Fontaine Argent, 25 - Besançon.
- RONFARD, Ingénieur H.B.N.P.C., 106, Avenue de Condé, 59 - Valenciennes.

- ROSSIGNOL Francinet, Aide-Géologue au B.R.G.M., rue de la Lombardie, 59-Bouvigny, par Marchiennes.
- ROUTHIER Pierre, B.R.G.M., 74, rue de la Fédération, 75-Paris (XV^e).
- RUEDA-GAXIOLA James, 246 - f - 711, Mexico 3 D.F. (Mexique).
- SANGNIER Paul, Géologue, 240, rue Auguste-Bonte, 59-Lambersart.
- SARROT REYNAULT de CRESSENEUIL, Chef de Travaux à la Faculté de Grenoble, 11, Boulevard Gambetta, 38-Grenoble.
- SAUVAGE Jacqueline, Chargée de Recherche au C.N.R.S., 18, rue des Vignerons, 94-Vincennes.
- SCHIETTECATTE Jean-Pierre, c/o Libya Shell, P.O. Box 1101, Tripoli (Rép. Arabe Libyenne).
- SCRIBAN René, 181, Avenue du 4 Septembre, 59-Douai.
- SERVICE GEOLOGIQUE H.B.N.P.C., Service des Relations Publiques et Sociales, 20, rue des Minimes, 59-Douai.
- SIMONY Philip, Département de Géologie, Université de Calgary, Calgary 44, Alberta (Canada).
- SIRINELLI Jean, 110, rue de Grenelle, 75-Paris (VII^e).
- SOMME Jean, 72, Avenue du Maréchal Foch, 59-Marcq-en-Barœul.
- SOULIEZ Gaston, Ingénieur-Géologue au B.R.G.M., 44, rue Pierre Brossolette, 59-Marcq-en-Barœul.
- SOUQUET Pierre, 5, rue Mondran, 31-Toulouse.
- SOYER Robert, Résidence La Fontaine, 5, Allée des Robiniers, 91-Brétigny-sur-Orge.
- SUTER Gabriel, Les Clausonnes, 06-Biot.
- TAMAIN Guy, 24, rue Castagnary, 75-Paris (XV^e).
- TAYLOR, University of Keele, Department of Geology, Newcastle, Staffordshire (Grande-Bretagne).
- TCHIMICHKIAN G., « Le Vert Bocage », Boulevard Wilmille, 31-Saint-Gaudens.
- TERMIER Geneviève, 131, Avenue de Versailles, 75-Paris (XVI^e).
- TERMIER Henri, 131, Avenue de Versailles, 75-Paris (XVI^e).
- TERRY John, Assistant, 13, rue des Termes, 62-Calais.
- THEILLIER Paul, Géologue au B.R.G.M., « Le Miramar » D 4, 13-Cassis.
- THIBAUT P.M., 42, rue du Prieuré, 59-Lille.
- THIEBAULT François, Assistant à la Faculté des Sciences de Lille, Sciences de la Terre, 14, rue de Fontenoy, 59-Faches-Thumesnil.
- TIEGHEM G. (Abbé), 22, rue Lamartine, 59-Armentières.
- TILETTE DE MAUTORT, J., Résidence St Clément, Bât. D 13, Avenue Paul Rimbaud, 34-Montpellier.
- TSOFLIAS Pendelis, 11, rue Melsovou, Paleo-Falizo, Athènes (Grèce).
- TUDOMANYEGYETEMI FOLDTANI TANSZEK, Institut de Géologie, Muséum Korut A 4/a Budapest VIII (Hongrie).
- VANDENBERGHE A., Géologue au B.R.G.M., Avenue du Complexe Aérospatial, 31-Toulouse.
- VAN DER MEERSCHEN (R.P.), Faculté Universitaire Notre-Dame de la Paix, 61, rue de Bruxelles, Namur (Belg.).
- VAN DE WALL-LANDRU Simone, 100, rue Jean-Jaurès, 62-Liévin.
- VANWELDEN, S.A.D.E., 4, rue Gambetta, 59-Saint-André.
- VERLEY Daniel, 103, rue Franklin, 59-Mons-en-Barœul.
- VERRIEZ Jean-Jacques, Assistant à la Faculté des Sciences de Lille, Sciences de la Terre, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.
- VERRIEZ Marie-Thérèse, Faculté des Sciences de Lille, Sciences de la Terre, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.
- VETTER Pierre, Géologue aux Houillères d'Aquitaine, 23 quater, rue de Tourville, 78-Saint-Germain-en-Laye.
- VIGREUX Serge, Ingénieur-Géologue, 9, rue C. Desruelles, 62-Fouquières-lez-Lens.
- VILLERS, Ingénieur à la Société « Les Marbres Français », 59-Jeumont.
- VOISIN L., Professeur au Collège Moderne de Charleville, 8, rue A. Neyrac, 08-Charleville.
- WAGNER Robert, Docteur en Géologie, « Mayfield », Gross Lane via Sheffield, Sheffield 10 (Grande-Bretagne).
- WAROQUIER J., Ingénieur à la Société des Eaux de Cambrai, 11, rue du Château d'Eau, 59-Cambrai.
- WATERLOT Bernard, Faculté des Sciences de Lille, Sciences de la Terre, 31, rue de la Liondrie, 59-Hem.
- WATERLOT Gérard, Professeur Honoraire, rue du Général Mangin, 59-Marcq-en-Barœul.
- WATERLOT-PAYRE Michel, Maître de Conférences en Géologie, Faculté des Sciences de Lille, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.
- WILLEFERT Solange, Zankatoum Errabia, Rabat (Maroc).
- WINNOCK Etienne, S.N.P.A., 5, Parc Saint-Léon, Chemin Beausoleil, 64-Bizanos.

A N N A L E S
D E L A
S O C I É T É G É O L O G I Q U E D U N O R D
publiées avec le concours du Centre national de la Recherche scientifique

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 juin 1873

Secrétariat : Société Géologique du Nord
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59-Villeneuve-d'Ascq
Tél. 52.14.20 ou 52.02.10 — C.C.P. Lille 5.247

Compte rendu de l'activité de la Société

SEANCE ORDINAIRE DU 16 DECEMBRE 1970

PRÉSIDENCE DE MONSIEUR J. GANTOIS, PRÉSIDENT

Conformément aux statuts, la Société fait procéder au tour indicatif pour l'élection du premier Vice-Président pour l'année 1971.

Les résultats sont les suivants :

M. A. BONTE	26 voix
M. J. PAQUET	1 voix
M. M. WATERLOT	1 voix

Puis M^{lle} BRICE propose l'élection de nouveaux membres. Sont donc élus :

- M^{me} CONRAD Jacqueline, Géologue au C.R.Z.A. (C.N.R.S.), 19, rue Champollion, Paris V^e, présentée par MM. Cl. Pareyn et J. Fabre.
- M^{lle} DECROUEZ Danielle, Etudiante, 84, Chemin de Courlois, 59-Condé, présentée par M^{me} Paule Corsin et M. J. Dercourt.
- M. TAMAIN Guy, Attaché de Recherche au C.N.R.S., 24, rue Castagnary, 75-Paris (15^e), présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.
- Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine, 26, Avenue des Lilas, 64-Pau, présentée par MM. J. Gantois et J. Paquet.
- M. CLERMONT Jacques, Maître-Assistant, 79, rue Gambetta, 54-Saint-Max, présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.
- M. BLANQUART Pierre, Instituteur détaché, 215, Avenue de Rouen, 59-Faches-Thumesnil, présenté par MM. Ch. Delattre et J. Dercourt.
- M^{lle} MERCIER Monique, Etudiante, 50, rue Constant Dutilleux, 59-Roubaix, présentée par MM. J. Prouvost et J. Dercourt.
- M. ROUTHIER Pierre, Directeur au B.R.G.M., 74, rue de la Fédération, 75-Paris (15^e), présenté par MM. G. Waterlot et A. Bonte.
- M^{me} FOULON Janine, Etudiante, 6, rue Le Verrier, 59-Lille, présentée par M. J. Gantois et M^{me} Paule Corsin.
- M^{lle} TRELCAT Marie-Thérèse, Etudiante, 42, rue Doumer, 59-Onnaing, présentée par MM. J. Paquet et P. Debrabant.
- M. l'Abbé BOULANGER Aimé, 34-Andabre, par Saint-Gervais-sur-Mare, présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.
- M. SOUQUET Pierre, Maître de Conférences, 5, rue Mondran, 31-Toulouse, présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.

- M. CROUZEL Fernand, Professeur de Géologie, Faculté Catholique, 31, rue de la Fonderie, 31-Toulouse, présenté par M. Bergougnoux et M^{lle} Doubinger.
- M. MISTIAEN Bruno, Etudiant, Chemin de Halage, 59-La Chapelle d'Armentières, présenté par M^{lle} D. Brice et M. J. Dercourt.
- M. BEUN Noël, Etudiant, Terdegheem, 59-Steenvoorde, présenté par MM. Ch. Delattre et J. Dercourt.
- M. FLAMENT Jean-Marie, Etudiant, 3, Grand'Place, 59-Comines, présenté par MM. Ch. Delattre et P. Celet.
- M. BLANCHET René, Maître-Assistant, Ecole Normale Supérieure de Saint-Cloud, 8, Avenue du Bois de la Marche, 92-Vaucresson, présenté par MM. P. Celet et J. Dercourt.
- M. CARIOU Elie, Maître-Assistant, Faculté des Sciences de Poitiers, « Le Curé Jacquet », Le Breuil l'Abbesse, 86-Mignaloux-Beauvoir, présenté par MM. G. Mathieu et J. Gantois.
- M. CHAUVÉ Pierre, Professeur, Faculté des Sciences de Besançon, Laboratoire de Géologie, Place Leclerc, 25-Besançon, présenté par MM. J. Dercourt et J. Paquet.
- M. RAMPNOUX Jean-Paul, Maître-Assistant, Faculté des Sciences d'Orléans, 2, rue M. Asselin, 45-Orléans, présenté par MM. P. Celet et J. Dercourt.
- M. CADET Jean-Paul, Maître-Assistant, Faculté des Sciences d'Orléans, 10, rue aux Ligneaux, 45-Orléans, présenté par MM. P. Celet et J. Dercourt.
- M. CAIRE André, Professeur, Faculté des Sciences de Paris, 3, Allée de la Bièvre, 94-Fresnes, présenté par MM. J. Paquet et P. Broquet.
- M^{lle} GUÉRARD Simone, Professeur, Faculté des Sciences de Marseille, 115, Boulevard du Chemin de Fer, 13-Marseille (4^e), présentée par MM. G. Waterlot et J. Paquet.
- M. MELOU Michel, Assistant, Faculté des Sciences de Brest, 60, Boulevard Gambetta, 29N-Brest, présenté par MM. Y. Plusquellec et Cl. Babin.
- M. BECQ Jean-François, Etudiant, 28, Square La Garenne, 95-Gonesse, présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.
- M^{me} ROLLET Annick, Maître-Assistant, Faculté des Sciences de Besançon, 32, Avenue Fontaine-Argent, 25-Besançon, présentée par MM. M. Dreyfuss et J. Gantois.
- M. CLIN Michel, Professeur, Faculté des Sciences de Bordeaux, 8, Avenue Georges Clemenceau, 33-Bordeaux-Caudéran, présenté par MM. Ch. Delattre et M. Waterlot.
- M. MULLER Jacques, Chargé de recherches au C.N.R.S., Cascaillou, Boulevard de Bordagain, 64-Ciboure, présenté par MM. Ch. Delattre et M. Waterlot.
- M. ROGER Philippe, Maître-Assistant, Faculté des Sciences de Bordeaux, 31, Impasse Toussaint, 33-Bordeaux, présenté par MM. Ch. Delattre et M. Waterlot.
- Centre de Recherches de Sédimentologie Marine (C.R.S.M.P.), Centre Universitaire, Chemin de Villeneuve, Moulin à Vent, 66-Perpignan, présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.
- M. BALAVOINE Pierre, Retraité, 2, rue Dumeril, 75-Paris (13^e), présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.
- M. RANGHEARD Yves, Maître-Assistant, Faculté des Sciences de Besançon, 14 bis, rue des Vieilles Perrières, 25-Besançon, présenté par MM. G. Waterlot et J. Paquet.
- M. POURROUILH Robert, Maître-Assistant, Faculté des Sciences de Paris, 61, rue Condorcet, 75-Paris (9^e), présenté par MM. J. Paquet et J. Gantois.
- M. BOUCHUD Jean, Maître de Recherche au C.N.R.S., 21, Quai Gambetta, 91-Juvisy, présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.

Communications orales

- A. GARCIA-LOYGORRI et P. DOLLÉ. — Les "Tonstein" du Bassin de Séville.
- A. BONTE. — Glissement élémentaire et glissement réactivé (Présentation de la communication de Monsieur P. DELEAT, déposée au Centenaire) (*).
- R. MARLIÈRE. — Géologie du Bassin de Mons et du Hainaut. Un siècle d'histoire (partie II : Stratigraphie) (*).
- F. ROBASYNSKI. — Les Foraminifères pélagiques des "Dièves" crétacées aux abords du Golfe de Mons (Belgique).

Communication écrite

- G. WATERLOT. — Deux exemples de l'évolution du chimisme de l'eau artésienne dans la nappe de la Gaize oxfordienne et celle des sables verts albiens, en Ardenne.

(*) Communication déjà insérée dans le Tome XC, fascicule 4 (Centenaire).

ASSEMBLEE GENERALE DU 20 JANVIER 1971

PRÉSIDENCE DE MADEMOISELLE D. BRICE, VICE-PRÉSIDENT

Avant de commencer la séance, M^{me} BRICE fait procéder à l'élection de nouveaux membres. Sont donc élus :

- M. HOUESSOU Aurélien, Etudiant, Géotechnique, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. J. Paquet et P. Debrabant.
Laboratoire des Sciences Naturelles E.N.S. Saint-Cloud, présenté par MM. P. Celet et J. Paquet.
M. DE WEVER Patrick, Etudiant, Résidence Gallois, E. 242, 59-Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. G. Waterlot et J. Terry.
M. BREHIN Claude, 32, rue de la Chapelle, 02-Sissy-Ribemont, présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.
M. COLBEAUX Jean-Pierre, 39, rue du Vieil Abreuvoir, 59-Roubaix, présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.
M. DIEUDONNÉ André, 70, rue de la Prévoyance, 59-Marcq-en-Barœul, présenté par MM. J. Gantois et J. Paquet.
M. POIRIER Michel, « La Baumerale », 53-Gennes-sur-Glaize, présenté par MM. J. Paquet et B. Waterlot.
M. SARTEAUX Eric, 11, rue du Canon d'Or, 62-Arras, présenté par MM. J. Paquet et J. Didon.
M. HAZEBROUCK Robert, 104, rue Alexandre Georges, 62-Arras, présenté par MM. J. Paquet et P. Debrabant.
Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (Laboratoire de Géologie), présentée par MM. J. Gantois et J. Paquet.
M. DREUDER Jean-Claude, 40, Avenue des Tulipes, 59-Saint-André, présenté par MM. P. Celet et B. Clément.
M. FERRIÈRE Jacky, Assistant, Géologie Dynamique, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. P. Celet et J. Charvel.
M. BELLAIRE Pierre, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Géologie I, 11, Quai Saint-Bernard, 75 Paris (5^e), présenté par MM. J. Gantois et J.P. Laveine.
M. DURAND-DELGA Michel, Faculté des Sciences, Géologie Structurale, T. 26, Paris (5^e), présenté par MM. J.P. Laveine et J. Paquet.
M. BLIECK Alain, Etudiant, rue Danton, H.L.M., Pavillon H. Dunant, 59-Loos, présenté par MM. Ch. Delattre et M. Waterlot.
M^{me} BATTIAU-QUENOY Yvonne, Assistante, Résidence Citeaux, app. 593, Parc Saint-Maur, 59-Lille, présentée par MM. Biays et J. Sommé.

L'ordre du jour amène ensuite l'élection du Conseil d'Administration pour l'année 1971. Les résultats du vote sont les suivants :

Président 1971 :	M ^{me} D. BRICE	37 voix
	M. J.P. LAVEINE ..	1 voix
	M. J. DERCOURT ..	1 voix
1 ^{er} Vice Président 1971 :	M. A. BONTE	33 voix
	M. P. CELET	2 voix
	M. Y. GODFRIAUX . .	2 voix
	M. J. DESTOMBES ..	1 voix
	M. J. DERCOURT ..	1 voix
	M. J.P. LAVEINE ..	1 voix
	M. J. PAQUET	1 voix

Sont donc élus : Président, M^{me} D. BRICE et 1^{er} Vice-Président, M. A. BONTE.

Les deux postes de Vice-Présidents reviennent d'autre part à M. M. WATERLOT (13 voix) et M. J. PAQUET (18 voix), tandis que sont élus Conseillers MM. J. GANTOIS (36 voix) et P. DOLLÉ (31 voix).

A la suite de la démission de MM. J. PAQUET et J.P. LAVEINE, une élection a lieu pour élire le Secrétaire et le Secrétaire-Adjoint. Ont obtenu :

Secrétaire :	M. J. DIDON	21 voix
Secrétaire-Adjoint :	M. J.J. FLEURY	9 voix

MM. A. DALINVAL, Ch. DELATTRE, J. PROUVOST, J. DERCOURT sont maintenus dans leurs postes de Conseillers pour l'année 1971, M. l'Abbé TIEGHEM, M. S. LOBOZIAK et M^{me} Paule CORSIN sont maintenus dans leurs précédentes fonctions.

Le Conseil d'Administration 1971 est donc ainsi constitué :

Président d'Honneur : M. G. WATERLOT.

Président : M^{lle} D. BRICE.

Premier Vice-Président : M. A. BONTE.

Vice-Présidents : MM. M. WATERLOT et J. PAQUET.

Secrétaire : M. J. DIDON.

Secrétaire-Adjoint : M. J.J. FLEURY.

Déléguée aux publications : M^{me} Paule CORSIN.

Trésorier : M. l'Abbé TIEGHEM.

Bibliothécaire : M. S. LOBOZIAK.

Conseillers : MM. A. DALYVAL, Ch. DELATRE, J. PROUVOST, J. DERCOURT, J. GANTOIS, P. DOLLÉ.

Après avoir annoncé l'élection de Monsieur l'Abbé DE LAPPARENT comme Membre Correspondant de l'Académie des Sciences, Mademoiselle BRICE donne la parole à Monsieur BONTE qui présente la communication suivante :

— Poches de dissolution et argile résiduelle.

SEANCE ORDINAIRE DU 17 FEVRIER 1971

PRÉSIDENCE DE MONSIEUR J. GANTOIS, PRÉSIDENT POUR 1970,
PUIS DE MADemoisELLE D. BRICE, PRÉSIDENTE POUR 1971

Monsieur J. GANTOIS ouvre la séance en prononçant son allocution de fin de mandat.

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

Mes Chers Amis,

En prenant la Présidence de la Société Géologique du Nord, il y a un an, et sachant que 1970 marquait le Centenaire de sa création, j'étais un peu inquiet. Tout de suite, Monsieur Prouvost, mon prédécesseur, m'a rassuré en me promettant son concours et je le remercie de m'avoir, tout au long de mon mandat, guidé discrètement par ses conseils toujours opportuns. Je remercie également tout le bureau qui m'a si aimablement épaulé durant toute cette année.

Si nous n'avions pas eu à déplorer le décès de Monsieur Jacques Danzé qu'une douloureuse maladie a enlevé à notre amitié, et si la disparition de Monsieur Fourmarier, Ingénieur en Chef du Corps des Mines, membre de l'Académie Royale de Belgique et Professeur à l'Université de Liège, n'avait endeuillé notre Société, j'oserais dire que l'exercice 1970 a surtout été marqué par des événements heureux pour la Société qui a reçu l'adhésion de 75 nouveaux membres et dont l'activité a été concrétisée par la présentation de 21 communications, dont 15 sur le thème du Paléozoïque.

Les manifestations du Centenaire ont été l'occasion de la présentation de remarquables exposés que Madame Paule Corsin fera revivre dans le magnifique fascicule de plus de 300 pages dont la composition lui donne tant de soucis. Qu'elle en soit à nouveau très chaleureusement remerciée. L'évocation du Centenaire m'amène tout naturellement à remercier ceux qui ont été les artisans de son succès :

Monsieur le Doyen Defretin, d'abord, qui a si aimablement mis à notre disposition les locaux et les services de la Faculté. Tous les membres du Bureau et, en particulier, Messieurs Paquet et Laveine, grâce auxquels l'organisation matérielle des deux journées des 27 et 28 Novembre a été en tous points parfaite.

Je me dois d'adresser également des remerciements particuliers à notre Vice-Président, M. Souliez, dont nous n'oublierons pas la magnifique réception dans les locaux du B.R.G.M., ainsi qu'à mes confrères foreurs, MM. Chartiez, Meurisse, la Société INTRAFOR-COFOR et ma Société, la SADE, dont les généreuses subventions couvriront, en partie, les dépenses exceptionnelles provoquées par ces journées, Monsieur l'Abbé Tieghem nous dira tout à l'heure ce qu'il en est.

Avant de quitter cette Présidence, je voudrais émettre le vœu que les membres de la Société soient davantage informés des excursions géologiques de la Faculté, comme cela se pratiquait dans le passé. Il

m'a été rapporté que la seule excursion du Président paraissait insuffisante pour assouvir le désir des connaissances pratiques de plusieurs de nos membres. L'excursion de cette année, qui a ravivé nos souvenirs sur la Géologie des environs de Lille et du Mélançois, m'a donné l'occasion de remercier M. Gérard Waterlot de tout ce qu'il a fait pour la Société et je lui renouvelle mes remerciements personnels pour avoir bien voulu organiser et diriger cette excursion. Je veux lui redire également combien je suis heureux que ce soit sous ma Présidence qu'il ait été nommé Président d'Honneur de notre Société, ce que je considère comme un événement heureux de mon mandat.

J'en rappelle d'autres, tel la nomination de Monsieur l'Abbé de Lapparent comme Correspondant de l'Académie des Sciences, dont vous vous rappelez la magnifique conférence sur l'Afghanistan, les soutènements de Thèse de Doctorat d'Etat de Mademoiselle Brice et Monsieur Debrabant, l'attribution de la Médaille de Bronze du C.N.R.S. à Monsieur Jacques Paquet, et de l'Ordre National du Mérite à Madame Defretin.

C'est avec plaisir maintenant que je prie Mademoiselle Brice de prendre cette place. Son charme féminin et sa haute compétence nous assurent d'un nouvel exercice qui ne pourra qu'être bénéfique pour notre Société.

Monsieur GANTOIS passe ensuite les pouvoirs à Mademoiselle Brice qui s'adresse à l'Assemblée en ces termes :

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

Mes chers Collègues,

Le 17 Février 1870, Jules Gosselet fondait notre Société... En ce jour anniversaire, c'est avec une réelle émotion que j'inaugure officiellement mes nouvelles fonctions : tant de membres éminents, de savants illustres m'ont précédée dans la voie ! Investie de votre confiance dont je ressens tout le poids, je n'en mesure que mieux mon inexpérience.

Quoiqu'il en soit, permettez-moi de vous exprimer ma vive gratitude pour l'honneur insigne que vous me faites en m'appelant cette année à la présidence de notre Société.

Depuis que vos suffrages m'ont désignée comme première Vice-Présidente, puis comme Présidente, j'ai cherché les raisons qui ont pu motiver ce choix. Je n'ai rien trouvé de très personnel qui puisse le justifier. Sans doute, j'y vois un témoignage de sympathie, d'estime personnelle, mais bien plutôt un geste qui s'inscrit dans la ligne d'une tradition de cordialité et d'amitié, sans cesse entretenue et renouvelée entre les membres de deux laboratoires lillois de géologie. Cette tradition remonte à 1921. La Société portait alors à la présidence Monseigneur Delépine, ce savant que beaucoup d'entre vous encore ont connu et estimé. Depuis lors, vous avez appelé à la présidence mes professeurs et maîtres, Monsieur le Chanoine G. Dubar en 1934, Mademoiselle D. Le Maître en 1949 et Monseigneur G. Depape en 1957. En ce jour exceptionnel pour moi, vous me permettez de leur rendre un hommage public. Grâce à leur zèle et à leur dévouement, je fus éveillée à l'amour de la Géologie et de la Paléontologie.

Si je ne savais la bienveillance, la compétence des membres du Conseil et votre compréhension, c'est avec une réelle appréhension que je succèderais à Monsieur J. Gantois, notre Président sortant. Il s'est acquitté, avec une telle maîtrise, une telle aisance, d'une tâche si difficile, qu'il mérite notre admiration et nos plus vives félicitations. Ce m'est un sérieux réconfort de le savoir à mes côtés. Connaissant son aimable simplicité et son dévouement, je sais qu'il ne me refusera pas son aide dans les cas difficiles.

Sachant la compétence et l'efficacité de Messieurs J. Paquet et J.P. Laveine, les importants services qu'ils ont rendus au cours de ces dernières années, je ne puis que m'associer aux remerciements que vient de leur adresser, Monsieur J. Gantois, au nom de la Société. Je regrette seulement que le début de mon mandat coïncide avec le renouvellement intégral de notre secrétariat... et souhaite la bienvenue à Messieurs J. Didon et J.J. Fleury. Je les félicite très chaleureusement d'avoir accepté cette tâche ingrate et pesante. Je ne doute pas un instant que leur dévouement ne vienne à bout de toutes nos difficultés.

La présence de Monsieur A. Bonte à mes côtés, comme premier Vice-Président, me rassure pleinement. Je suis persuadée qu'il me fera partager le fruit de sa longue expérience et m'aidera très efficacement à présider nos séances. Dès maintenant, je sollicite très respectueusement son concours.

Je suis très heureuse d'accueillir Messieurs P. Dollé et M. Waterlot au sein du Conseil et leur souhaite la bienvenue.

Je sais aussi toute la chance que j'ai d'avoir des collaborateurs tels que Monsieur l'Abbé Tieghem, notre Trésorier, aussi efficace que compétent, Madame Paule Corsin, Déléguée aux publications, qui assure en un temps record la parution de nos Annales, Monsieur S. Loboziak, notre Bibliothécaire, dont les initiatives ont déjà rendu des services estimés aux membres de notre Société.

Assurée des avis éclairés de notre Président d'Honneur, des Conseillers, pour la plupart anciens Présidents, je pense que notre Société risque peu de s'égarer bien qu'elle soit, pour la troisième fois, confiée à la présidence d'une femme...

La vitalité qui s'est manifestée ces dernières années et tout particulièrement à l'occasion du Centenaire, comme la présence de nombreux jeunes à nos séances mensuelles, sont autant d'heureux présages pour l'avenir.

Cependant, je pense que le meilleur gage de pérennité pour notre Société, celui qui lui permettra de vaincre les difficultés, de subir toutes les mutations, c'est l'amitié indéfectible qui lie ses membres dans la poursuite d'un même idéal. J'en ai la ferme assurance depuis mon entrée dans la Société, le 6 Janvier 1960. Puisse cette amitié s'étendre et se renforcer entre des membres de plus en plus nombreux pour que nous concourrions toujours davantage à l'avancement des Sciences de la Terre!

Monsieur l'Abbé TIEGHEM, Trésorier, présente enfin à l'Assemblée l'exercice financier 1970 et le projet du budget 1971. Le bilan est favorable mais, devant la charge croissante des frais d'impression, le Trésorier se propose d'étudier une augmentation des cotisations.

Communications orales

J. MANIA. — Etude d'un secteur de l'Arcadie (Péloponnèse central - Grèce).

J.L. MANSY. — Etude géologique des Monts de Kiparissia (Messénie - Grèce).

SEANCE ORDINAIRE DU 17 MARS 1971

PRÉSIDENTE DE MADemoiselle D. BRICE, PRÉSIDENT

Avant de commencer la séance, M^{lle} BRICE fait procéder à l'élection de nouveaux membres.

Sont donc élus :

M. MONCHY Eugène, 20, rue d'Etampes, 62-Méricourt, présenté par MM. A. Dalinval et P. Dollé.

M. AMEDRO Francis, Etudiant, Résidence Universitaire Gallois, E. 121, 59-Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. Prudhomme et G. Courty.

M. FUMERY Daniel, Place de Thiennes, 59-Steenbecque, présenté par M^{me} Paule Corsin et M. J. Gantois.

M. MEATS Jean-Luc, 151, rue de Vauxhall, 62-Calais, présenté par MM. G. Courty et J. Terry.

M. MEATS Pierre, 151, rue de Vauxhall, 62-Calais, présenté par M^{lle} D. Brice et M. J. Dercourt.

M. MAETZ Robert, 124, rue de Dunkerque, 59-Tourcoing, présenté par MM. J. Fourneau et J. Gantois.

M. PEYRE Yves, 2, Allée des Helvètes, 91-Massy, présenté par MM. J. Paquet et J. Didon.

Communications orales

R. COQUEL. — Les microspores de l'assise de Vicoigne dans l'unité de production de Valenciennes (H.B.N.P.C.). Application stratigraphique.

J. PROUVOST. — Propriétés optiques de la pyrite du gisement de Drividgi (Turquie) (*).

J.P. LAVEINE. — Sporomorphes *in situ* de quelques Parispermés (Neuroptéridés) du Carbonifère (étude optique et au microscope électronique à balayage) (*).

(*) Cette communication sera publiée dans le Tome XCI, fascicule 2.

Les tonsteins du Bassin houiller de Villanueva del Rio y Minas (Westphalien B) (Province de Séville - Espagne)

par A. GARCIA-LOYGORRI (*) et P. DOLLÉ (**)

(Planche I)

Sommaire. — Description stratigraphique rapide du Bassin Houiller de Villanueva del Rio y Minas. La découverte récente de six niveaux de tonstein dans ce bassin, et l'étude de leurs caractères pétrographiques ont permis de faire des corrélations précises dans ce bassin et de mieux délimiter les faisceaux.

Summary. — Swift stratigraphic description of the coal-field of Villanueva del Rio y Minas. The recent discovery of six levels of tonstein in this field and the study of their petrographic peculiarities have permitted to deduct precise correlations in this field and to better delimit the clusters.

1) Description générale du Bassin.

Le Bassin forme un synclinal fermé d'un peu plus de 5 km de long, suivant une direction approximative N.NW - S.SE. Il se situe au nord de l'agglomération de Séville et c'est un des gisements de charbon connu et exploité en Espagne depuis très longtemps (fig. 1).

Le houiller affleure seulement au Nord, alors que le reste du bassin est recouvert par des formations miocènes qui s'étendent jusqu'au Quaternaire du Guadalquivir.

Ce gisement est d'âge Westphalien B, comme l'atteste la flore trouvée dernièrement.

La zone productive, dont la puissance est d'une centaine de mètres seulement, est formée par une

alternance de schistes qui peuvent passer du terme bitumineux au terme gréseux et de grès moins fins qui peuvent parfois constituer de véritables micro-poudingues intercalés dans les veines de charbon.



FIG. 1. — Situation du Bassin de Villanueva.

(*) Service de Recherche de la Société A.D.A.R.O. (Recherches Minières), Madrid.

(**) Laboratoire de Pétrographie Minière des H.B.N.P.C.

Une des caractéristiques les plus typiques de ce bassin est la rapidité des variations latérales de faciès, aussi bien dans les stériles que dans les couches de charbon. Par suite, il a été difficile d'établir les corrélations nécessaires à travers le gisement, surtout dans les veines de charbon où on a vu quelquefois les intercalaires stériles augmenter d'épaisseur jusqu'à produire de véritables dichotomies dans les veines de charbon, ce qui a conduit à abandonner l'exploitation.

- L'exploitation se divise en 3 groupes :
- 1 : Veine supérieure A - Veine supérieure C
 - 2 : Veine principale A - Veine principale B
 - 3 : Veine Cajón.

Les charbons qui les constituent ont des caractéristiques semblables. Ils sont d'excellente qualité, avec des teneurs en matières volatiles voisines de 25 %, ce qui les rend particulièrement intéressants pour la cokéfaction.

2) Description des Tonsteins.

La découverte des six niveaux de tonsteins a une importance fondamentale pour l'identification des veines de charbon, et de toute la série en général, à défaut d'autres niveaux-repères suffisamment constants. Tous les tonsteins se rencontrent en intercalaires dans les veines exploitables ou dans des passées de moindre épaisseur, circonstances qui les avaient fait considérer comme sans importance par les anciens chercheurs qui leur donnaient le nom de " Bout de ficelle " (Rechnicos).

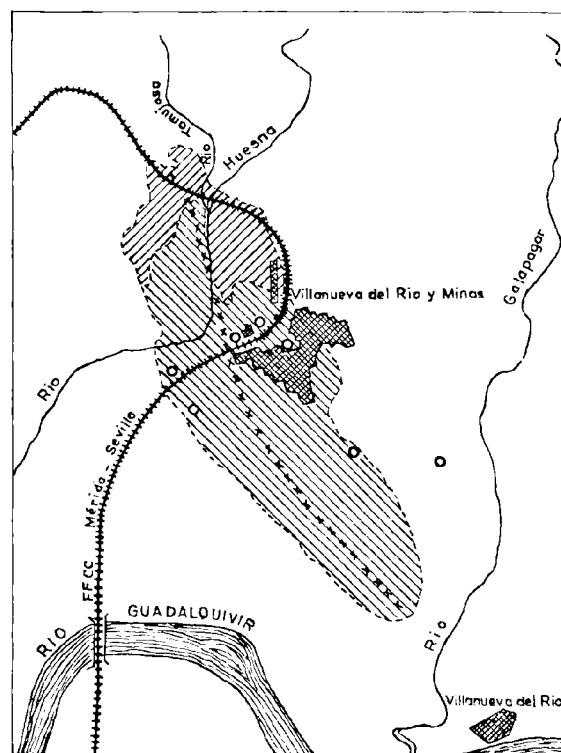
La figure 3 représente la coupe stratigraphique normale du 2^{me} recoupage Sud du travers banc Est-Ouest, étage 15, zone Ouest. C'est l'unique ouvrage au rocher qui nous permette à l'heure actuelle de faire figurer les 6 tonsteins.

La succession des tonsteins est la suivante :

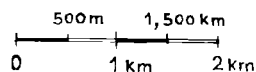
Tonstein Supérieur A	} dans le groupe supérieur
Tonstein Supérieur A bis	
Tonstein Supérieur C	
Tonstein Principal :	dans le groupe principal
Tonstein Intermédiaire :	au toit de la veine Cajón
Tonstein Cajón :	au mur de la veine Cajón

Macroscopiquement, ils se remarquent par leur dureté et leur compacité, chaque fois qu'ils n'ont pas été altérés par les agents atmosphériques, en opposition au reste des stériles intercalaires (schistes, niveaux carbonatés, etc...), qui sont le plus souvent mous et friables.

Ils ont tous une teinte gris sombre, avec une granulométrie moyenne à grossière, pouvant parfois atteindre plusieurs millimètres, à tel point qu'on les a parfois confondus avec des grès. Leur



Echelle



- Carbonifère (Westphalien B) affleurant
- Carbonifère (Westphalien B) recouvert par le Miocène

FIG. 2. — Plan schématique du Bassin.

épaisseur, variable de l'un à l'autre, l'est aussi d'un point à un autre pour un même niveau. Le plus épais est Supérieur C, qui peut atteindre 8 cm, le plus mince est Intermédiaire, qui ne dépasse pas 1,5 cm en certains points.

Leur position relative au milieu des différents groupes, en tenant compte des observations réalisées dans les travaux actuels, est la suivante :

GRUPE SUPÉRIEUR.

1) Toit :

Schistes bitumineux, en plaquettes, épaisseur maximale observée à l'étage 16 : 0,75 m.

2) Veine Supérieure A :

Puissance totale : 2,70 m.

Rapport charbon/charbon + stériles : 0,80.

Du sommet à la base, on peut observer :

- Charbon : épaisseur moyenne 0,42 m.
- Schistes : épaisseur moyenne 0,22 m (sol de végétation).
- Charbon : épaisseur moyenne 0,17 m (minimale : 0,13 m ; maximale : 0,23 m).

Tonstein Supérieur A :

Épaisseur moyenne : 0,047 m (minimale : 0,04 m ; maximale : 0,05 m).

Charbon : épaisseur moyenne : 0,39 m (minimale : 0,26 m ; maximale : 0,45 m).

Tonstein Supérieur A bis :

Épaisseur moyenne : 0,025 m (minimale : 0,02 m ; maximale : 0,04 m).

Charbon : épaisseur moyenne : 1,45 m (minimale : 1,10 m ; maximale : 1,72 m) (contenant différents niveaux carbonatés).

3) Sol de végétation :

Schistes : épaisseur moyenne : 0,77 m (minimale : 0,43 m ; maximale : 1,44 m).

4) Veine Supérieure C :

Épaisseur moyenne : 0,60 m (minimale : 0,46 m ; maximale : 0,79 m).

Rapport charbon/charbon + stériles : 0,73.

Le tonstein C, Épaisseur moyenne : 0,05 m (minimale : 0,04 m ; maximale : 0,08 m), se rencontre aux environs du toit, sous une veinule de charbon d'une épaisseur moyenne de 0,11 m.

GROUPE PRINCIPAL.

1) Toit :

Schistes à plantes flottées, avec fréquemment des radicelles in situ.

2) Couche Principale A :

Épaisseur moyenne : 0,71 m (minimale : 0,56 m ; maximale : 1,46 m).

Rapport charbon/charbon + stériles : 0,69.

Le tonstein principal, de 0,055 m d'épaisseur moyenne (minimale : 0,05 m ; maximale : 0,06 m), se place de façon variable au milieu de la couche.

3) Sol de végétation :

Schistes. Épaisseur moyenne : 0,70 m (minimale : 0,22 m ; maximale : 1,31 m).

4) Couche Principale B :

Épaisseur moyenne : 0,82 m (minimale : 0,50 m ; maximale : 1,43 m).

Rapport charbon/charbon + stériles : 0,86.

Repose quelquefois sur un schiste feuilleté, friable

5) Mur :

Sol de végétation en schiste.

GROUPE CAJÓN.

On ne peut pas dire que ce soit un groupe, puisqu'il ne comporte qu'une veine qui n'a été qu'occasionnellement exploitée. Sa puissance varie de 0,45 m à 2,00 m, présentant le plus souvent des stériles intercalaires dans du charbon très sale. Il a paru inutile de le diviser en zones.

Les tonsteins Intermédiaire et Cajón se trouvent respectivement au toit et au mur de cette veine. Le premier se situe au milieu d'une série de limets de charbon qui se rencontrent à partir de 3,50 m du toit de la couche. Son épaisseur moyenne est de 0,022 m (minimale : 0,015 m ; maximale : 0,03 m). Le tonstein Cajón présente une épaisseur qui varie de 0,02 à 0,05 m. Il se trouve au toit d'une veinule de charbon de 0,05 m qui se situe à 3,20 m au mur de la veine.

Pour les échantillons prélevés dans les exploitations actuelles, situées du Sud du bassin, ainsi que dans les affleurements du Nord, nous avons pu prouver que les tonsteins Supérieur A, A bis, C et Principal s'étendent à travers tout le bassin (soit environ 5.000 m). Cette vérification a permis de prouver que les interprétations établies antérieurement et que nous avons pu contrôler sur les plans des travaux de la zone Nord ne sont pas exactes : on était arrivé à confondre en différents points les groupes Supérieur et Principal.

Quant aux tonsteins Intermédiaire et Cajón, il ne nous a pas été possible d'avoir les mêmes preuves à cause du nombre trop faible d'échantillons que nous avons pu prélever et qui proviennent généralement de points trop espacés.

3) Etude pétrographique des Tonsteins.

Nous avons étudié en lames minces 313 échantillons de tonsteins. Pour les parties anciennes de l'exploitation, il nous a été très difficile, parfois même impossible de procéder à la reconnaissance de certaines zones où les travaux sont actuellement abandonnés ou rebouchés. C'est ce qui est arrivé par exemple pour le tonstein Cajón, qu'on a à peine pu reconnaître dans les travaux actuels, l'exploitation n'ayant pas été reprise dans la veine du même nom. Pour ce tonstein, nous ne disposons que de quelques échantillons prélevés dans les quelques galeries anciennes que nous avons pu visiter.

En résumé, les caractéristiques pétrographiques des 6 tonsteins sont les suivantes :

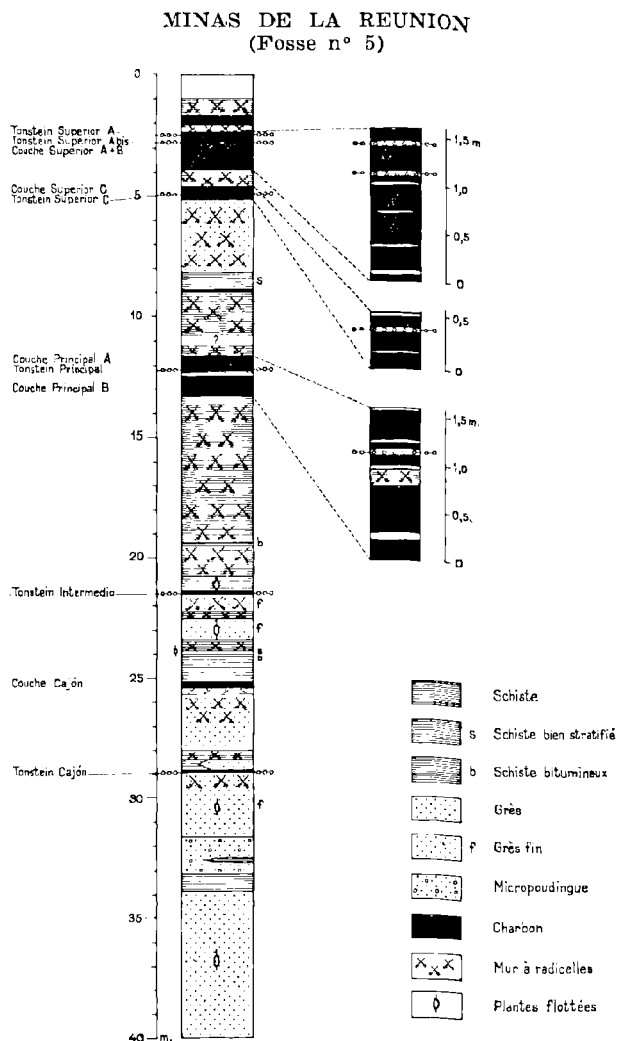


FIG. 3. — Coupe stratigraphique normale du 2^{me} recoupage au Sud du travers-banc E-W (étage 15).

TONSTEIN SUPÉRIEUR A. - Epais : 4 à 5 cm.

Tonstein de grain moyen, à stratigraphie visible, matrice kaolinique ou carbonatée, brun clair ou foncé, suivant la proportion de matière humique, kaolinite fréquente en vermicules brun foncé, nodules de kaolinite micro et cryptocristalline, grès, allongés suivant le plan de stratification. On observe aussi quelquefois des nodules de pâte anisotrope.

Quartz abondants, en grains de dimensions variables avec des formes qui vont de l'arrondi parfait à la forme aciculaire.

Grains de feldspaths plagioclases partiellement altérés.

Quelques sections d'apatite et des paillettes de muscovite. Fragments détritiques de roches diverses : schistes, roches siliceuses, etc..

Points de prélèvement :

Bord Est : 7 échantillons.

Bord Ouest : 17 échantillons.

TONSTEIN SUPÉRIEUR A bis. - Epais : 2 à 3 cm.

Tonstein de grain moyen, avec une stratification assez peu régulière. Matrice brune sombre, mais carbonatée ou charbonneuse par zones. Vermicules de kaolinite brune, rares, mal formés, parfois associés à de la calcite. Présence de nodules de kaolinite micro et cryptocristalline, plus fréquente du second type, quelquefois de grandes dimensions et allongés suivant la stratification.

Quartz abondants en éléments de formes et de dimensions variées (quelques-uns sont arrondis, les autres aciculaires). Grains de feldspaths plagioclases en faible proportion. Quelques sections d'apatite. Les fragments de roches détritiques sont très abondants (schistes et roches siliceuses de granulométrie diverse). Fragments de débris végétaux carbonisés. Il arrive fréquemment de rencontrer dans ce niveau un mince filet de couleur plus claire, constitué par une pâte kaolinique anisotrope qui renferme de très fins fragments de quartz.

Points de prélèvement :

Bord Est : 5 échantillons.

Bord Ouest : 12 échantillons.

TONSTEIN SUPÉRIEUR C. - Epais : 4 à 8 cm.

Tonstein de granulométrie moyenne à grossière, le plus souvent bien stratifié, avec une matrice brune, kaolinique et carbonatée, avec des zones plus ou moins sombres, suivant leur teneur en matières charbonneuses. Fréquents vermicules de kaolinite brune, quelquefois enroulés, disposés sans ordre. Nodules de kaolinite microcristalline assez fréquents, généralement alignés suivant la stratification.

Quartz abondants en éléments de dimensions et de formes variées (arrondis, aciculaires, etc...). Feldspaths plagioclases nettement visibles, quelques sections d'apatite, fragments de roches, principalement schistes et roches siliceuses, très abondants et juxtaposés aux nodules de kaolinite dans la moitié inférieure du tonstein, constituant ainsi une des caractéristiques les plus accusées de ce niveau.

Points de prélèvement :

Bord Est : 1 échantillon.

Bord Ouest : 14 échantillons.

TONSTEIN PRINCIPAL. - Epais : 5 à 6 cm.

Tonstein bien stratifié, de grain moyen à grossier, à matrice peu abondante, kaolinique, brun foncé en raison de sa teneur en matières charbonneuses ; kaolinite en vermicules bruns, très fréquents, quelques-uns de grandes dimensions (pouvant aller jusqu'à 5 mm), se rencontrant quelquefois groupés entre eux ; nodules de kaolinite micro et cryptocristalline assez fréquents alignés suivant le plan de stratification.

Le quartz se présente avec la même variété de formes et de dimensions que dans les autres tonsteins. Grains de feldspaths plagioclases visibles. Sections d'apatite. Fragments de roches schisteuses et siliceuses, qui,

MINAS DE LA REUNION
(Zone Ouest du Bassin - Faisceaux "Superior")

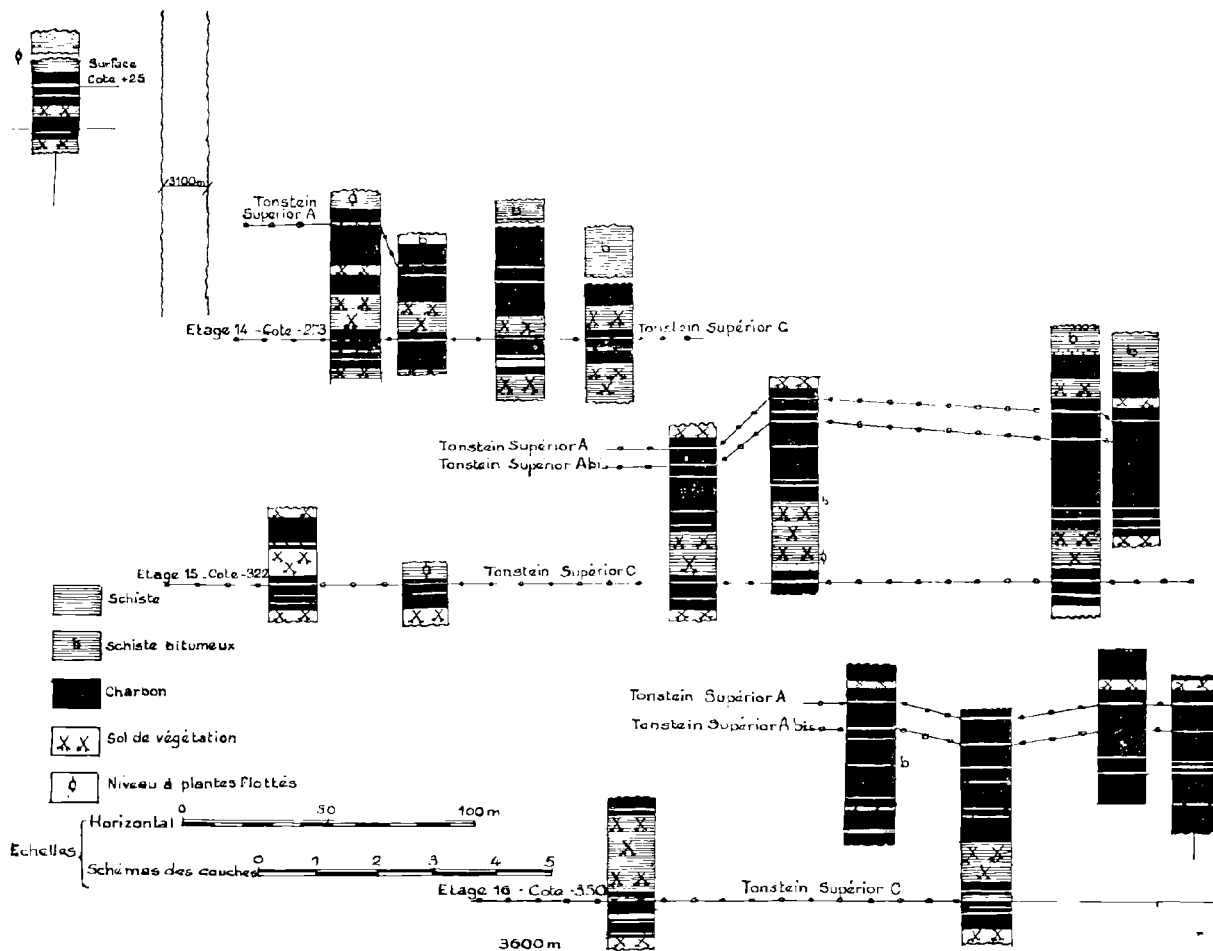


FIG. 4. — Schéma des couches avec les Tonsteins "Superior A, A bis et C" intercalés

associés aux nodules de kaolinite, sont plus abondants dans la partie inférieure du tonstein.

Points de prélèvement :

Bord Est : 6 échantillons.
Bord Ouest : 3 échantillons.

TONSTEIN INTERMÉDIAIRE. - Epais. : 1,5 à 3 cm.

Tonstein à stratification visible, matrice très finement cristalline, de teinte claire, légèrement carbonatée.

Rares vermicules de kaolinite brune, associés à de la calcite, mal formés, avec leur plus grande dimension parallèle aux fins limets qui constituent le tonstein. Quelques vermicules montrent une teinte grise entre nicols croisés ; nodules de kaolinite microcristalline grise, orientés parallèlement à la stratification.

Grains de quartz abondants, de dimensions et de formes variées. Feldspaths plagioclases en cristaux bien

visibles. Fragments de roches métamorphiques au milieu desquels se distinguent des fragments siliceux et des fragments altérés.

Points de prélèvement :

Bord Ouest : 6 échantillons.

TONSTEIN CAJÓN. - Epais. : 2 à 5 cm.

Tonstein peu homogène, irrégulier, mal stratifié. Rares vermicules de kaolinite brune, mal formés, carbonatés ; nodules de kaolinite micro et cryptocristalline fréquents, quelques-uns de grandes dimensions.

Grains de quartz de formes et de dimensions diverses. Quelques sections d'apatite. Fragments de roches métamorphiques disposés, de même que les nodules, parallèlement à la stratification. La matrice, cristalline, est pratiquement constituée par de petits vermicules micro ou cryptocristallins, et de minuscules grains de quartz.

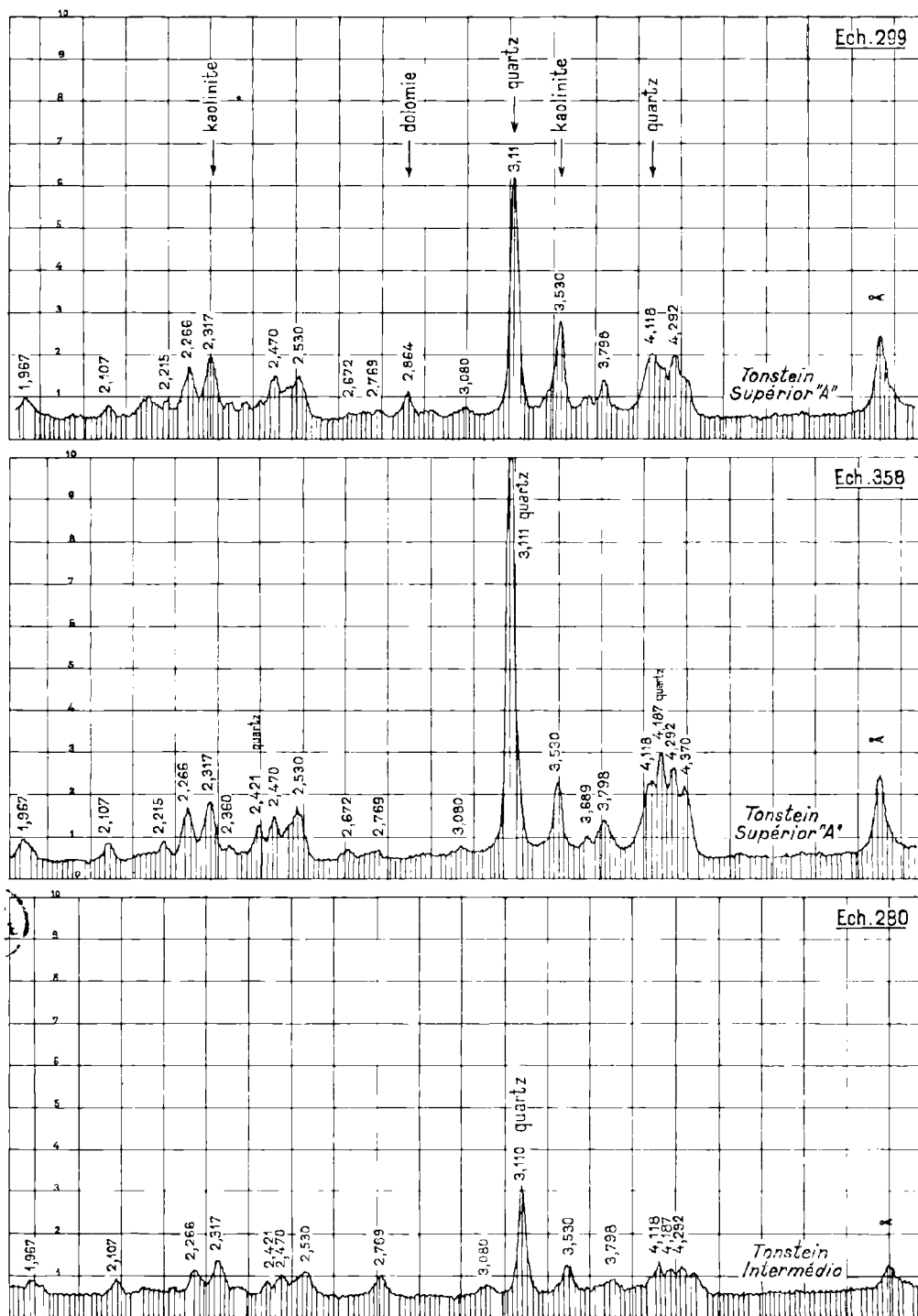


FIG. 5. — Diagrammes de diffractométrie aux rayons X.

Les raies du quartz : 3111 Å° et 4118 Å° et de la kaolinite : 2226 Å°, 2317 Å° et 3530 Å° sont visibles sur tous les diagrammes. Seul l'échantillon 299 montre la raie de la dolomite : 2864 Å°.

(Ces diagrammes ont été réalisés par M. Prouvost, Professeur de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Lille).

On observe fréquemment dans ce tonstein, de petits niveaux charbonneux.

Points de prélèvement :

Bord Ouest : 1 échantillon.

Pour nous résumer, nous pouvons dire que les 6 niveaux présentent les caractéristiques des tonsteins. Le niveau Supérieur A et le niveau C montrent dans leur contenu kaolinique assez de ressemblance, mais ils se distinguent par la présence de fragments élastiques de roches dans le second.

Le tonstein principal est peut-être le plus typique des niveaux par la présence de très nombreux vermicules de kaolinite qui constituent toute la masse dans un limet du milieu du tonstein.

Quant aux trois autres tonsteins, qui ont une épaisseur nettement inférieure à celle des précédents, la prépondérance des nodules de kaolinite par rapport aux vermicules macrocristallins en

constitue le caractère le plus apparent. La distinction entre ces niveaux est surtout basée par leur position dans la série. Le tonstein Supérieur A bis ne peut pas être confondu avec ceux qui l'encadrent : Supérieur A et Supérieur C. Enfin, le tonstein Intermédiaire montre une proportion légèrement supérieure de kaolinite et une matrice plus carbonatée que le tonstein Cajón.

Les analyses au diffractomètre (Rayons X) réalisées au Laboratoire de Minéralogie de la Faculté des Sciences de Lille sous la direction du Professeur Prouvost, montrent une forte proportion de kaolinite, du quartz très abondant, de la calcite, dans la plupart des échantillons et probablement de la dolomie dans l'échantillon 299. A part la dolomie, tous ces éléments se retrouvent dans les tonsteins typiques. Les niveaux ne peuvent donc être différenciés par la méthode du diffractomètre. Par contre, l'examen des textures en lames minces est beaucoup plus révélateur et permet de faire des comparaisons plus fines.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

FIG. 1. — Tonstein "Superior A". Ech. 299.

Pâte brune chargée de matière humique : P ;
Calcite : C ; Quartz : Q ; dolomie, sidérose.
Kaolinite en gros éléments provenant de l'altération de feldspath : K_f ; également kaolinite "en boule" : K_b .

FIG. 2. — Tonstein "Superior A bis". Ech. 294.

Pâte pseudo amorphe : P ; débris végétal carbonisé : V ; Quartz anguleux : Q ; Kaolinite en boule : K_b .

FIG. 3. — Tonstein "Superior C". Ech. 380.

Pâte sombre argilo-charbonneuse : P ; Eléments non altérés ; Quartz : Q ; Feldspath : F ; Eléments altérés ; Illite : I ; Kaolinite : K.

FIG. 4. — Tonstein "Superior C". Ech. 411.

Base de l'échantillon. Pâte moins abondante : P ; Quartz anguleux ou globuleux : Q ; Feldspath non altéré : F ; Nombreux éléments kaolinisés : K.

FIG. 5. — Tonstein "Principal". Ech. 367.

Matériel clastique altéré. Pâte abondante : P ;
Quartz : Q ; Eléments kaolinisés : K.

FIG. 6. — Tonstein "Principal". Ech. 389.

Pâte sombre : P ; Quartz en échardes : Q_e ou anguleux : Q_a ; Kaolinite en gros vermicules : K.

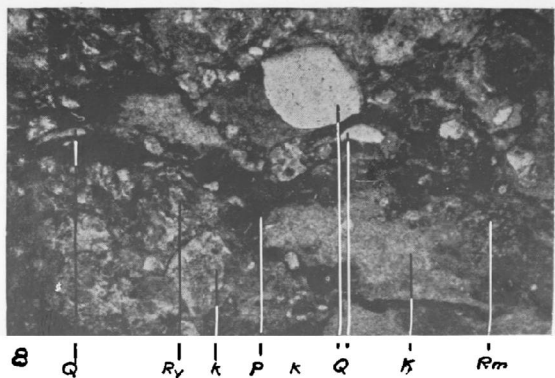
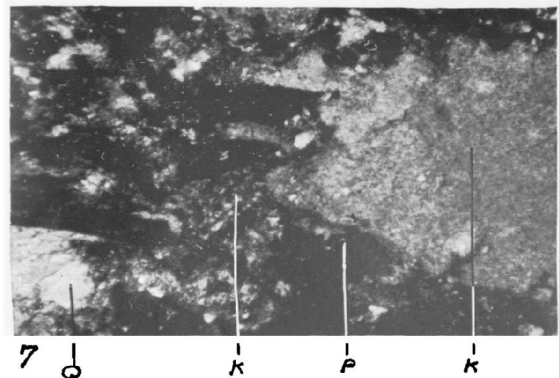
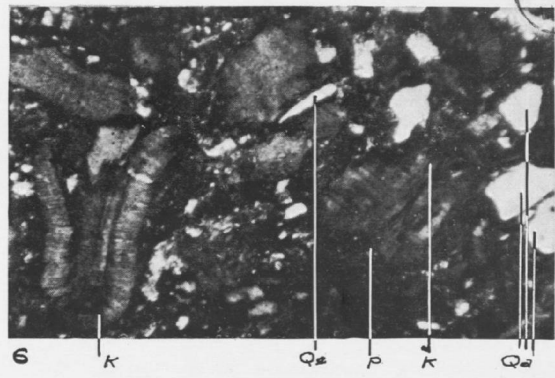
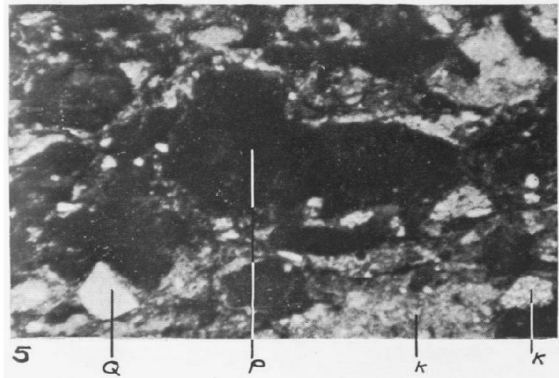
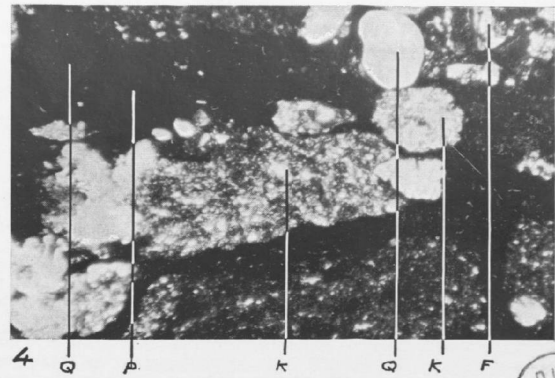
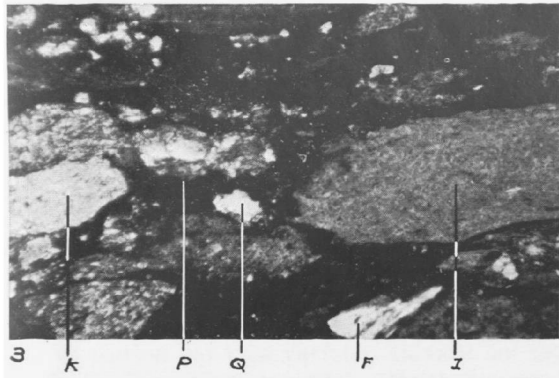
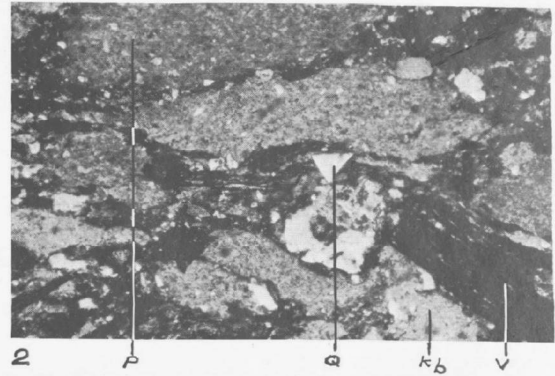
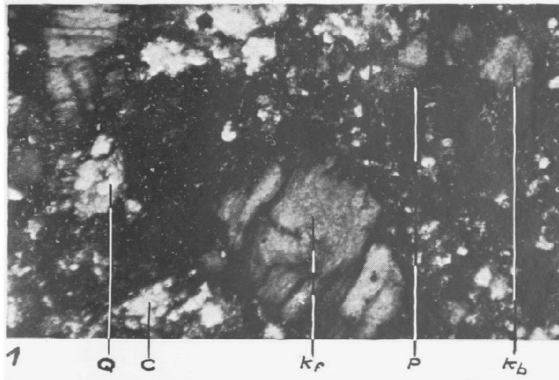
FIG. 7. — Tonstein "Intermedio". Ech. 385.

Pâte sombre charbonneuse : P ; Quartz anguleux : Q_a ; Eléments polygéniques en voie de kaolinisation : K.

FIG. 8. — Tonstein "Cajón". Ech. 183.

Pâte argileuse : P ; Quartz anguleux : Q_a ; Eléments de roches volcaniques : R_v , et métamorphiques : R_m ; Eléments altérés en voie de kaolinisation.

Toutes les photographies sont prises au grossissement 72 environ. Les figures 1 à 7 en lumière polarisée analysée. La figure 8 en lumière polarisée non analysée.



Deux exemples de l'évolution du chimisme de l'eau artésienne dans la nappe de la Gaize oxfordienne et celle des sables verts albiens, en Ardenne.

par G. WATERLOT (*)

Sommaire. — L'examen d'analyses d'eau dans des nappes captives contenues dans des terrains perméables en grand et perméables en petit indique que l'évolution du chimisme de l'eau peut être très vite réalisée.

On sait que, en passant de la zone d'affleurement en zone captive, la composition chimique de l'eau souterraine évolue progressivement. La vitesse de cette évolution est très variable suivant les terrains ; c'est ce que deux exemples, pris en Ardenne, montrent particulièrement bien.

Le premier exemple concerne la nappe de la "gaize oxfordienne". En zone d'affleurement de la gaize, un puits exécuté à Grandchamp (Ardenne), dans la vallée du ruisseau de Grandchamp, près de la ferme de la Folie Durant, a rencontré une eau dont la composition chimique est la suivante, les quantités étant exprimées à la fois en milligrammes et en milliéquivalents par litre d'eau (mg/l et mEq/l) :

— Titre hydrotimétrique : 28,6° (en degrés français) ;

— Résidu sec : 470 mg/litre.

Anions	mg/l	mEq/l	Cations	mg/l	mEq/l
CO ₂	184,5	6,15	Ca	96	4,80
SO ₄	19	0,40	Mg	11	0,92
Cl	6	0,17	Na	15	0,65
NO ₃	0,5	0,01	K	3	0,08
SiC ₂	28	—	Fe	0,02	—
		6,73			6,45

Cette composition est représentée graphiquement par le diagramme semi-logarithmique (fig. 1, A) dans lequel la totalité de milliéquivalents alcalins (sodium et potassium) est exprimée conventionnellement en Na ; il en sera de même pour les autres analyses (4).

En zone de captivité de la nappe oxfordienne, un forage a été réalisé à Vieil-Saint-Rémy (Ardenne), à 2 000 m du début du recouvrement de la gaize par des terrains imperméables, au point de coordonnées Lambert I, zone Nord : x = 755.800, y = 216.280. Les terrains suivants ont été rencontrés, de haut en bas :

- limon argileux avec débris de calcaire blanc argovien 2,10 m
- marne grise à oolites ferrugineuses ("minerai de fer de Neuvizy") 13,90 m
- gaize gris bleu traversée sur 13,00 m

Les venues d'eau se sont produites entre 19 et 21 m du sol (eau artésienne).

L'analyse de l'eau a donné les résultats suivants :

— Titre hydrotimétrique : 26,4°.

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille (Sciences de la Terre).

CONCENTRATION EN IONS

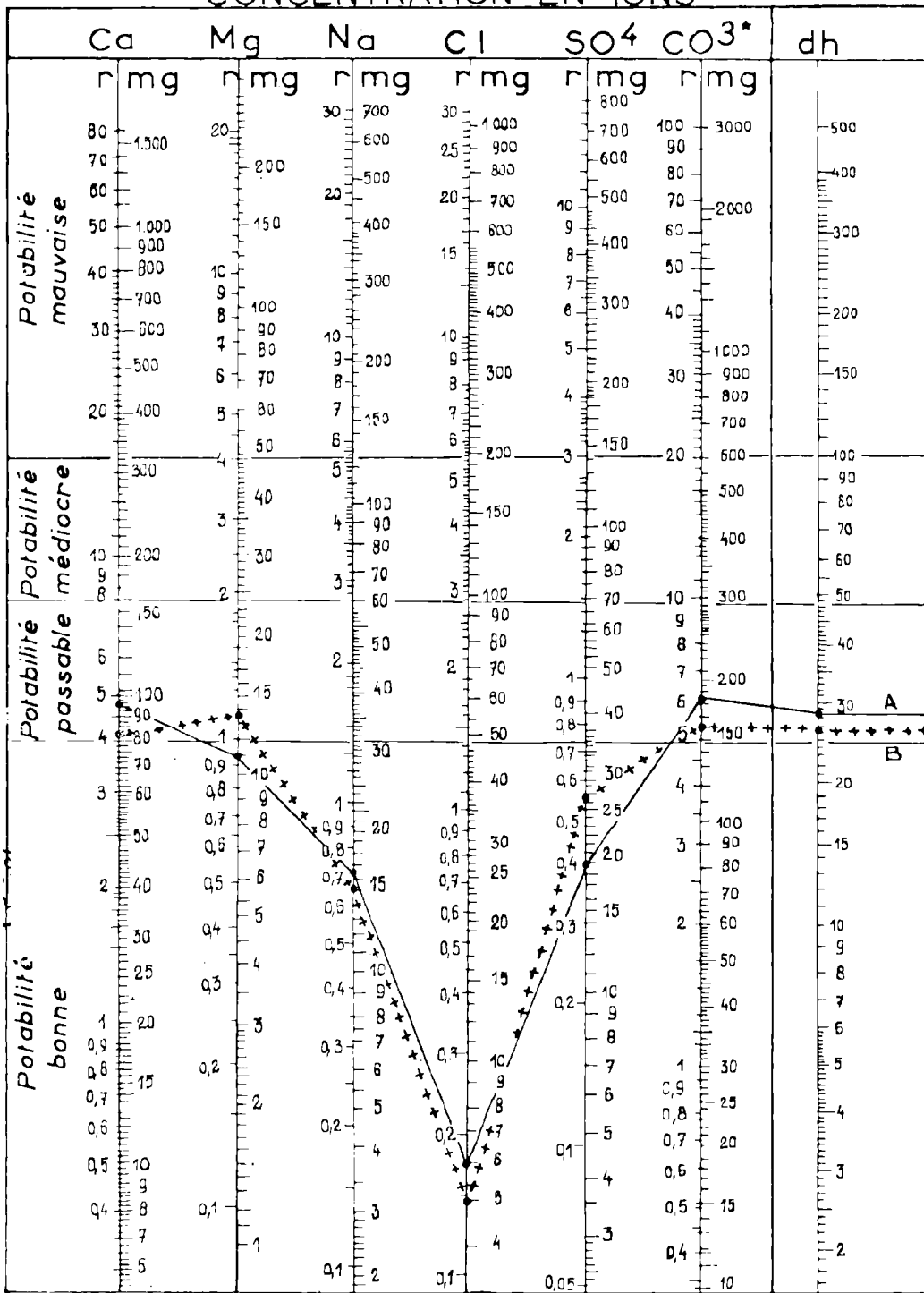


DIAGRAMME LOGARITHMIQUE

* CO₃ combiné.

FIG. 1. — Eaux de la nappe de la gaize oxfordienne.
 A : en zone d'affleurement, à Grandchamp (Ardennes) ; B : en zone de captivité, à Saint-Rémy (Ardennes).

Anions	mg/l	mEq/l	Cations	mg/l	mEq/l
CO ₃	161	5,36	Ca	83	4,14
SO ₄	26,4	0,55	Mg	13,8	1,14
Cl	5	0,14	Na	12	0,52
SiO ₂	18,5		K	5,5	0,14
		6,05	Fe	0,4	
					5,94

La composition de l'eau (fig. 1, B) est très voisine de celle de Grandchamp. Les teneurs en alcalino-terreux et en alcalins restent pratiquement semblables à elles-mêmes et celle en sulfates a peu progressé. On peut constater que l'évolution du chimisme de l'eau n'a pas encore commencé à se produire malgré le parcours de 2 km en régime captif. On peut en voir la cause dans la rapidité de la circulation de l'eau en terrain bien fissuré. Dans les deux cas, l'eau est de bonne potabilité au point de vue chimique.

Le deuxième exemple se rapporte à des captages dans la nappe des sables verts albiens. La zone des affleurements s'étend suivant l'arc Hirson-Vierzon, en passant par Vouziers et Saint-Dizier. L'analyse de l'eau de l'Albien, recueillie à Vouziers, est incomplète (1, p. 507) ; elle donne les indications suivantes, traduites en valeurs d'ions :

— Titre hydrotimétrique : 9,8°.

Anions	mg/l	mEq/l	Cations	mg/l	mEq/l
Cl	3,9	0,11	Ca	35,6	1,78
			Mg	2,16	0,18

Pour disposer d'une analyse plus complète, on peut considérer celle de Saint-Dizier, comparable à celle de Vouziers pour les éléments dosés, ce qui peut faire admettre la nature semblable de l'eau (1, p. 507 et 512) :

— Titre hydrotimétrique : 9,75°.

Anions	mg/l	mEq/l	Cations	mg/l	mEq/l
CO ₃	48	1,60	Ca	35,4	1,77
SO ₄	18,7	0,39	Mg	2,1	0,18
Cl	8,5	0,24	Na	6,4	0,28
		2,23			2,23

C'est une eau de très bonne potabilité, au point de vue chimique (fig 2, A) ; elle est bi-

carbonatée calcique légère, du fait que les sables albiens sont peu calcaireux et que le CO₂ n'a pas encore pu se neutraliser en totalité depuis les affleurements ; elle est très peu chlorurée et peu chargée en sodium qui se trouve nettement dominé par le calcium et le magnésium.

En zone de captivité de la nappe albienne, un forage a été effectué récemment à Séry (Ardennes), à 1 900 m du début du recouvrement des sables verts albiens par l'argile du Gault, au point de coordonnées Lambert I, zone Nord : x = 748.090 ; y = 211.640, c'est-à-dire dans une situation géographique comparable à l'exemple pris pour la nappe oxfordienne.

Les terrains suivants ont été rencontrés, de haut en bas :

— limons argileux, jaunes, décalcifiés	1,00 m
— limons argilo-calcaire jaunâtres ou verdâtres	3,00 m
— marne sableuse bleu foncé (marne de Givron, du Cénomanién)	21,30 m
— argile noire du Gault	10,70 m
— sables verts albiens	12,00 m
— marne gris verdâtre de l'Aptien probable	9,09 m

Le niveau d'eau a été rencontré à 37,50 m de profondeur, dans les sables verts ; il est artésien, s'élevant à 0,70 m au-dessus du sol.

L'analyse de l'eau a donné les résultats suivants :

— Titre hydrotimétrique : 12,8° ;

— Résidu sec à 110° : 868 mg/l.

Anions	mg/l	mEq/l	Cations	mg/l	mEq/l
CO ₃	183	6,10	Ca	33	1,64
SO ₄	140	2,91	Mg	11	0,92
Cl	185	5,21	Na	260	11,30
SiO ₂	3,5		K	10,5	0,27
			Fe	0,1	
		14,22			14,13

L'alcalinité a nettement augmenté, le CO₂ ayant eu le temps de se neutraliser ; les teneurs en sulfates, chlorures et sodium également. L'eau est devenue essentiellement chlorurée sodique, sulfatée et bicarbonatée sodique et n'est plus que très peu bicarbonatée calcique. C'est une eau très évoluée,

CONCENTRATION EN IONS

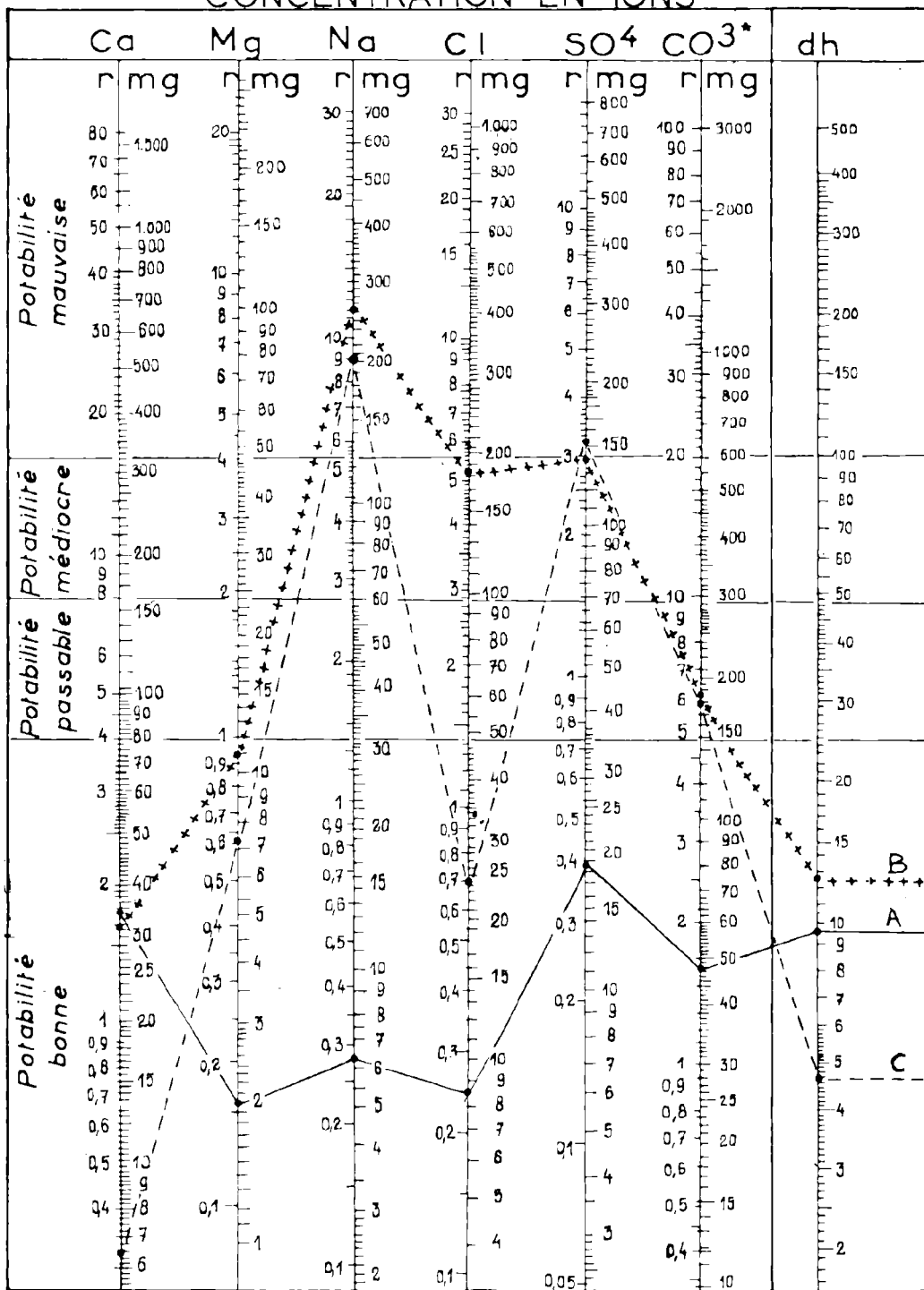


DIAGRAMME LOGARITHMIQUE

* CO₃ combiné.

FIG. 2. — Eaux de la nappe des sables verts albiens.
 A : en zone d'affleurement, à Saint-Dizier (Haute-Marne) ; B et C, en zone de captivité : B, à Séry (Ardennes) ;
 C, à Bucy-le-Long (Aisne).

à classer dans la zone de salure avec potabilité très médiocre au point de vue chimique (fig. 2, B).

Ainsi, après un parcours inférieur à 2 km, la composition chimique de l'eau a pris un tout autre aspect. On peut en voir la cause dans l'extrême lenteur de la circulation de l'eau dans les sables verts, le contact prolongé avec le terrain favorisant fortement la minéralisation de l'eau ; ces sables sont, en effet, de faible porosité en ce lieu, à en juger par le dépôt de sable très fin, quartzeux et glauconieux que laissait l'eau artésienne.

Cette évolution du chimisme de l'eau est déjà pratiquement aussi poussée, à 1900 m des affleurements, que celle de Bucy-le-Long (Aisne), captée à 75 km de la zone des affleurements et à plus de 600 m de profondeur. La composition de l'eau est, en effet, la suivante (3, p. 88 ; 1, p. 512 ; 2, p. 228) :

- Titre hydrotimétrique : 4,7° ;
- Résidu sulfaté : 708 mg/l.

Anions	mg/l	mEq/l	Cations	mg/l	mEq/l
CO ₃	180	6,00	Ca	6,6	0,33
SO ₄	154	3,21	Mg	7,3	0,61
Cl	24,8	0,70	Na	206,5	8,98
		9,91			9,92

Dans ce dernier cas, l'eau est même moins chlorurée qu'à Séry ; par contre, les échanges de bases sont nettement marqués par diminution des alcalino-terreux et un titre hydrotimétrique très bas. L'évolution du chimisme de l'eau est donc un peu plus poussée qu'à Séry mais les deux analyses indiquent que l'eau est à classer dans la zone de salure. On peut penser que la limite entre les eaux normales et les eaux de la zone de salure n'est pas parallèle à la ligne marquant la limite des affleurements sous revêtement imperméable et que ce fait tient à une différence de la porosité des sables, c'est-à-dire de la finesse des grains, qui régit la vitesse de circulation de l'eau souterraine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) DELECOURT J. (1938). — Les eaux artésiennes salines du Bassin de Paris, de la Basse et de la Moyenne Belgique. *Bull. Soc. belge Géol., Paléont., Hydrol.*, t. 47, p. 501-526.
- 2) LEMOINE P., HUMERY R. et SOYER R. (1939). — Les forages profonds du Bassin de Paris. La nappe artésienne des Sables verts. *Mém. Mus. Nat. d'Hist. nat.*, nouv. sér., t. XI, Paris.
- 3) LEROUX E. et PRUVOST P. (1935). — Résultats géologiques d'un sondage profond à Amiens. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LX, p. 70-99.
- 4) WATERLOT G. (1950). — L'évolution du chimisme des eaux du Calcaire carbonifère de Lille-Roubaix-Tourcoing et régions limitrophes. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXX, p. 79-109.

— « » —

Les Foraminifères pélagiques des "Dièves" crétacées aux abords du golfe de Mons (Belgique)

par F. ROBASZYNSKI (*)

Sommaire. — Les marnes céno-mano-turonniennes appelées "Dièves" dans le Hainaut belge et le Nord de la France ont livré une microfaune pélagique abondante et caractéristique dans deux sondages et un affleurement.

Une succession de quatre couches a pu être définie ; elles contiennent, du haut vers le bas : *G. gr. lapparenti*, *Pg. helvetica*, des "grosses globigérines", *R. cushmani*.

Summary. — In the Belgian Hainaut and the north of France, the cenomanian-turonian marls ("Dièves") have revealed in two borings and one outcrop an abundant and characteristic pelagic microfauna. A succession of four beds could be defined. These beds contain from top to the bottom : *G. gr. lapparenti*, *P. helvetica*, "grosses globigérines", *R. cushmani*.

Depuis longtemps, le terme de "Dièves" est utilisé dans le Hainaut et le Nord de la France pour désigner des marnes de couleur très variable allant du rouge au bleu en passant par le jaune, le vert et le blanc, comprises entre un "Tourtia" ou conglomérat de transgression et des niveaux à silex que sont les "Fortes-Toises" surmontées des "Rabots".

Une telle définition lithologique est commode pour le sondeur mais n'a pas de signification chrono-stratigraphique précise.

Pour donner un âge à un sédiment, il faut rechercher des arguments, paléontologiques par exemple, et J. Cornet (3) aborde bien la question :

« L'assise à *Inoceramus labiatus* (...) est souvent difficile à identifier par suite de l'absence de ses fossiles caractéristiques (...).

Sur le territoire français, c'est à cette assise, qui y est représentée par des marnes argileuses plastiques, que l'on réserve le nom de *Dièves* ; dans le Hainaut, nous appelons *Dièves* toutes les marnes qui s'intercalent entre le *Tourtia* à *P. asper* et les *Fortes-Toises* et nous les divisons en trois assises, dont l'inférieure est céno-manienne (*Actinocamax plenus*) ; l'assise moyenne est celle d'*Inoceramus*

labiatus et la supérieure, celle de *Terebratulina rigida*.

L'assise à *Terebratulina rigida*, ou des *Dièves* supérieures du Hainaut, est celle dont la continuité de Belgique en France est la moins douteuse ; mais en France, on y comprend des couches qui doivent entrer dans la zone à *Micraster leskei* ».

J. Cornet (3) encore, établit une corrélation entre les *Dièves* du Hainaut et celles du Nord de la France. Pour lui :

— les *Dièves* moyennes à *I. labiatus* ont leur équivalent dans les marnes à *I. labiatus* du Nord appelées "*Dièves vertes*" ;

— les *Dièves* supérieures à *T. rigida* trouvent leur correspondant dans les marnes à *T. rigida* dont J. Gosselet rappelle les noms attribués par les mineurs : "Bleues", "Faux-bleus", "Durs banes" et "Petits banes" ;

— les "*Fortes-Toises*" et "*Rabots*" du Hainaut se rattachent à la craie à cornus ; ces trois derniers niveaux constituant la zone à *M. leskei*.

Plus tard, R. Marlière (11, p. 431) élève l'assise des *Dièves* inférieures du Hainaut au rang d'Assise de Saint-Aybert, contenant : *I. crippii reachensis*, *I. pictus*, *Actinocamax plenus*, *Anomia papyracea*, *Plicatula barroisi*, *Magas geinitzi*.

(*) Faculté polytechnique de Mons (Belgique).

Ces attributions chrono-stratigraphiques semblent aisées lorsqu'on trouve dans les *Dièves* les macrofossiles estimés jusqu'à présent comme caractéristiques. Mais, comme le signalent J. Magné et J. Polvêche (9) : « Encore faut-il admettre que *T. rigida* et *I. labiatus*, les fossiles guides (...) soient de bons fossiles et qu'ils ne soient pas en relation directe avec les faciès ».

Ne pouvant répondre maintenant d'une façon décisive, je me contenterai de transcrire tout d'abord les résultats de l'étude des Foraminifères pélagiques des marnes rapportées aux *Dièves* dans deux sondages et un affleurement, résultats qui constituent une suite à ceux déjà publiés depuis 1962 (9, 15).

1) Affleurement à Bettechies.

La carrière de la gare, mise actuellement en réexploitation, se situe au SW du massif dévonocarbone de Blaugies, à environ 4 km au NW de Bavay. Elle a été décrite récemment par R. Marlière (13). Un soubassement de calcaire noir givétien, plissé et pénéplané, supporte en discordance une succession de couches horizontales montant, du haut vers le bas (fig. 1) :

— des *Dièves* claires, blanches ou légèrement jaune verdâtre, plus crayeuses au sommet ;

— un *Tourtia* peu épais — 10 à 30 cm — glauconifère, avec des galets peu abondants ;

— un *Sarrazin* ou calcaire coquillier ferrugineux. Des plaques minces dans le *Sarrazin* n'ont pas montré de microfaune.

COMMENTAIRE DE LA FIGURE 1.

À gauche de la colonne lithologique, j'ai indiqué la macrofaune décrite par Ch. Barrois (1) à Bellignies et Gussignies (où existe une série identique) et les attributions d'âge qui dérivent de la macrofaune et de la lithologie.

À Bettechies même, *Act. plenus* est sûr ; il a été retrouvé au cours d'une récente excursion à la base des *Dièves* claires. J'ai trouvé une *T. rigida* dans l'échantillon B 14 à 20 cm au-dessus du *Tourtia* et d'autres dans B 15 et B 16.

Dans la région d'Autreppe, où l'on reconnaît une succession semblable à celle de Bettechies, R. Marlière (*) a trouvé *I. labiatus* dans les marnes

(*) Communication orale.

argileuses à environ 1 m au-dessus du *tourtia* à *Act. plenus* (effectivement présent) en compagnie de nombreuses *T. rigida*.

À droite de la colonne sont notées les extensions verticales des foraminifères pélagiques et leurs implications zonales. Toutes les espèces rencontrées ont été figurées.

Quelques remarques concernant la dénomination des foraminifères sont nécessaires. Elles resteront valables aussi pour les deux sondages.

Suivant B. Porthault (17), je regroupe dans l'espèce *Hedbergella portdownensis* les espèces *H. portdownensis* WILLIAMS-MITCHELL et *H. brittonensis* LOEBLICH et TAPPAN ; *Praeglobotruncana lehmanni* PORTHULT est le *nov. nom.* remplaçant *Pg. gigantea* LEHMANN.

L'appellation *Pg. gr. stephani* réunit les espèces *Pg. delrioensis* PLUMMER, *Pg. marginaculata* LOEBLICH et TAPPAN, *Pg. stephani stephani* GANDOLFI et *Pg. stephani gibba* KLAUS.

Dans l'espèce *Pg. helvetica* BOLLI, il est possible de distinguer trois formes :

- a. carène proche du centre de la face spirale,
- b. carène à mi-chemin du centre et de la périphérie,
- c. carène périphérique avec une face spirale plate bien caractéristique.

J'ai regroupé ces trois formes et leurs termes de passage dans la dénomination *helvetica*. En effet, bien que les individus *a* apparaissent en premier avec quelques formes *b* et *c*, ils semblent se poursuivre jusqu'à l'extinction de l'espèce.

J'ai appelé *Globotruncana imbricata* MORNOD une forme bicarénée, avec bandeau carénal large, à loges légèrement globuleuses, à sutures ventrales radiales non proéminentes. Il faut attendre de posséder un matériel plus abondant pour décider sagement de sa position systématique. Il en est de même pour *Globotruncana marginata* REUSS, dont le statut n'est pas encore très clair. J'ai utilisé, pour déterminer cette dernière espèce, la figuration de Th. Moorkens (15).

Dans la dénomination *Globotruncana gr. lapparenti*, j'inclus des formes peu faciles à séparer entre elles que sont *G. sigali* 2 carènes REICHEL, *G. lapparenti coronata* BOLLI, *G. lapparenti lapparenti* BROTZEN, *G. lapparenti tricarinata* QUFREAU et qui ont, suivant les auteurs (2, 15, 19), des répartitions stratigraphiques semblables.

Les extensions verticales des espèces caractéristiques ont été surchargées d'un hachuré horizontal.

À Bettechies, on note que *Rotalipora cushmani* MORROW s'éteint quand les *Pg. helvetica* apparaissent. Celles-ci deviennent bientôt prédominantes et sont prises en relais dès leur disparition par les *G. gr. lapparenti* associées à *G. linneiana*.

Une remarque de détail s'impose : dès que la fréquence de *R. cushmani* décroît, il apparaît une association bien caractéristique de grosses Hedber-

MACROFAUNE ET INTER-
-PRETATION STRATIGRAPHI-
-QUE. Cf. réf.(1),(7),(13).

REPARTITION VERTICALE ET FREQUENCE RELATIVE DES PRINCIPALES
ESPECES DE FORAMINIFERES PELAGIQUES

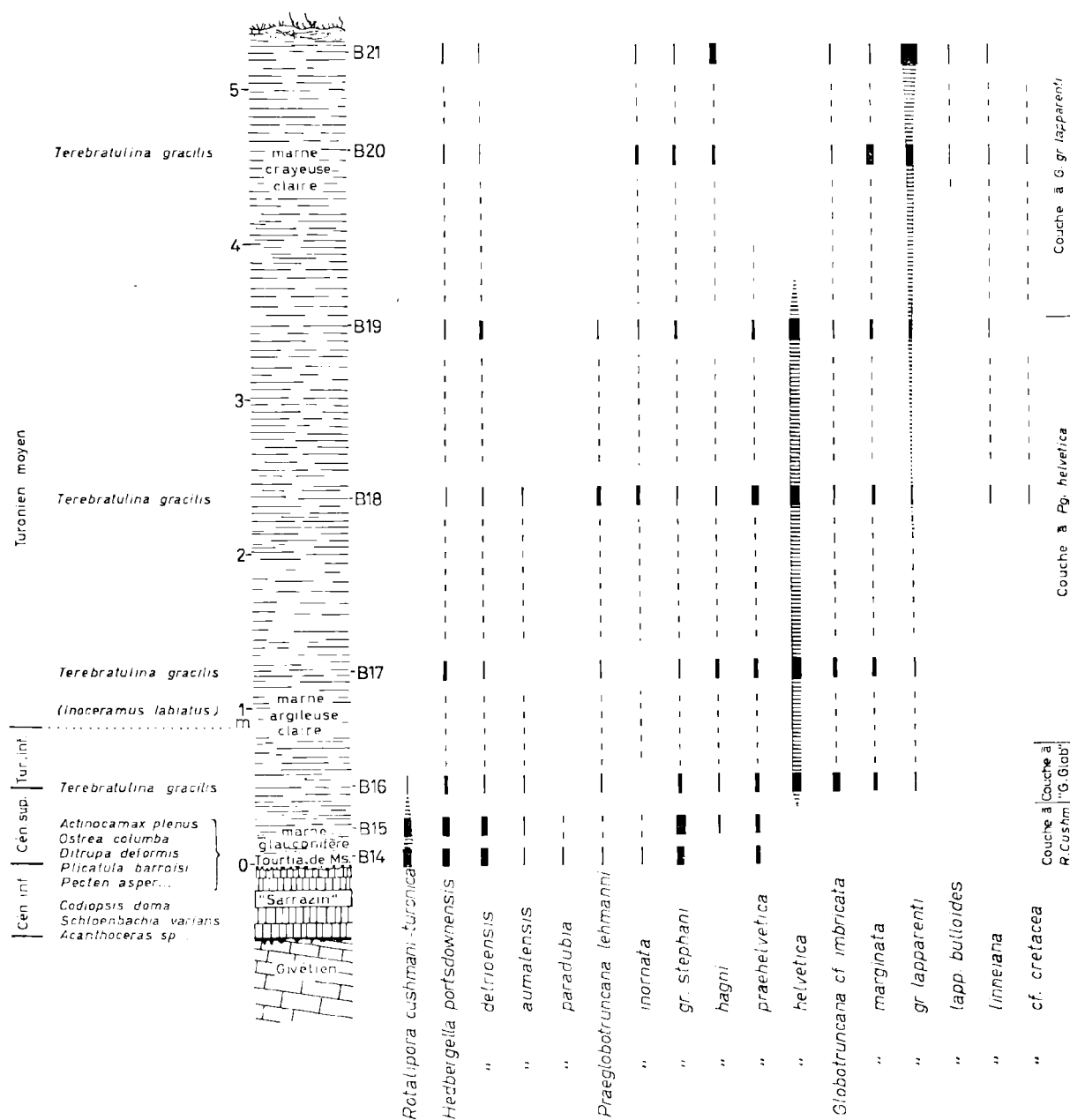


FIG. 1. — Crétacé de Bettrechies

gelles avec *Pg. lehmanni*, toutes à peu près de grande taille (0,4 à 0,7 mm) et souvent qualifiées de "grosses globigérines"; à cet ensemble se joignent les premières *Pg. hagni* SCHEIBNEROVA, *G. imbricata* et *G. marginata*.

En résumé, si l'on reprend la répartition verticale des foraminifères pélagiques dont l'extension est bien limitée, on est amené à distinguer à Bettrechies, du haut vers le bas, les couches suivantes (cf. fig. 4).

— marnes crayeuses à *G. gr. lapparenti* et *G. linneiana* ;

— marnes à *Pg. helvetica* ;

— marnes glauconifères à "grosses globigérines" ;

— *Tourtia* à *R. cushmani*.

2) Sondage du Jardiné à Thulin (10) ou QUIEVRAIN 09.

Ce sondage, creusé en 1943 et dont quelques carottes ont été conservées dans les réserves de la F.P.Ms., est l'un de ceux mettant bien en évidence les "Dièves inférieures" auxquelles est attribué un âge cénomanien supérieur.

Il est situé au NW du massif de Blaugies, à 1 km environ à l'W de Thulin ou à 4 km au NE de Quiévrain-frontière.

La figure 2 expose à gauche de la colonne lithologique les interprétations stratigraphiques de R. Marlière (10) déduites du contenu macrofaunistique des *Dièves*.

Voyons, à droite, les foraminifères pélagiques : *H. portsdownensis* et *delrioensis* s'étalent avec des fréquences variables dans toute la succession mais sont de grande taille à la base. Les "grosses globigérines" : *paradubia*, *lehmanni* et autres Hedbergelles, ainsi que certaines *stephani*, abondent entre 160 et 171 m. *G. helvetica* est très fréquente entre 160 et 143 m. Les *G. gr. lapparenti* débutent dès 143 m.

Un fait important à noter est l'absence du genre *Rotalipora*.

Pour résumer, le sondage QUIEVRAIN 09 présente, du haut vers le bas, les coupures suivantes (reportées sur la figure 4) :

— au-dessus de 143 m : marnes à *G. gr. lapparenti* et *G. linneiana* ;

— de 143 à 162 m environ : marnes à *Pg. helvetica* ;

— de 162 à 171 m : marnes à "grosses globigérines" ;

— entre 171 et 176 m : manque d'échantillons.

3) Sondage n° 41 de Bernissart ou BELCEIL 02, référence (5) et coupe détaillée dressée par M. Minnen (*).

Le sondage est situé entre Bernissart et Pommerœul, à moins d'un km à l'E de Bernissart et à 3 km de la limite N des affleurements crétaqués du bassin de Mons. Proche des "cuves" de Bernissart et de Pommerœul, il traverse 73 m de *Dièves*.

Du point de vue de la micropaléontologie, on note, du haut vers le bas (fig. 3 et 4) :

— la présence de *G. gr. lapparenti* et *G. linneiana* de 85 à 105 m ;

— l'abondance de *Pg. helvetica* de 105 à 135 m ;

— de 135 à 160 m, des niveaux où sont bien représentées les "grosses globigérines".

A noter encore l'absence de *R. cushmani* dans ce sondage.

Conclusion.

En confrontant les résultats des deux sondages et de l'affleurement de Bettrechies, on est en droit d'établir une succession de couches caractérisées chacune par une microfaune spécifique. On distingue ainsi, superposées du haut vers le bas :

— des couches à *G. gr. lapparenti* et *G. linneiana* ;

— des couches à *G. helvetica* ;

— des couches à "grosses globigérines" ;

— des couches à *R. cushmani*.

QUELQUES RÉFLEXIONS.

Ce travail préliminaire appelle plusieurs remarques.

1. *R. Cushmani* n'est présente qu'à Bettrechies dans le *Tourtia* glauconifère à la base des *Dièves*. Faut-il conclure à l'absence de cette espèce dans

(*) Notes manuscrites inédites.

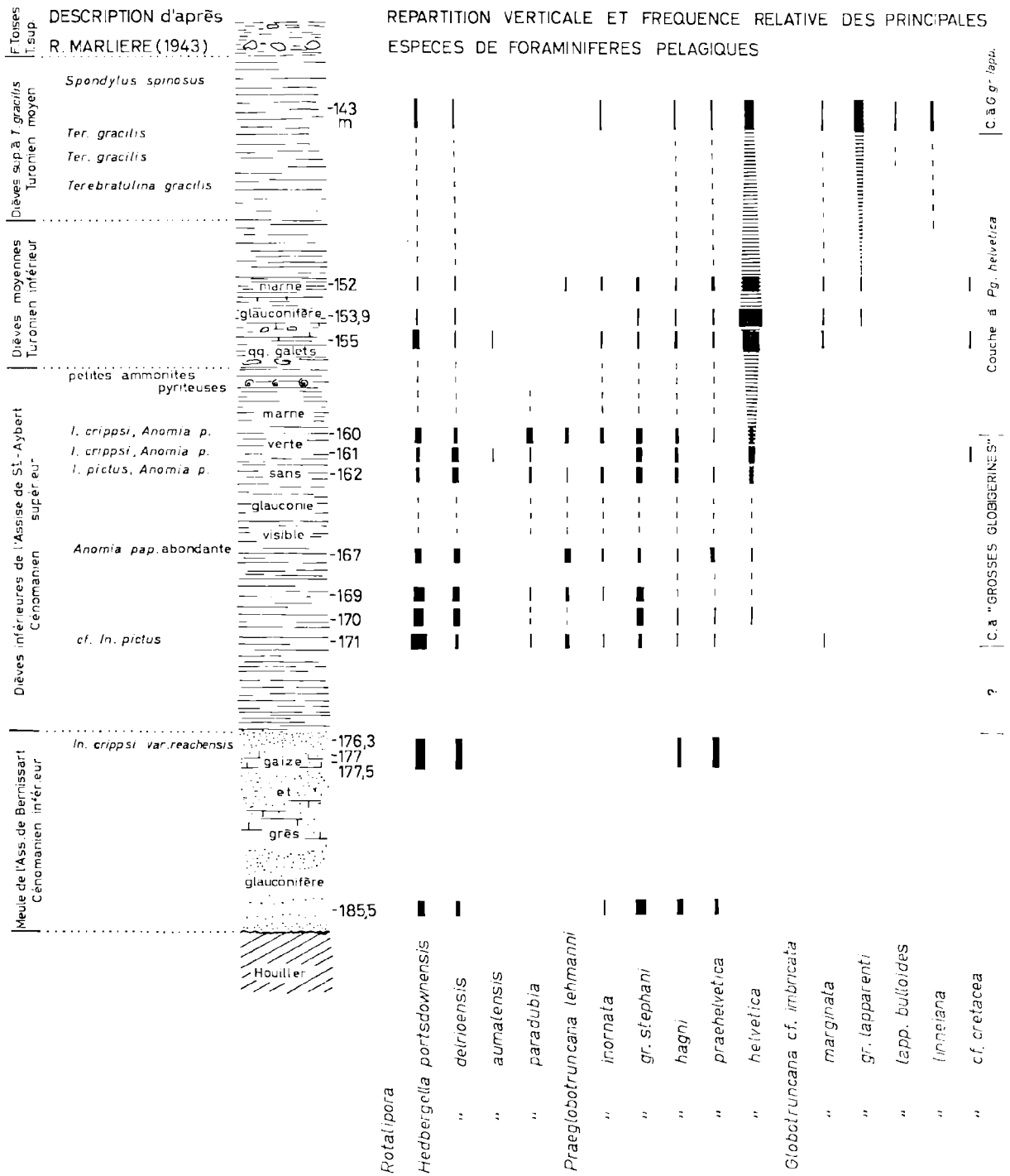


FIG. 2. — QUIEVRAIN 09 : Sondage du Jardiné

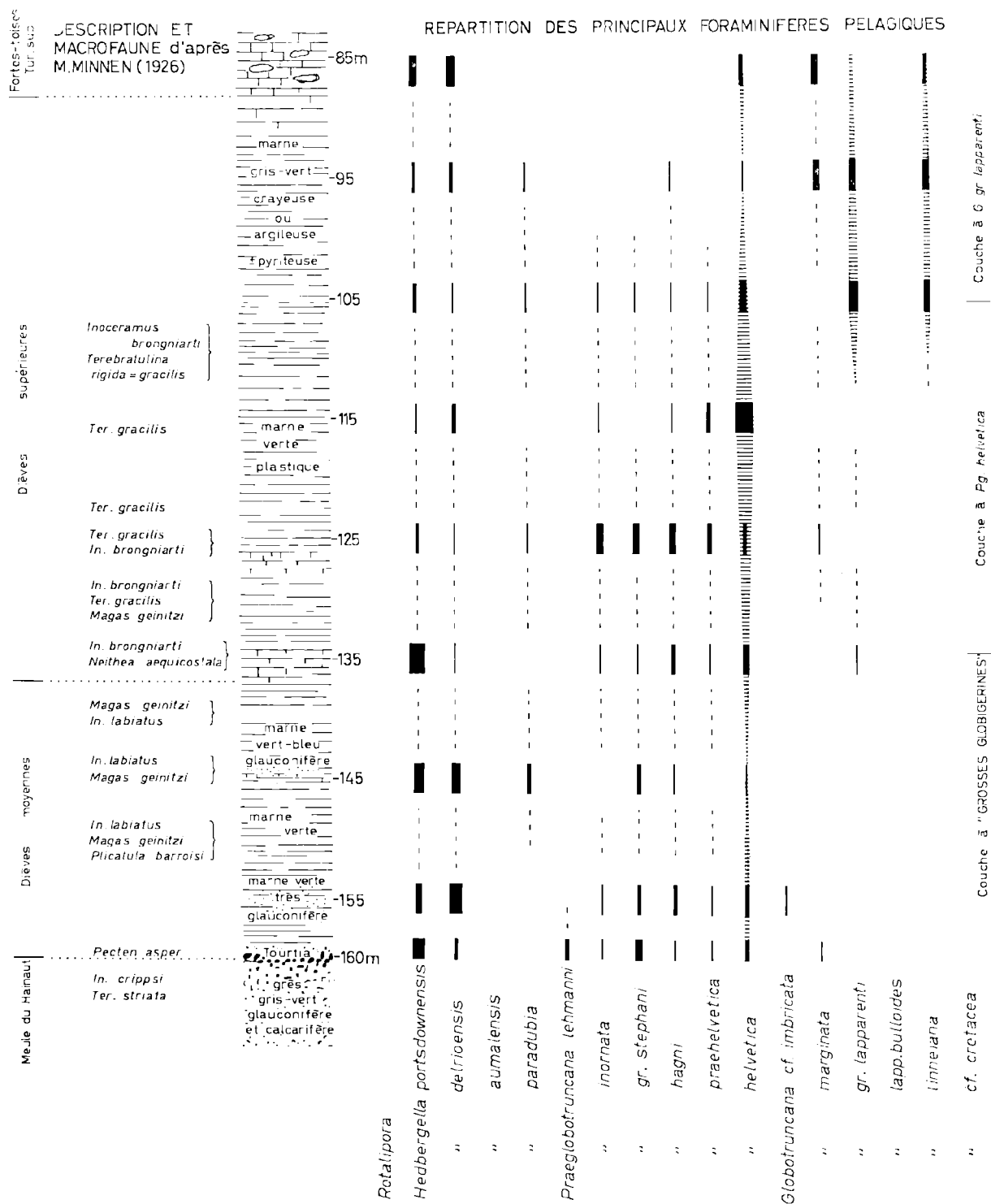


FIG. 3. — BELCÉIL 02

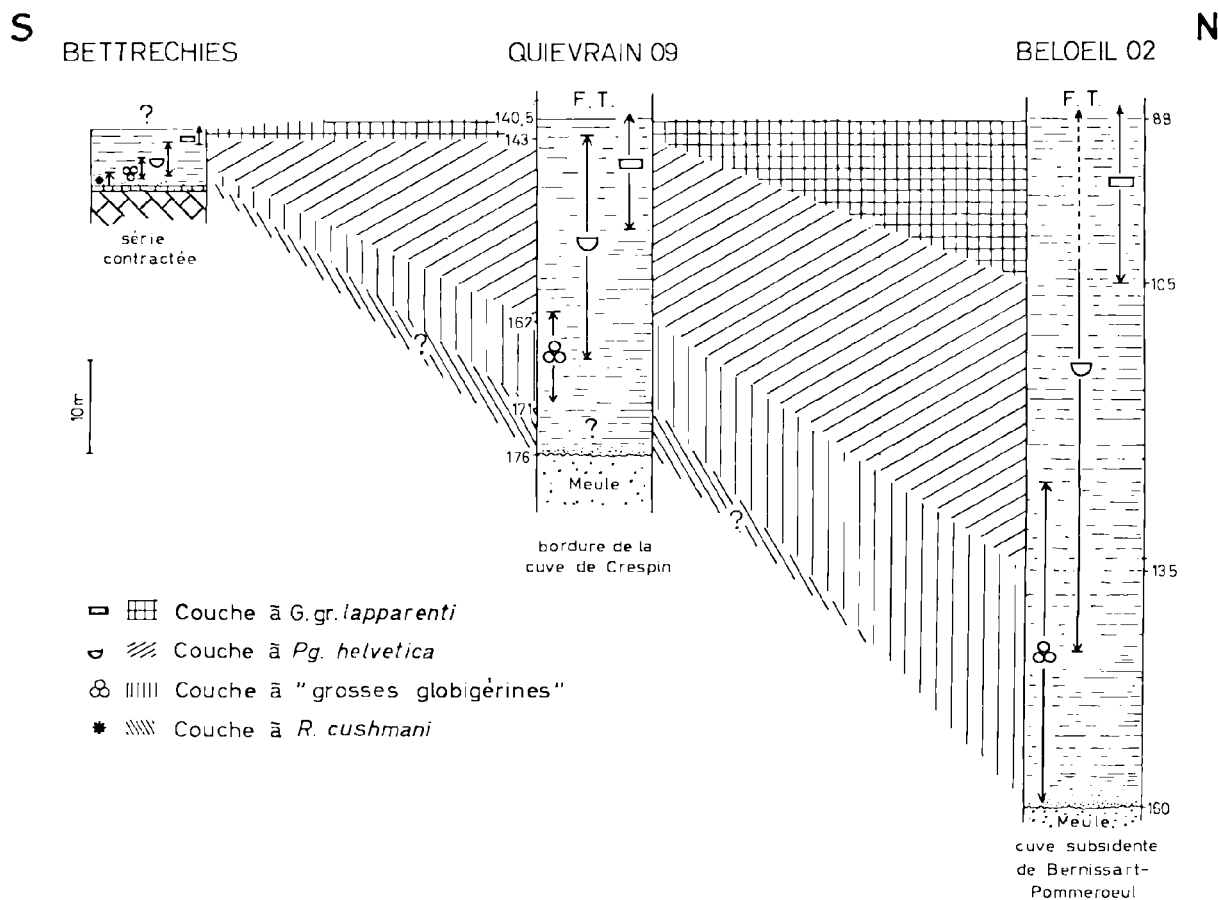


FIG. 4. — Succession des couches à Foraminifères pélagiques dans les "Dièves" aux abords du golfe de Mons.

les *Dièves* des deux sondages? Dans le cas de "BELCEIL 02", l'échantillonnage des cuttings est suffisamment serré pour que l'on puisse être affirmatif, mais dans celui de "QUIEVRAIN 09", il y a un manque de carotte en 171 et 176 m. Là, il n'est pas exclu que les 5 m de marnes puissent contenir des Rotalipores. Tout au moins peut-on émettre un doute quant à l'attribution de ces 5 m uniquement à la "couche à grosses globigérines".

2. A Bettrechies, on note les "grosses globigérines" dans un faciès glauconifère épais de 30 à 40 cm juste au-dessus du *Tourtia* de transgression, tandis que, dans les deux sondages, elles se trouvent dans des marnes argileuses épaisses de 10 à 25 m, indiquant une plus grande profondeur de la mer au moment de leur dépôt. Ceci constitue une preuve que les "grosses globigérines" ne sont pas liées à un faciès.

3. La figure 4 montre les différences d'épaisseur des couches à associations de foraminifères pélagiques caractéristiques dans les trois séries étudiées. Il apparaît évident que les marnes surmontant le *Tourtia* à Bettrechies forment une série contractée par rapport aux *Dièves* des deux sondages.

4. En tenant compte des interprétations chronostratigraphiques de B. Porthault (17) et de J. Sigal (19) qui se fondent sur des corrélations micro-macrofaune établies dans les régions périméditerranéennes, on aurait tendance à rajeunir toutes les couches de *Dièves* par rapport aux interprétations de J. Gosselet, J. Cornet et R. Marlière.

En effet, dans le Sud de la France, les "grosses globigérines" caractérisent le Turonien inférieur, *G. helvetica* apparaît au début du Turonien moyen et *G. gr. lapparenti* s'épanouissent dès le Turonien supérieur.

C'est dans ce sens que Magné et Polvêche *in* (16) ont interprété, également dans le Nord de la France, la série du Puits 19 de Lens.

5. J. Polvêche (16) a remarqué justement qu'il ne fallait pas dissocier l'étude de la macro et de la microfaune. Dans ce même ordre d'idées, en ce qui concerne les *Dièves*, j'ai pu montrer à Bettrechies que *Terebratulina gracilis* = *rigida* (est-ce d'ailleurs bien toujours *T. gracilis*?) n'est pas présente uniquement au Turonien moyen, mais peut descendre jusqu'au Turonien le plus inférieur. La valeur de ce fossile, considéré jusqu'à présent comme "espèce-guide", est donc à revoir.

D'autres lamellibranches utilisés pour étayer les interprétations stratigraphiques posent aussi des problèmes d'extension verticale. Par exemple, *Inoceramus pictus* et *Anomia papyracea* sont toujours attribués au Cénomanién supérieur [R. Mar-

lière (12) pour le Bassin de Mons et R. Dehée pour le Nord de la France; H.M.A. Woods (20) en Angleterre pour la zone à *Holaster subglobosus* cénomaniénne], alors que dans les provinces méditerranéennes, B. Porthault et coll. (17, 18) font monter *pictus* jusqu'au sommet du Turonien moyen.

Ce rapide aperçu confirme l'existence de faunes pélagiques dans les *Dièves* du Bassin de Mons et fait apparaître une zonéologie possible qui laisse espérer une meilleure définition des assises cénomano-turoniennes jusque dans les parties orientales du Bassin de Mons.

Remarque: Les *Dièves* contiennent pour la plupart des Ostracodes ornés. L'étude parallèle de cette intéressante microfaune pélagique peut devenir un nouvel argument qui confirmera ou non ces premières opinions.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BARROIS Ch. (1878). — Le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. V, p. 227-487.
- 2) CARON Michèle (1966). — Globotruncanidae du Crétacé supérieur du synclinal de la Gruyère (Préalpes médianes, Suisse). *Rev. Micropal.*, vol. 9, n° 2, p. 68-93.
- 3) CORNET J. (1919). — Le Turonien entre Mons et l'Escaut. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLII, p. M 125-168.
- 4) CORNET J. (1923). — Le Cénomanién entre Mons et l'Escaut. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLVI, p. M 3-50.
- 5) CORNET J. (1926). — Note sur la cuve de Bernissart. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLIX, p. B 103-104.
- 6) GOSSELET J. (1873). — Sur l'âge des silex, dits Rabots de Mons. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. 2, p. 59-60.
- 7) JEFFERIES R.P.S. (1963). — The stratigraphy of the *Actinocamax plenus* subzone (Turonian) in the Anglo-Paris Basin. *Proceedings of the geologists' association*, vol. 74, part. 1, p. 1-34.
- 8) MAGNÉ J. et POLVÊCHE J. (1961). — Sur le niveau à *Actinocamax plenus* (BLAINVILLE) du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXI, p. 47-62.
- 9) MAGNÉ J. et POLVÊCHE J. (1962). — Le Crétacé de la fosse 10 d'Oignies (Nord). Micropaléontologie et stratigraphie. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXII, p. 127-134.
- 10) MARLIÈRE R. (1945). — Les morts-terrains au sondage du Jardiné à Thulin (Hainaut). *Bull. Soc. belge de Géol. de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. LIV, p. 145-149.
- 11) MARLIÈRE R. (1954). — Le Crétacé *in* *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*. Liège.
- 12) MARLIÈRE R. (1965). — Aux confins cénomano-turonien : la zone à *Actinocamax plenus*. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIV, p. 257-264.
- 13) MARLIÈRE R. (1969). — Compte rendu des journées... dans le Bassin de Mons. *Bulletin d'information des géologues du Bassin de Paris*, n° 21, p. 258-259.
- 14) MARLIÈRE R. (1970). — Géologie du Bassin de Mons et du Hainaut : un siècle d'histoire. *Ann. Soc. géol. Nord*, Bulletin du Centenaire, t. XC, p. 171-189.
- 15) MOORKENS T.L. (1967). — Quelques globotruncanidés et rotaliporidés du Cénomanién, Turonien et Coniacien de la Belgique. *In Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils*. Geneva, vol. II, Leiden, E.J. Brill, p. 435-459.
- 16) POLVÊCHE J. (1960). — Observations préliminaires sur le Crétacé supérieur traversé par quelques forages récents. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXIX, p. 190-202.
- 17) PORTHAULT B. (1967). — Foraminifères planctoniques et biostratigraphie du Cénomanién dans le Sud-Est de la France. *In Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils*. Geneva, vol. II, Leiden, E.J. Brill, p. 526-546.
- 18) PORTHAULT B., THOMEL G. et VILLOUTREYS O. (DE) (1967). — Etude biostratigraphique du Cénomanién du bassin supérieur de l'Esteron (Alpes-Maritimes). Le problème de la limite Cénomanién-Turonien dans le Sud-Est de la France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 8, p. 423-439, Pl. VIII-XI.
- 19) SIGAL J. (1967). — Essai sur l'état actuel d'une zonation stratigraphique à l'aide des principales espèces de Rosalines (Foraminifères). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 2, p. 48-50.
- 20) WOODS H.M.A. (1899-1913). — A monograph of the cretaceous lamellibranchia of England. *Paleontographical Society*. London.

**

Pour la bibliographie micropaléontologique générale, voir les références citées par Michèle CARON (2), T. MOORKENS (15) et B. PORTHAULT (17).

Poches de dissolution et argile résiduelle

par A. BONTE (*)
(Planches II et III)

Sommaire. — 1) La carrière de Rœux montrait il y a quelques années (1953-1965) les différentes étapes de la formation et du développement des poches de dissolution en pays de craie.

2) Le liseré d'argile noire qui cerne les poches de dissolution représente strictement l'insoluble de la craie et est corrélatif de la dissolution.

Summary. — 1) The Rœux-quarry offered few years ago (1953-1965) very good exposures on the formation and development of the dissolution-pits in the chalk.

2) The edge of blackish clay which bounds the dissolution-pits is strictly equivalent to the insoluble part of the chalk and is correlative with the dissolution.

La carrière de Rœux présentait il y a quelques années un intérêt exceptionnel, car elle permettait d'observer de façon continue la formation et l'évolution des poches de dissolution de la craie. Le développement de la carrière ayant entraîné la disparition complète de la zone intéressante, il a semblé utile d'en donner une description détaillée, à titre documentaire.

La localisation de l'argile résiduelle, corrélatrice de la dissolution, était bien visible dans la carrière de Rœux ; sa composition élémentaire a pu être étudiée grâce aux conditions favorables présentées par la carrière récente de Maisnil-Bouché.

I. — LES POCHEs DE DISSOLUTION DE LA CARRIÈRE DE RŒUX (P.-de-C.)

La carrière dite aux Cailloux d'Elbart, exploitée depuis une cinquantaine d'années, a beaucoup évolué depuis l'origine.

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille (Sciences de la Terre).

Elle ne figure pas sur les Plans directeurs de guerre (1928), mais déjà en 1935 il s'agissait d'une vaste exploitation à 3 niveaux, desservis chacun par un excavateur à godets qui extrayait la craie pour les Cimenteries de Biache-Saint-Vaast. A l'époque, le front de carrière, long d'environ 500 m, présentait à sa partie supérieure de vastes poches de dissolution avec le liseré noir caractéristique d'argile résiduelle, donnant ainsi à la craie une surface très irrégulière. Sur le plateau, en arrière de la zone exploitée, une carrière secondaire entaillait la découverte qui était utilisée en additions pour la fabrication du ciment.

Cette découverte était formée de couches régulières et comportait la succession suivante, de haut en bas :

0,30 m	Terre végétale	m	}	Quaternaire
0,40 m	Limon argileux à silex (terrasse alluviale)			
0,50 m	Argile plastique (Argile de Clary)	Cl	}	Landénien
2,50 m	(+) Sable argileux et glauconieux plus ou moins consolidé (Tuffeau de Prémont)	P		

De 1953 à 1965, l'exploitation se développe de façon intensive, sur un front de près d'un kilomètre, pénétrant de plus en plus profondément dans le talus de craie ; en même temps, disparaissent progressivement les poches de dissolution pour laisser place à la craie massive surmontée de sa couverture tertiaire non altérée. On sait, en effet, que le processus de dissolution ne se développe qu'en bordure des massifs tertiaires sous le biseau formé par l'affleurement d'une couche perméable, en l'occurrence le tuffeau landénien ; la chape imperméable, ici l'Argile de Clary, s'opposant à la dissolution. Le mécanisme de cette action a déjà été précisé (Leriche, 1909 et 1944 ; Bonte, 1954 et 1963).

Par la suite, la progression de la carrière surprimait les poches de dissolution existant encore en bordure de la Scarpe et, dès 1968, la coupe de Rœux avait pratiquement perdu toute signification.

La description de la carrière de Rœux et de ses poches de dissolution a été donnée à plusieurs reprises (Bonte, 1954, fig. 2 ; 1965a, Pl. I ; 1965b, fig. 4, 5, 6, 7 et 20). L'une de ces poches a été figurée à nouveau (Pomerol et Riveline-Bauer, 1967, Pl.-texte fig. 4), mais avec une légende erronée qui est incompatible avec le processus de formation des poches (*).

En raison de l'intérêt de cette carrière, qui permettait de suivre, dans l'espace, l'évolution dans le temps des poches de dissolution, j'ai pensé qu'il serait utile de figurer, à titre documentaire, l'état de l'exploitation en 1964, au moment où elle était la plus démonstrative.

A) Disposition générale de la carrière (Coordonnées Lambert, Zone I : x = 641 ; y = 289).

Le front principal de la carrière (Pl. II, fig. 1), dirigé d'abord WNW-ESE (1935), puis progressivement NNW-SSE (1955), peut se diviser en deux parties :

1) A gauche, vers l'W, une série régulière non déformée, grâce à la protection assurée par l'Argile de Clary (Cl). Cette série se prolonge encore vers la gauche (Pl. II, fig. 2) où l'on peut

(*) La couche sombre n'est pas l'Argile de Louvil (imperméable) qui a disparu, mais des alluvions caillouteuses de la Scarpe (perméables). Le liseré argileux n'apparaît pas bien sur cette photographie, mais la ligne plus sombre désignée comme telle par M. Pomerol est une passée argileuse du Tuffeau landénien (comparer avec les figures 6, 7 et 8 de la Pl. III ci-jointe).

constater que la surface de séparation Tertiaire-Crétacé est parfaitement plane. A signaler toutefois, à la surface de la craie, un ressaut qui correspond à un "îlot" de craie ayant échappé au rabotage lors de la transgression éocène (Pl. II, fig. 3).

2) A droite, une zone affectée par 5 poches, parfois complexes, qui se développent vers la vallée de la Scarpe. Les poches, numérotées de 1 à 5, commencent à se manifester vers le milieu de la photographie, à l'endroit où l'Argile de Clary se termine en biseau sous la terrasse alluviale qui recouvre alors directement le Tuffeau de Prémont.

En 1953 et en 1961, les grandes poches n'existaient que du côté opposé, à l'extrémité de la paroi ouest qui se dirigeait aussi vers la vallée de la Scarpe (Bonte, 1954, fig. 2, partie inférieure) ; elles sont actuellement en très mauvais état, vidées de leur remplissage de sable, de cailloutis et de limons.

B) L'évolution des poches.

Les poches se développent progressivement, en s'élargissant et en s'approfondissant au fur et à mesure qu'on se rapproche de la vallée de la Scarpe. Sur le front de carrière, ce développement se manifeste du N au S, en sorte que l'on peut suivre le long de la paroi les différentes étapes dans le temps de l'évolution des poches.

1) *Apparition*. Elle a pu être observée en différents points, notamment à l'occasion d'une Excursion de la Société géologique du Nord (1953), au cours de laquelle M. M. Dreyfus avait attiré l'attention sur une anomalie. La surface de la craie semblait régulière et pourtant un liseré d'argile noire apparaissait entre tuffeau et craie (Pl. III, fig. 9), le contact étant légèrement denticulé. En fait, on pouvait observer que si l'Argile de Clary existait encore en ce point, elle avait été entaillée localement sur les deux-tiers de son épaisseur par les alluvions de la Scarpe. L'accumulation des eaux d'infiltration dans cette dépression et la diminution d'épaisseur de la chape imperméable formée par l'Argile de Clary constituaient un point d'infiltration privilégiée, attestée par l'humidité plus grande du tuffeau sous-jacent.

L'apparition des poches peut également s'observer sur le mamelon situé entre les poches 4 et 5 (Pl. II, fig. 5) où l'on voit au moins 5 poches naître et se développer de 5 vers 4.

2) *Développement.* Théoriquement l'action des eaux d'infiltration, qui percolent à travers la couverture perméable, devrait se manifester par une dissolution suivant une surface continue se développant progressivement de l'aval vers l'amont, au fur et à mesure de l'érosion de la chape imperméable.

En réalité, les hétérogénéités des strates successives (en particulier du manteau superficiel remanié) et surtout les variations de perméabilité font que l'infiltration, au lieu d'être générale, ne se manifeste qu'en quelques points privilégiés (franges d'infiltration) qui sont l'amorce des futures poches. A partir de là, la dissolution se concentre pour donner naissance à des entonnoirs qui se développent, avec une vitesse variable, à la fois en diamètre et en profondeur ; car, une fois amorcé, le phénomène est irréversible.

Dans la plupart des cas, les poches sont d'autant plus développées qu'on se déplace vers l'aval, puisque leur apparition y est plus ancienne. C'est ce qui se passe, par exemple, pour les poches 1 à 3 (Pl. II, fig. 4) où l'on observe la descente progressive du tuffeau dans la craie.

La poche 4, qui résulte de la coalescence de plusieurs poches élémentaires (Pl. II, fig. 5), est un peu aberrante. L'absence de tuffeau sous la poche et sa disparition progressive de part et d'autre laissent à penser qu'il avait déjà été enlevé au moment où la dissolution a commencé ; on peut imaginer avoir affaire à un vallon secondaire, colmaté par des dépôts colluviaux, ou à un bras de l'ancienne Scarpe.

C) Le contenu des poches.

La nature du contenu des poches et sa disposition emboîtée (Pl. III, fig. 6, 7 et 8) s'opposent radicalement à toute idée de remplissage d'une cavité préexistante ; au contraire, c'est la couverture perméable, condition nécessaire de la dissolution, qui est descendue progressivement après coup à l'intérieur des poches.

Par suite de l'entraînement du carbonate de chaux, il se forme entre la couverture et la craie un vide qui est comblé au fur et à mesure de sa formation par la descente lente et régulière des différents éléments de cette couverture, ceux-ci conservant leurs relations originelles (stratification emboîtée). De proche en proche, le tassement différentiel de la couverture perméable se manifeste en surface par une cuvette. Suivant la rapidité relative de la dissolution et du comblement, la cuvette peut :

— soit rester ouverte ; elle concentre alors les eaux pluviales et entretient la percolation en la confinant en des points privilégiés (Pl. III, fig. 10),

— soit être comblée par le ruissellement : c'est le cas des poches 1, 2 et 3 (Pl. II, fig. 4 et Pl. III, fig. 6, 7 et 8) dans lesquelles la partie centrale, de teinte claire, représente des limons de lavage actuels.

La dissolution laisse évidemment un résidu, car toute craie, aussi pure soit-elle, renferme toujours un certain pourcentage d'insoluble ou de moins soluble. Ce résidu, désigné sous le nom d'argile résiduelle, apparaît entre cuir et chair, formant un liseré noir peu épais qui fera l'objet de la deuxième partie.

D) L'âge des poches de dissolution.

Le processus invoqué pour la formation des poches de dissolution (Leriche, 1944 ; Bonte, 1963), ainsi que les descriptions qui précèdent, montrent que, dans le cas de la carrière de Rœux, la naissance et le développement des poches sont en liaison étroite avec la surface topographique actuelle ; la dissolution est donc très récente et, de toute façon, largement postérieure au dépôt de la couverture perméable.

L'érosion préalable du tuffeau au fond de la poche 4 et la participation des alluvions de la Scarpe et des limons de lavage au remplissage permettent même d'affirmer que les poches n'ont pu se former qu'après le dépôt des alluvions anciennes ; elles sont même encore fonctionnelles puisqu'elles se manifestent en surface sous forme de dépressions (Pl. III, fig. 10).

Confirmé par de nombreux exemples relevés dans des assises variées, ce processus semble pouvoir être généralisé. On a parfois prétendu que le creusement des poches était antérieur à la couche la plus ancienne qu'elles contenaient (ici le tuffeau de Prémont). En réalité, les poches sont postérieures à la dernière couche déformée par le tassement différentiel et antérieures à la première couche non déformée qui vient les operculer, s'il en existe.

Il faut toutefois prendre garde que, dans les grandes carrières exploitées en plusieurs paliers, les formations les plus récentes peuvent, de loin, sembler passer horizontalement au-dessus des poches de dissolution ; ou, au contraire, s'infléchir au-dessus de bancs calcaires non déformés ; alors qu'en réalité les observations se situent dans deux plans verticaux différents.

II. — L'ARGILE RESIDUELLE DES POCHEs DE DISSOLUTION DE LA CRAIE

A la suite du Colloque sur les Argiles à silex du Bassin de Paris (1967), les résolutions adoptées par les participants, qui avaient le souci louable de respecter " *la tradition ou l'usage courant* ", ont rejeté de la catégorie des Argiles à silex " le liseré argileux des poches de dissolution ". Or l'argile résiduelle qui tapisse le fond des poches de la craie et qui renferme des silex, lorsque la craie dont elle dérive en contient elle-même, a toujours été englobée sous ce vocable ; elle en était même pour certains le seul représentant et c'est à elle que s'appliquent les premières définitions de l'Argile à silex.

Dès 1872, en effet, E. Hébert propose de réserver le nom d'Argile à silex au dépôt situé à la surface de la craie et antérieur à l'Argile plastique ; en 1906, A.J. Jukes Brown reprend pour la Clay-with-flints la définition de W. Whitaker : « a deposit of stiff brown and reddish clay with large unworn flints, that occurs over the higher parts of the Upper chalk-tract ». Par la suite, il y eut de nombreuses confusions ; mais on aurait pu penser que la dernière mise au point de P. Pinchemel (1954), qui définissait très clairement son argile noire à silex, aurait permis de maintenir une *tradition* aussi anciennement ancrée.

Par ailleurs, à l'occasion du même colloque et dans d'autres publications, M. Pomerol (1965, 1967, 1968) a contesté le caractère éluvial de cette argile où il ne voit qu'un " dépôt physico-chimique, dû à une modification de pH et de porosité, dans la zone de contact de deux milieux lithologiques différents ", ce dépôt étant amené par descensus (1967, p. 65).

Cette hypothèse, car c'en est une, est incompatible avec les faits d'observation. Sans nier la possibilité d'un faible apport en solution (je pense en particulier aux sels de fer et de manganèse), j'estime que le liseré argileux des poches de dissolution est essentiellement une formation éluviale. Les arguments en faveur de cette option sont nombreux, ils peuvent se grouper sous deux rubriques : localisation et composition.

A) Localisation des liserés d'argile résiduelle.

Les couches d'argile noire sont strictement limitées aux parois des poches, que celles-ci soient simplement amorcées ou largement développées ; elles apparaissent en bordure latérale et surtout à

la partie inférieure des poches se développant entre cuir et chair, à la limite couverture perméable-roche soluble, sous forme d'un liseré denticulé qui tapisse toute la surface jusque dans ses moindres détails (voir Pl. II, fig. 4 et 5 ; Pl. III, fig. 6, 7, 8, 9 et 11).

Dans les cas les plus typiques (craie du Nord de la France), ces poches, plus ou moins espacées, sont localisées à la bordure des massifs tertiaires sous le biseau de la couverture perméable constituée parfois d'un sable blanc très pur (Landénien continental de Leriche) ; elles ne peuvent prendre naissance qu'à partir du moment où la chape imperméable d'argile disparaît par érosion. Elles sont donc bien liées à l'action des eaux d'infiltration et tout le monde s'accorde pour les attribuer à la dissolution de la craie ; dès lors, il peut sembler hasardeux de faire venir l'argile qui les tapisse d'une couche qui a dû disparaître au préalable.

En dehors des poches, la surface de contact couverture perméable-craie reste absolument intacte comme sous la chape imperméable. Ceci n'empêche qu'à la faveur de diaclases plus ou moins développées des éléments en provenance de la surface (limons, alluvions, etc...) puissent être entraînés dans la craie, où ils forment des remplissages de fissures ou de chenaux qui n'ont rien à voir avec la dissolution des poches.

M. Pomerol a formulé deux objections auxquelles il est facile de répondre.

1) Les liserés qui entourent une " galerie sub-horizontale " ou une " protubérance calcaire subsistant à l'intérieur d'une poche " (Pomerol, 1968, p. 109) sont tout à fait normaux, puisqu'ils tapissent, comme il a été dit plus haut, toute la surface jusque dans ses moindres détails. Or ces accidents sont dus au caractère désordonné de la dissolution qui engendre des poches à surface très irrégulière ; l'intersection de ces surfaces avec les fouilles (carrières, tranchées, puits) présente normalement des contours fermés analogues aux " outlier " et " inlier " des cartes géologiques. Il est normal dans ces conditions que le liseré d'argile noire, qui est subvertical, soit représenté aussi bien au-dessus qu'au-dessous de la galerie ou de la protubérance.

Personnellement, j'ai vidé à plusieurs reprises des pseudo-galeries de leur remplissage d'argile noire, qui n'était parfois qu'un placage de quelques centimètres d'épaisseur. D'autre part, j'ai pu photographier, dans la carrière de Rœux, la même poche à huit années d'intervalle : en 1953, on pou-

vaît observer une protubérance de craie au milieu du remplissage ; en 1961, la poche était vidée de son contenu et on ne voyait plus à la place de son remplissage que la paroi latérale située en profondeur.

2) L'intumescence d'origine périglaciaire de St-Waast-lès-Mello, couronnée d'un liseré argileux, est un aspect un peu exceptionnel mais qui n'exclut pas la dissolution contrairement à ce que dit la légende de la figure (Pomerol et Riveline-Bauer, 1967, Pl. texte, fig. 3). Puisque l'action des eaux d'infiltration se produit encore à l'heure actuelle, on peut penser qu'il s'agit d'une dissolution très récente — la forme en poche est déjà amorcée — à la faveur d'une dépression de la surface du sol qui concentre l'infiltration. Des phénomènes du même genre, mais bien plus développés, ont été observés dans la carrière d'Hallines (Bonte, 1965, Pl. II, fig. 6 à 8).

Une autre objection a été soulevée : la variation d'épaisseur de l'argile résiduelle. Il faut d'abord faire remarquer que l'épaisseur moyenne est toujours de l'ordre de grandeur de la quantité qui serait libérée par la décalcification de la craie initiale. Elle est donc faible et en proportion inverse de la pureté de la roche soluble : de l'ordre du centimètre pour les petites poches, elle dépasse rarement le décimètre pour les grandes poches. Les anomalies locales d'épaisseur ne sont qu'apparentes : elles n'apparaissent que dans le cas où la surface d'observation est tangente à la paroi de la poche ainsi que l'a très bien fait remarquer P. Pinchemel (1954, p. 94, note 32).

Soit dit en passant, l'épaisseur toujours réduite de l'argile résiduelle est un argument pour affirmer que la dissolution sous couverture n'a jamais affecté que des masses de craie insignifiantes. Les poches les plus profondes de l'Artois dépassent rarement la dizaine de mètres, dans leur partie visible ; suivant leur axe, elles peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres, mais alors avec des sections très réduites. De toute façon, leur dissémination est telle que l'incidence du phénomène est insignifiante au titre de l'érosion.

Dans les grandes poches très évoluées, l'argile résiduelle est souvent remaniée, malaxée et étirée mécaniquement par suite du tassement différentiel du remplissage qui suit les progrès de la dissolution. Ce remplissage forme souvent, en fin d'évolution, un culot cylindrique qui semble poinçonner la craie, à la faveur de la pellicule d'argile noire qui sert de lubrifiant. L'étirement le long de la paroi est tel que parfois l'argile noire disparaît

complètement ; le remplissage est alors en contact par " faille " avec la craie : l'argile n'est plus visible à la périphérie de la poche, parce qu'elle a été laminée.

B) La composition de l'argile résiduelle.

L'argile résiduelle, appelée autrefois Argile à silex puis Argile à silex sensu stricto et désignée plus récemment sous les noms d'argile résiduelle ou d'argile éluviale, représente par sa texture et sa composition le résidu d'attaque de la craie par les eaux d'infiltration. Les preuves de cette affirmation semblent indéniables.

1) TEXTURE DE L'ARGILE RÉSIDUELLE.

Du fait de son mode de formation, l'argile résiduelle se développe de haut en bas, comme tous les dépôts alluviaux, les derniers résidus apparaissant au contact de la craie comme l'avait déjà fait remarquer J. de Lapparent à propos de certaines bauxites. Ainsi s'explique la texture de l'argile résiduelle qui ne peut être étudiée que dans des occasions assez exceptionnelles ; ce fut le cas à la carrière de Maisnil-Bouché (Pas-de-Calais) dont la récente exploitation, pour les besoins des Ponts et Chaussées, m'avait été signalée par MM. Debacre et Fiévet.

Au contact de la craie légèrement altérée (Pl. III, fig 12, Cr), l'argile résiduelle présente un litage très net ; elle est formée d'alternance de lits argileux bruns ou noirs riches en granules de MnO₂ et de lits blancs à débris d'Inocérames silicifiés et dans lesquels subsistent quelques grains de craie altérée très friable, faisant encore légèrement effervescence. Cette texture feuilletée n'est intacte que sur quelques millimètres au-dessus de la craie ; au-delà, les lits se déforment progressivement, ils s'infléchissent et ondulent, puis se cassent et, très rapidement, ils passent à un mélange désordonné de tous les éléments originels ; celui-ci constitue l'argile résiduelle remaniée mécaniquement (R) qui bute sur le remplissage sableux par un contact glissé. Entre l'argile remaniée entraînée petit à petit par l'enfoncement du remplissage et l'argile feuilletée qui se renouvelle continuellement par le bas tant que la poche est fonctionnelle, la transition est continue.

2) COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DE L'ARGILE RÉSIDUELLE.

Il faut envisager séparément la fraction argileuse et la fraction granuleuse.

a) *Fraction argileuse*. L'étude minéralogique a été effectuée au laboratoire de M. Millot à Strasbourg, dont la compétence en la matière est bien connue, à partir d'échantillons variés d'argile résiduelle ; à titre de comparaison, elle a été complétée par l'analyse du résidu d'attaque de craies prélevées dans le voisinage immédiat de certaines poches (Millot, Camez et Bonte, 1957).

La plupart des craies montrent de la montmorillonite très dominante ; il en est de même pour les argiles résiduelles et ceci quelle que soit la couverture perméable (Coyecques, Hersin-Coupiigny et Estrée-Cauchy, dans le Pas-de-Calais ; Pierregot, dans la Somme ; Harmignies, en Belgique). Par ailleurs, " tous les échantillons traités... ont livré, après attaque du carbonate de chaux, un résidu insoluble de couleur noire " (G. Millot, in litt., 1960). La filiation craie-argile résiduelle semble donc évidente. Néanmoins, M. Pomerol veut faire dériver la fraction argileuse des argiles situées stratigraphiquement au-dessus ; mais alors les objections sont nombreuses.

1° Il n'y a pas d'argile au-dessus, puisque la disparition de la chape imperméable est la condition indispensable pour la formation des poches.

2° Il est vain d'aller rechercher au loin, par un mécanisme complexe " dont l'étude précise reste à entreprendre " (Pomerol, 1968, p. 110), ce qui se trouve sur place et exactement dans la position voulue.

3° Il faudrait retrouver quelque part l'argile résiduelle noire mise en évidence par les attaques de M. Millot ; or, elle n'a pas pu être mise en solution puisque les réactions physiques et chimiques au voisinage de la paroi seraient précisément favorables à sa loculation.

4° Dans un des cas étudiés par M. Millot (Harmignies, Belgique), la couverture perméable était constituée par un limon à lits de silex qui n'aurait certainement pas pu fournir la montmorillonite.

5° Enfin, si l'argile résiduelle était un horizon illuvial, elle serait surimposée à un dépôt préexistant (craie ou sable vert) dont elle constituerait en quelque sorte le ciment, ce que dément l'étude de la fraction granuleuse.

b) *Fraction granuleuse*. Elle correspond à tout ce qui reste sur tamis, après élimination de la phase argileuse par lavage, et fournit probablement les arguments les plus convaincants en faveur

de la nature résiduelle du dépôt, car elle reflète très exactement les caractères de la craie qu'elle tapisse : silex, grains détritiques, débris de fossiles.

1° Les silex sont entiers, non roulés, avec enduits d'argile noire, lorsque la craie contient elle-même des silex. Au contraire, lorsque la craie ne renferme pas de silex, l'argile résiduelle en est également dépourvue ; en sorte qu'avec l'ancienne terminologie on pourrait avoir de l'argile à silex sans silex.

2° Les grains détritiques (quartz, glauconie, phosphate de chaux, etc...) sont identiques à ceux de la craie sous-jacente. Ces éléments sont évidemment concentrés et c'est là l'origine des gîtes de riche phosphate dans la craie phosphatée.

3° Les débris de fossiles sont : d'une part, des fragments de poissons (dents, épines, écailles, vertèbres) conservés au même titre que les grains de phosphate de chaux ; d'autre part, des fragments de coquilles préalablement silicifiées dans la craie, puis décalcifiées pendant la formation de la poche.

Cette fraction granuleuse n'a évidemment pas pu être mise en place per descensum. Elle ne peut davantage être attribuée à un remaniement aérien antérieur à l'Eocène, en raison d'une part, de la fragilité de ses éléments, d'autre part de sa localisation étroite à l'aplomb des poches.

En conclusion, pour les poches de dissolution qui affectent le contact Eocène-Crétacé dans le Nord de la France, aucune hésitation n'est possible : le liseré noir qui tapisse intérieurement les poches de dissolution est une formation essentiellement éluviale développée *in situ* au fur et à mesure de la dissolution ; elle correspond strictement à l'insoluble de la craie, argile noire et dissolution étant en étroite corrélation. Tout au plus, pourraient être considérés comme illuviaux les enduits et grains d'oxyde de fer et de manganèse qui, occasionnellement, imprègnent le liseré noir et proviendraient du lessivage des formations superficielles.

Enfin, sans vouloir généraliser de façon absolue les observations ci-dessus, il faut souligner les similitudes remarquables constatées dans de nombreux cas de dissolution de calcaires sous couverture perméable (Givétien, Carbonifère, Bathonien, Argovien, Néocomien). Néanmoins, la place subsiste pour d'autres processus, lorsque les conditions originelles sont différentes.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BONTE A. (1954). — Poches de dissolution, argiles de décalcification et grès mamelonnés dans la région d'Arras (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXIV, p. 67-94, 8 fig.
- 2) BONTE A. (1955). — Sur quelques aspects de la dissolution des calcaires. *80^e Congrès Soc. sav., Lille*, p. 109-116, 1 fig.
- 3) BONTE A. (1963). — Les remplissages karstiques. *Sedimentology*, 2, p. 333-340, 3 fig.
- 4) BONTE A. (1965a). — Bauxites et Argiles à silex, deux formations colluviales. *90^e Congrès Soc. sav., Nice*, II, p. 9-22, 1 fig., 2 pl.
- 5) BONTE A. (1965b). — L'argile à silex. *Bull. Liaison Lab. routiers Ponts et Chaussées*, n° 24, mars-avril 1967, p. 2 - 1 à 16, 22 fig.
- 6) BONTE A. (1967). — L'argile à silex " du Nord de la France. *Mém. h.-sér. Soc. géol. France*, n° 4, p. 7-8.
- 7) HÉBERT E. (1872). — Observations à la note de A. de Lapparent " Sur un poudingue manganésifère dans le Pays de Bray ". *Bull. Soc. géol. France*, (2), XXIX, p. 334.
- 8) JUKES BROWN A.J. (1906). — The clay with flints ; its origin and distribution. *Q.J.Q.S.*, LXII, p. 132-164.
- 9) LERICHE M. (1909). — Observations sur la Géologie du Cambrésis et Compte rendu de l'Excursion de la Société géologique du Nord aux environs de Busigny et de Prémont, le 20 juin 1909. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXVIII, p. 372-411, 14 fig.
- 10) LERICHE M. (1944). — Révision de la feuille de Cambrai. *Bull. Serv. Carte géol. France, C.R. coll. Campagne 1943*, n° 216, XLV, p. 1-13, 4 fig., 2 pl.
- 11) MILLOT G., CAMEZ T. et BONTE A. (1957). — Sur la montmorillonite dans les craies. *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorraine*, 10, p. 25-26.
- 12) PINCHEMEL P. (1954). — Les plaines de craie du Nord-Ouest du bassin parisien et du Sud-Est du Bassin de Londres et leurs bordures, étude de géomorphologie. *Thèse Lettres, Paris*, 502 p., 49 fig., 6 fig. h.-t., 16 pl.
- 13) POMEROL C. (1965). — Réflexions sur l'argile à silex " du Bassin de Paris. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 148-149.
- 14) POMEROL C. (1968). — Genèse, datation et remplissage de cavités karstiques dans le Tertiaire du Bassin de Paris. *C.R. Coll. intern. Etude Néogène nordique, France, 1965. Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, XIII, p. 107-111, 3 fig.
- 15) POMEROL C. et RIVELINE-BAUER J. (1967). — Mode de gisement, nature et origine d'argiles à silex et d'argiles d'altération du Bassin de Paris. *Mém. h.-sér. Soc. géol. France*, n° 4, p. 65-72, 2 fig., 1 pl.-texte.
- 16) ... (1967). — Colloque sur les Argiles à silex du Bassin de Paris. *Mém. h.-sér. Soc. géol. France*, n° 4, 88 p.

* * *

EXPLICATION DES PLANCHES

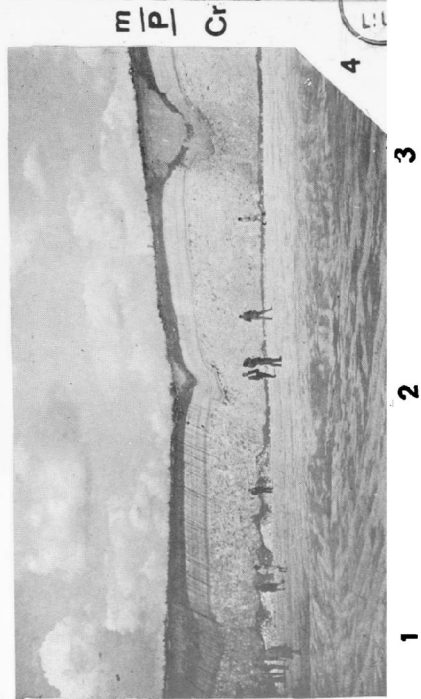
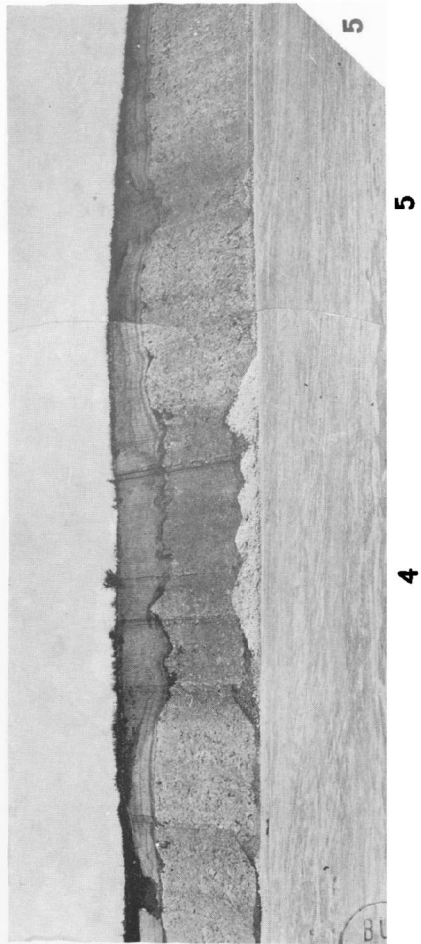
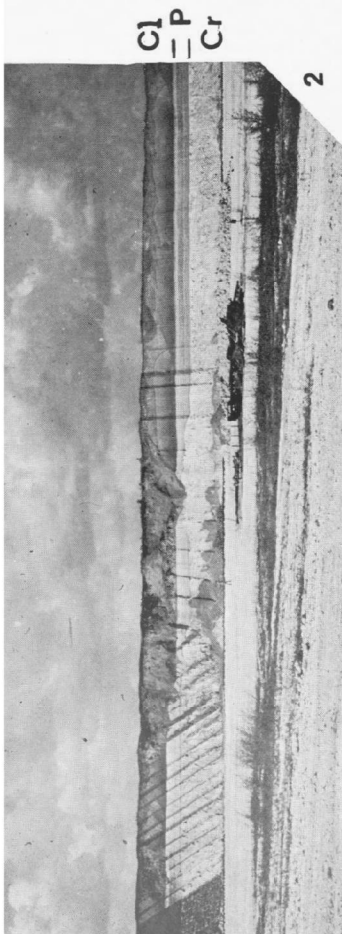
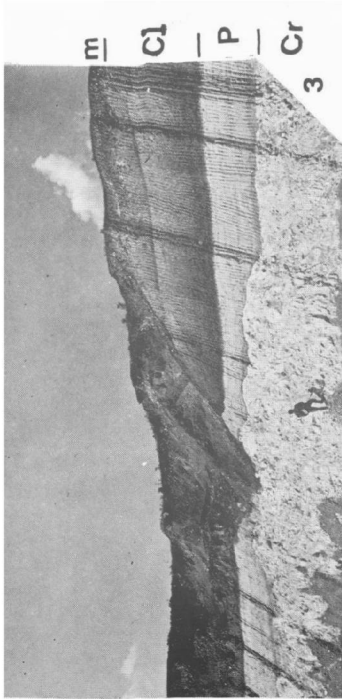
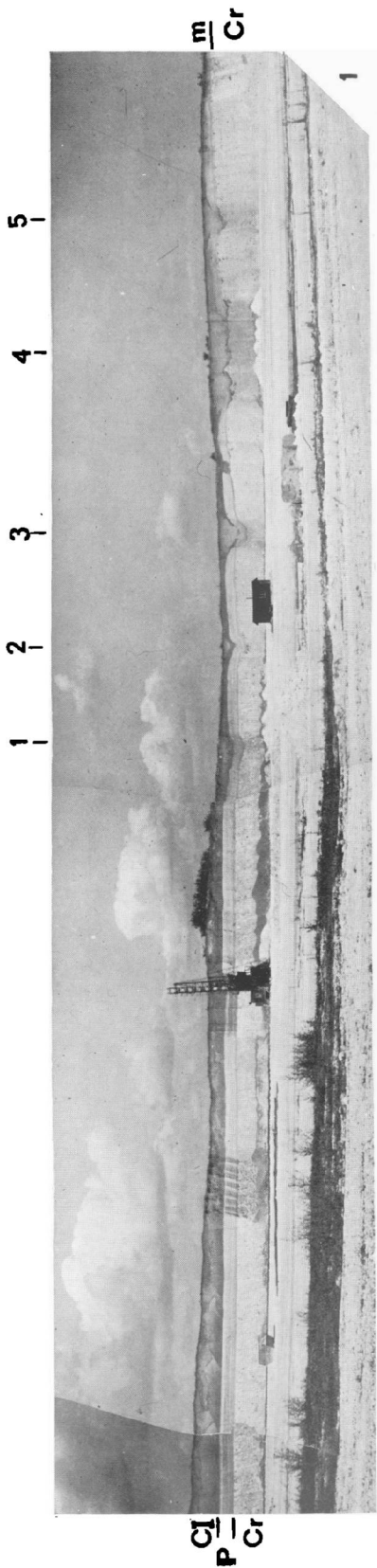
PLANCHE II

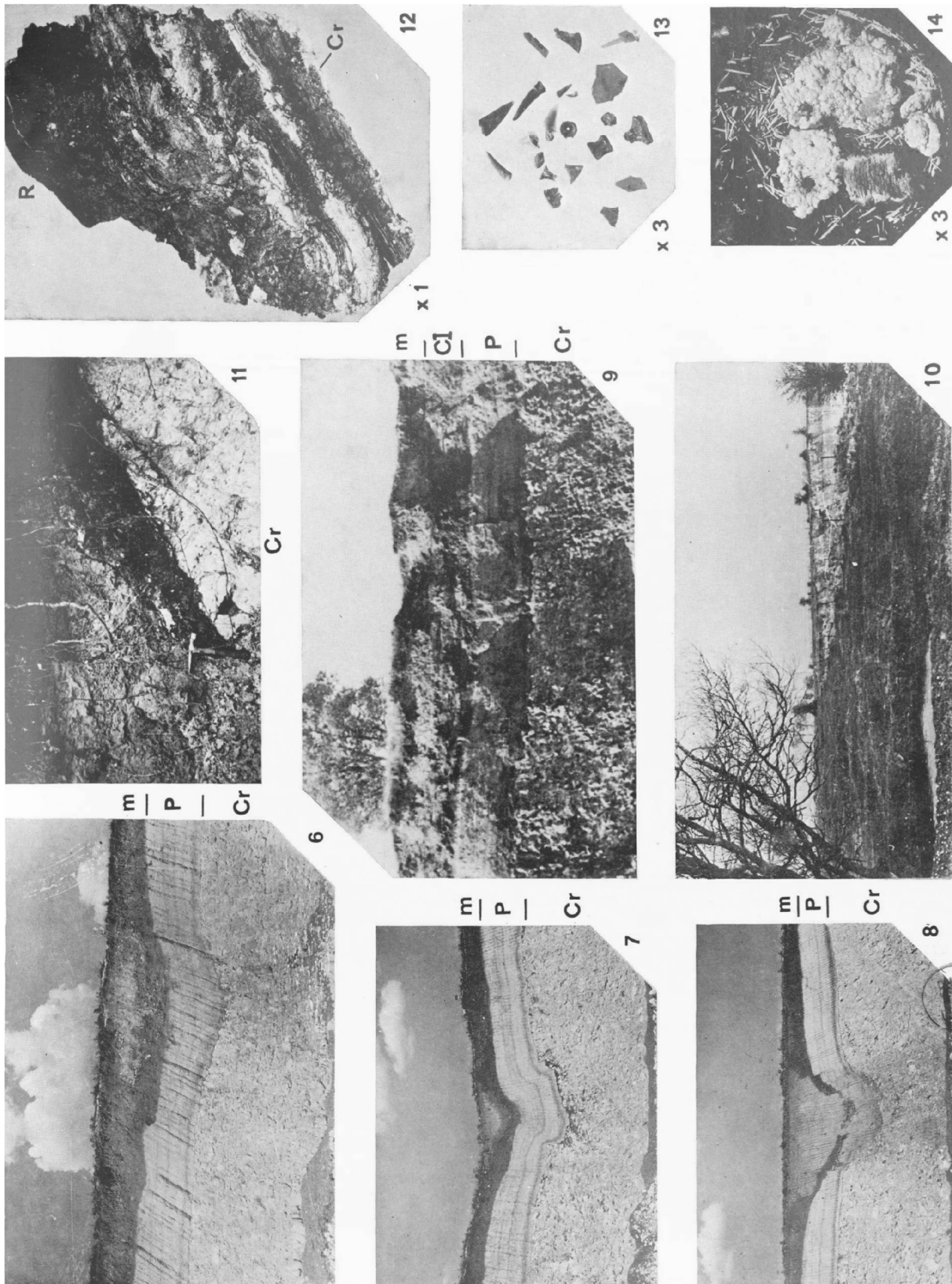
- FIG. 1. — Vue d'ensemble de la partie centrale de la carrière de Rœux (10-7-1964). La surface de séparation Landénien-Crétacé (P-Cr) est inaltérée, à gauche, où subsiste un biseau d'Argile de Clary (Cl), et au contraire accidentée de poches de dissolution (1 à 5), à droite, là où le Tuffeau de Prémont (P) est recouvert directement par le manteau superficiel (m).
- FIG. 2. — Prolongement de la vue précédente vers la gauche montrant au centre un "flot" crayeux ayant résisté à l'abrasion marine.
- FIG. 3. — Le même flot crayeux vu de plus près. L'Argile de Clary (Cl) a glissé légèrement sur le front d'exploitation.
- FIG. 4. — Les poches de dissolution 1 à 3 se développant de gauche à droite vers la Scarpe (voir détail fig. 6, 7 et 8).
- FIG. 5. — Les poches de dissolution 4 et 5. La poche 4 résulte de la coalescence de poches élémentaires. A noter l'apparition de 5 petites poches se développant de la poche 5 vers la poche 4.

PLANCHE III

- FIG. 6, 7 et 8. — Détail des poches 1, 2 et 3 des fig. 1 et 4. On remarque très nettement l'inflexion vers le bas, de plus en plus accentuée de la fig. 6 à la fig. 8, du Tuffeau de Prémont (P) dont la stratification originelle reste visible grâce à la présence de lits argileux plus foncés. A l'aplomb des poches et là seulement, la surface Landénien-Crétacé est soulignée par un liseré d'argile noire. Au-dessus du Tuffeau de Prémont, la couche gris foncé représente le manteau superficiel (limons et alluvions) original. Les redents qui apparaissent sur la fig. 8 sont dus aux rainures produites par les excavateurs à godets. Enfin, le vide résultant de l'enfoncement de l'ancienne couverture est comblé au fur et à mesure par des limons de ruissellement de teinte claire.
- FIG. 9. — Amorce d'une poche de dissolution (10-10-1953). Le Tuffeau de Prémont (P) est un peu plus foncé qu'au voisinage, parce que plus humide. Au-dessus, l'Argile de Clary (gris foncé) est entaillée sur les 2/3 de son épaisseur par les alluvions de la Scarpe (gris clair). Au contact de la craie apparaît un liseré denticulé d'argile noire résiduelle.
- FIG. 10. — Le versant descendant vers la Scarpe est parsemé de cuvettes où l'eau séjourne longtemps après les pluies. Ces cuvettes résultent de l'enfoncement de l'ancienne couverture perméable et correspondent à l'axe de poches de dissolution (17-2-1961).
- FIG. 11. — Carrière de Maisnil-Bouché (26-3-1970). Bordure d'une poche de dissolution. Entre la craie (Cr) et le remplissage de la poche, constitué par des sables du Landénien, se développe le liseré d'argile résiduelle noire (voir fig. 12 à 14).
- FIG. 12. — Le liseré d'argile résiduelle. A la base, contre la craie (Cr), lits d'argile noire à granules de MnO_2 , alternant avec des lits blancs à débris d'inocérames silicifiés et à granules crayeux. A la partie supérieure, le liseré est laminé et remanié (R) par glissement différentiel du remplissage sur la craie.
- FIG. 13. — Fraction granuleuse de l'argile résiduelle. Débris de phosphate de chaux : dents, écailles, épines, vertèbres de poissons.
- FIG. 14. — Fraction granuleuse de l'argile résiduelle. Plaquettes d'inocérames à orbicules de silice et décalcifiées, dans un feutrage de prismes silicifiés d'inocérames.

Légende générale. — m, manteau superficiel : alluvions anciennes de la Scarpe + limons variés. — Cl, Argile de Clary. — P, Tuffeau de Prémont. — Cr, craie sénonienne. — Le fond de toutes les poches est souligné par un liseré d'argile noire qui représente le résidu de la dissolution de la craie.





Etude géologique d'un secteur de l'Arcadie (Péloponnèse central - Grèce)

par J. MANIA (*)

Sommaire. — L'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse central (Messénie, Grèce) montre que les unités de Gavrovo-Tripolitsa et du Pinde-Olonos s'inscrivent dans un cadre tectonique classique des Hellénides. Cependant, un dépôt terrigène précoce envahit la ride de Gavrovo-Tripolitsa au Lutétien supérieur.

Summary. — A geological study of central Peloponnesus (Messeny, Greece) shows here the classic tectonic of Gavrovo-Tripolitsa and Pinde-Olonos. However, an early detritic deposit invades the ridge of Gavrovo-Tripolitsa during the upper Lutetian.

I. — SITUATION (fig. 1)

La région étudiée est située en Péloponnèse, à la limite occidentale du plateau d'Arcadie, entre Dimitisana et Mégalopolis. De hauts sommets, constitués par la nappe du Pinde, laissent entrevoir en fenêtre son autochtone : le Gavrovo-Tripolitsa. L'effondrement récent de la plaine de Mégalopolis recoupe toutes les structures.

II. — LES ENSEMBLES (fig. 2)

L'autochtone de Gavrovo-Tripolitsa au S de Dimitisana est déformé en plusieurs structures anticlinales de direction générale SE. Une tectonique cassante l'affecte également et lui donne une disposition en horsts et grabens. Les niveaux supérieurs sont écrasés sous la masse de l'allochtone dont le chevauchement a déterminé l'apparition d'un front de brèche (Negris, 1909, et Blumenthal, 1933) et d'une schistosité (Mania, 1970).

La nappe du Pinde-Olonos est débitée en nombreuses écaïlles de direction sensiblement NS à regard ouest dans la partie occidentale et méridionale. Dans le secteur NE au niveau de la fenêtre, ses structures sont très modifiées. Sa position tectonique surélevée et l'existence au sein des séries de calcaires bréchiqes très épais en font une unité originale de la série du Pinde-Olonos : la table d'Arcadie (Dercourt, 1964). Un complexe de

failles affecte indifféremment l'autochtone, le plateau d'Arcadie et les écaïlles du Pinde.

III. — STRATIGRAPHIE

A) Le Pinde Olonos.

Sa structure en écaïlles très laminées à la base rend impossible l'observation des niveaux triasiques et parfois jurassiques, que J. Terry (1969) a signalé en Messénie, dans le prolongement méridional du secteur ici étudié. Les niveaux radiolaritiques, les premiers à affleurer au-dessus du contact de chevauchement, sont très plissotés, mylonitisés et souvent réduits à quelques mètres d'épaisseur sur le plateau d'Arcadie.

On peut observer, du bas vers le haut de la série du Pinde Olonos (fig. 3) :

R1 - des radiolarites riches en niveaux siliceux (*).

R2 - des radiolarites où alternent les lits de jaspe et les pélites.

De minces bancs de calcaire microbréchiqes envahissent les niveaux supérieurs. De nombreux minéraux d'altération des péridots y indiquent l'érosion d'ensembles éruptifs basiques.

Cette arrivée de microbrèches précède des dépôts terrigènes plus grossiers qui envahissent progressi-

(*) Je fais ici une distinction entre jaspe et siliceux *s. str.* Le jaspe est une roche de teinte rouge sombre à éclat cireux où les radiolaires sont parfois visibles dans une matrice détritique fine à pigments ferrugineux.

Le siliceux *s. str.*, de teinte variable rouge, verte ou noire, est une roche vitreuse à éclat gras où l'on observe des amas de calcédoine et de quartz micro-cristallin.

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille (Sciences de la Terre).

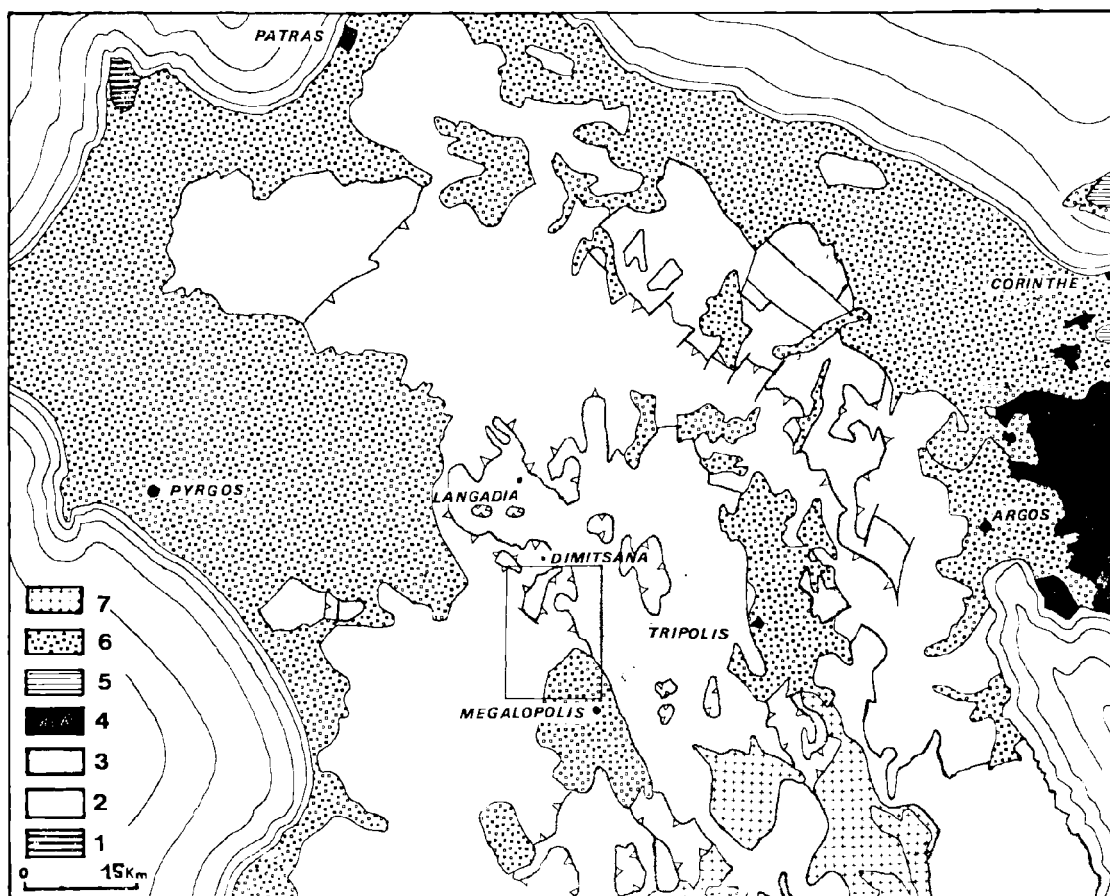


FIG. 1. Esquisse tectonique du Péloponnèse septentrional et central. Situation du secteur étudié. 1. Zone ionienne. — 2. Nappe du Pinde-Olonos. — 3. Autochtone de Gavrovo-Tripolitsa. — 4. Zone parnassienne. — 5. Zone sub-pélagonienne. — 6. Néogène. — 7. Séries métamorphiques du Taygète.

vement les niveaux pélitogréseux PG où j'ai distingué les divers stades suivants :

- PG1 - 20 m d'une alternance de lits pélitiques et jaspeux où apparaissent épisodiquement des lits gréseux,
 PG2 - 20 à 50 m de pélites à niveaux gréseux très minces, où quelques lentilles gréseuses sont observables,
 PG3 - 40 à 50 m de pélites à niveaux psammitiques à nombreuses lentilles gréseuses riches en serpentines. Des plaquettes gréseuses ont fourni dans le tiers inférieur du niveau : *Hedbergella* sp., *Ticinella* sp., *Rotalipora* sp. (*), donc une microfaune d'âge albien supérieur ou vracconnien.

On constate donc qu'à la sédimentation calme des radiolarites succède un épisode terrigène essentiellement pélitique où des lits gréseux d'abord rares (PG1) deviennent plus nombreux mais res-

(*) Les déterminations de microfaune ont été faites par J.J. Fleury. Je lui exprime ici mes plus vifs remerciements.

tent toujours minces (PG2) et finalement prépondérants au sein de pélites très sableuses (PG3). La phase maximale des apports détritiques grossiers est représentée par des dépôts gréseux francs acquérant progressivement les caractères d'un flysch où j'ai distingué les ensembles typiques :

- G1 - 10 m de pélites marneuses jaune-brun épaisses à bancs gréseux,
 G2 - 20 m d'une alternance de bancs gréseux plus épais,
 G3 - 10 m d'une alternance grésopélitique, 25 m de grès massif à rythme incertain, 10 m d'une série psammitique à lentilles gréseuses compactes avec, parfois, des bancs.

Dans chacun de ces horizons, les matériaux vont des grès bréchiques grossiers à des grès très fins, des pélites gréseuses aux pélites argileuses. De nombreuses figures de courants, laminations, strati-

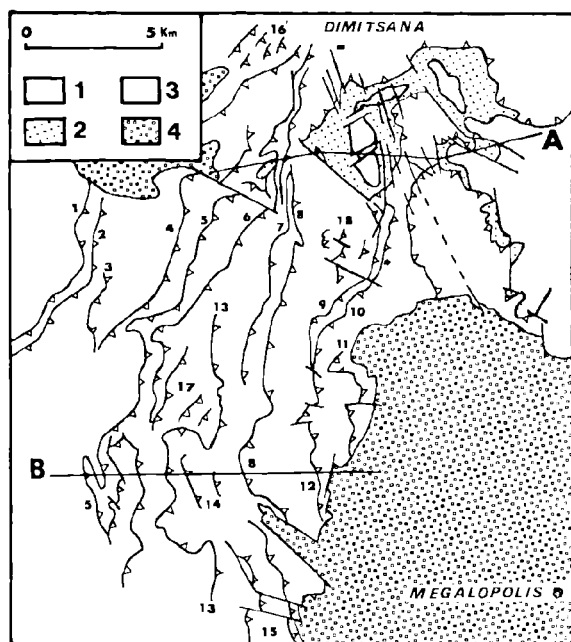


FIG. 2. — Esquisse structurale des écaïlles de la nappe du Pinde-Olonos et de l'autochtone de Gavrovo-Tripolitsa.

1. Calcaires du Gavrovo-Tripolitsa. — 2. Flysch du Gavrovo-Tripolitsa. — 3. Nappe du Pinde-Olonos. — 4. Néogène.

Noms des écaïlles * : 1. Andritsaina ; 2. Matessi ; 3. Karmi ; 4. Paléo-Castro ; 5. Eglenowa ; 6. Sara-Kini-Lavda-Duna ; 7. Wlachrorafti-Katokotilion ; 8. Katokotilion Est ; 9. Karitaina 1 ; 10. Karitaina 2 ; 11. Mawria ; 12. Kuruniu ; 13. AnoKotilion ; 14. AnoKaries ; 15. Grambowo-Likosura ; 16. Wlongo ; 17. Suraki ; 18. Asicholos.

A et B : traces des coupes de la figure 6.

* Les orthographes des noms de lieux précités sont celles de la carte topographique allemande au 1/100.000.

fications entrecroisées et granoclassements y sont observables.

L'existence des minéraux lourds suivants : phengite, tourmaline ferrière, grenat et andalousite, indique que la patrie d'alimentation était affectée par un métamorphisme et un magmatisme acide. Cet ensemble pélito-gréseux a été qualifié de premier flysch du Pinde par J. Aubouin (1957).

PC - Un épisode terrigène à lits jaspeux, à amygdales siliceuses et récurrentes gréseuses mineures dans la partie moyenne s'implante peu à peu. Les pélites très importantes admettent des lits de calcaire pélagique et de calcaire micro-bréché. Cette série

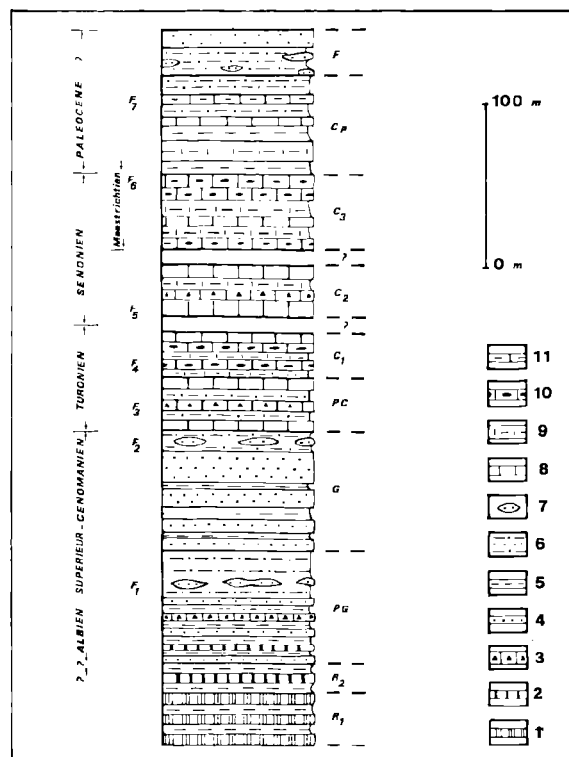


FIG. 3. — Colonne stratigraphique synthétique de la nappe du Pinde-Olonos en Péloponnèse centrale (Grèce).

F. Second flysch. — Cp. Couches de passage au flysch. — C3. Série des calcaires en plaquettes à silex. — C2. Calcaires à niveaux bréchiques. — C1. Calcaires et marnes de base. — PC. Pélites et calcaires. — G. Série gréseuse du premier flysch. — PG. Pélites et grès. — R2. Radiolarites à pélites, jaspes et calcaires micro-bréchiques. — R1. Radiolarites à lits siliceux.

1. Lits siliceux ; 2. Lits jaspeux ; 3. Calcaire micro-bréché ; 4. Lits gréseux ; 5. Pélites ; 6. Pélites gréseuses ; 7. Lentilles de grès ; 8. Calcaire sublithographique ; 9. Marne calcaire ; 10. Calcaire à silex ; 11. Calcaire marneux.

pélito-calcaire est datée de l'Albien-Sénonien à la base par *Pithonella ovalis* KOFFMANN, et à la partie supérieure du Turonien par l'association de *Globotruncana stephani* GANDOLFI, *Globotruncana* gr. *lapparenti* BROZTEN, *Globotruncana renzi* GANDOLFI, *Rotalipora* (?) aff. *apenninica* (RENZ) ;

C1 - Une sédimentation de calcaires pélagiques à niveaux de silex noirs s'installe ; cependant, on y remarque l'intercalation à la base de marnes et de calcaires bréchiques à débris de jaspes à Radiolaires et ayant livré dans les débris de calcaire des *Globotruncana* bicarénées. Pendant tout le Sénonien, la sédimentation des calcaires sublithographiques (C2) se poursuit avec des intercalations épisodiques de calcaires marneux et de fins bancs de calcaire micro-bréché qui, sur le plateau d'Arcadie, peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur ;

C3 - Le sommet de ces calcaires montre une alternance de bancs de silex noirs avec des niveaux de calcaire marneux et l'apparition de marnes jaunâtres ou bleuâtres, non gréseuses, contenant parfois de nombreux débris charbonneux. Les calcaires en plaquettes sommitaux ont livré une association maestrichtienne: *Globotruncana* gr. *stuarti* (DE LAPPARENT), *Globotruncana* cf. *arca* CUSHMAN, des Rugoglobigérines;

Cp - La série terrigène se développe avec l'apparition de plus en plus importante de marnes micacées et de pélites. Les faciès calcaires sont en régression nette. Dans la partie moyenne de la série, les minces bancs calcaires, noyés dans la masse des marnes, ne livrent plus de *Globotruncana*. Les marnes du sommet, par contre, renferment une abondante microfauune du Paléocène moyen, dont: *Globorotalia marginodentata* SUBBOTINA (abondant), *Globorotalia triplex* (SUBBOTINA) (abondant), *Globorotalia* cf. *aequa* CUSHMAN et RENZ (rare), *Globorotalia trilobulinoides* (PLUMMER) (assez abondant), *Globorotalia* cf. *simulatis* (SCHWAGER) (rare), *Globigerina inaequispira* SUBBOTINA (assez rare), *Globigerina prolata* BOLLI (assez rare);

F - Un flysch franc gréseux s'installe. Aucun fossile n'y a été reconnu, on peut cependant lui attribuer un âge paléocène ou éocène. Ce second flysch du Pinde renferme de nombreux débris d'une roche microlithique très altérée, certainement attribuable aux "roches vertes". L'existence de phengite, de tourmaline brune montre l'appartenance à une patrie métamorphique et magmatique.

La nappe du Pinde-Olonos possède donc dans cette zone deux séries détritiques: le premier flysch au Crétacé inférieur - base du Crétacé supérieur et le second flysch au Dano-Paléocène. Les méthodes de la thermoluminescence naturelle ont été utilisées avec succès pour différencier ces deux flyschs. On constate que les patries sédimentaires du premier et du second flysch de la série du Pinde-Olonos ne sont pas similaires (*).

Il peut s'agir, entre autres hypothèses, soit de niveaux d'érosion différents des patries sédimentaires, soit de destructions d'unités mises en place entre la sédimentation des deux flyschs.

B) L'autochtone de Gavrovo-Tripolitsa.

Il apparaît en fenêtre dans la partie NE du secteur étudié; un plissement très ample l'affecte et de nombreuses failles lui donnent une morphologie en horsts et grabens (fig. 4 et 5).

(*) La microthermoluminescence naturelle montre qu'il existe une hétérogénéité des apports en quartz pour le second flysch et une homogénéité pour le premier flysch. Je tiens ici à exprimer mes plus vifs remerciements à J.M. Charlet, du Laboratoire minéralogique de Mons (Belgique), où ont été effectuées ces études.

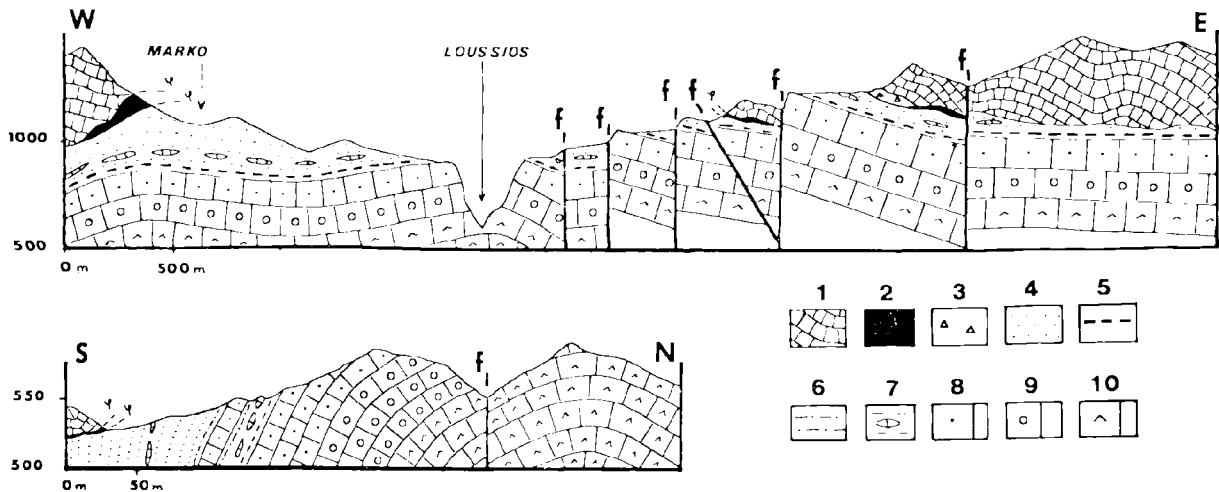


FIG. 4

En haut. — Fenêtre anticlinale faillée de l'autochtone du Gavrovo-Tripolitsa et l'allochtone pindique. Coupe au Sud de Dimitsana.

En bas. — Les couches de passages des calcaires au Flysch du Gavrovo-Tripolitsa. Coupe à l'entrée des Gorges du Loussios, sur le chemin d'Elleniko.

1. Calcaires en plaquettes du Pinde. — 2. Niveau radiolaritique du Pinde. — 3. Brèche tectonique. — 4. Flysch de Gavrovo-Tripolitsa. — 5. Couches de passage au flysch de Gavrovo-Tripolitsa. — 6. Marnes gréseuses. — 7. Niveau à lentilles calcaires. — 8. Calcaire éocène du Gavrovo-Tripolitsa. — 9. Calcaire crétacé du Gavrovo-Tripolitsa. — 10. Calcaire dolomitique.

f: faille. — φ: contact anormal.

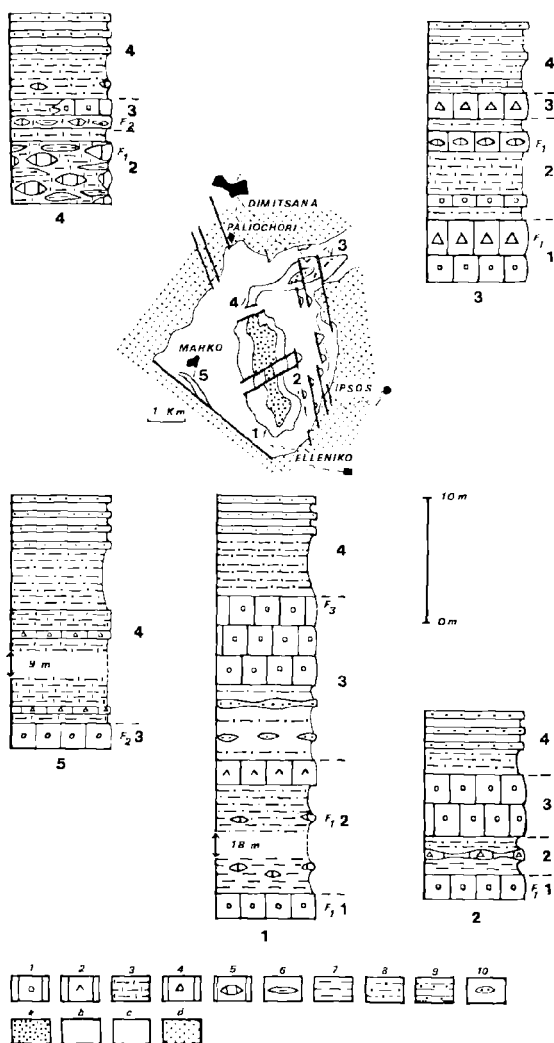


FIG. 5. — Les couches de passage au flysch de Gavrovo-Tripolitsa, Région de Dimitsana (Péloponnèse central, Grèce).

Colonnes lithologiques :

1. Calcaire bioclastique. — 2. Calcaire dolomitique. — 3. Marne calcaire. — 4. Calcaire bréchiq. — 5. Niveau à lentilles calcaires. — 6. Niveau à lentilles marneuses. — 7. Marnes. — 8. Marnes gréseuses. — 9. Flysch franc. — 10. Niveau à lentilles gréseuses.

F1: Association à *Orbitolites* du Lutétien sup.
 F2: Association à *Grzybowskia* de la base du Priabonien.
 F3: Association à *Pellatispira* du Priabonien franc.

Plan de situation :

- a - Calcaires crétacés du Gavrovo-Tripolitsa.
- b - Calcaires éocènes et couches de passage du Gavrovo-Tripolitsa.
- c - Flysch du Gavrovo-Tripolitsa.
- d - Nappe du Pinde-Olonos.

1) La base de la série est constituée par des calcaires dolomitiques gris ou noirs souvent pulvérolents, où aucun fossile n'a été trouvé au-dessous de niveaux où le Crétacé supérieur et l'Eocène ont pu être caractérisés.

A Ipsos, on observe au-dessus de 20 m de calcaires dolomitiques indifférenciés azoïques :

50 m de dolomies avec, au sommet, des niveaux minces d'un calcaire fin riche d'une faune de Miliolidés et Ophthalimidés du Sénonien ;

30 m de calcaires bioclastiques dolomitiques à bancs épais riches en débris de rudistes et renfermant *Cuneolina* sp. et *Rhapydionina liburnica* STACHE, appartenant au Sénonien franc, de faciès liburnien, récemment mis en évidence par J.J. Fleury (1970) dans la zone du Gavrovo au Klokova (Akarnanie).

Les faciès de ce secteur sont comparables à ceux existant dans les massifs externes de la ride de Gavrovo-Tripolitsa.

2 à 3 m de calcaire très fin à rubannements gris-clair, de quelques centimètres chacun, qui ont livré de nombreux Ostracodes d'un genre proche de *Cyprideis* (*) de l'Eocène. Les Ostracodes abondants, appartenant tous à une population monospécifique, indiquent par leur présence exclusive un faciès laguno-lacustre, donc un région peu subsidente proche de l'émerision. Cela est cohérent avec le Péloponnèse occidental et le Klokova en Grèce continentale (J.J. Fleury, 1970) où, dans un tel milieu, des poches de bauxite se sont formées ;

30 m de calcaires bioclastiques à microfaune rare et nombreux débris de rudistes. Cet ensemble carbonaté passe latéralement, à l'est du secteur étudié, à plusieurs centaines de mètres de calcaires dolomitiques gris-rosé à nombreux interbancs riches en Oursins, Lamellibranches et Gastéropodes, où aucun fossile déterminable n'a été recueilli.

2) Dix mètres de calcaires bioclastiques gris, en partie dolomitisés, couronnent la série calcaire. Ils renferment une microfaune rare et des débris de rudistes. On peut leur attribuer un âge lutétien par comparaison avec ce que l'on observe par ailleurs. Ils sont surmontés par les couches de passage au flysch.

3) Les couches de passage au flysch (voir fig. 5) surmontent la série calcaire. Elles sont particulièrement fossilifères et des associations typiques (Dercourt, Fleury et Mania, 1970) ont pu les dater. Ce sont les suivantes :

1° Une première association avec deux sous-divisions :

(*) Les Ostracodes ont été déterminés par F. Lethiers, que je remercie vivement.

F₁ - *Orbitolites* gr. *complanatus* LMK (Lutétien supérieur),

F₂ - *Grzybowskia* sp. (jamais associé à l'*Orbitolites*) (Priabonien peu élevé),

auxquelles s'ajoutent : *Chapmanina gassinensis* (SILVESTRI), *Gyroidinella magna* LE CALVEZ, *Discorinopsis* cf. *kerfornei* (ALLIX), *Discorinopsis* sp., *Lituonella* cf. *roberti* (SCHLUMB.), *Fabiania cassis* OPPENHEIM, *Halkyardia minima* LIEBUS, des Pénéroplidés (*Rhapydionina* aff. *urensis* HENSON, *Praerhapydionina* aff. *huberi* HENSON et *Peneroplis* sp.) et des Rotalidés.

2° Une association supérieure (F₃) à *Pellatospira madaraszii* (HANTKEN) et *Spiroclypeus* sp. du Priabonien franc.

Les cinq coupes étudiées au sud de Dimitsana montrent la répétition de quatre niveaux. Le passage progressif d'une sédimentation calcaire à l'installation d'un flysch marno-gréseux sera daté à ces divers stades par une microfaune abondante.

Coupe 1 : La plus méridionale, située au NW d'Elleniko, au niveau des fouilles archéologiques. Elle montre, du bas vers le haut :

1 - 20 m de calcaires bioclastiques qui livrent l'association (F₁) suivante : *Orbitolites* gr. *complanatus*, *Chapmanina gassinensis*, *Discorinopsis* cf. *kerfornei*, des Pénéroplidés (*Rhapydionina* aff. *urensis* et *Peneroplis* sp.), des Miliolidés et des Rotalidés, d'âge lutétien supérieur ;

2 - 25 m de marnes gris-jaune, dont la partie supérieure devient sableuse, renfermant parfois des Globigérinidés et dans lesquelles s'intercalent de petites lentilles calcaires qui, vers le sommet, ont livré (F₂) : *Orbitolites* gr. *complanatus*, *Halkyardia minima*, des Pénéroplidés (*Rhapydionina* aff. *urensis*, *Peneroplis* sp.), des Miliolidés et des Rotalidés, d'âge lutétien supérieur ;

2 m de calcaires dolomitiques passant latéralement à des calcaires ;

7 m de marnes fines, micacées, renfermant de minces niveaux gréseux ;

3 - Une lentille de calcaire bioclastique, d'une épaisseur locale de 7 m, ayant livré, dans la partie moyenne (F₂) : *Grzybowskia* sp. et *Actinocyclus radicans* et vers le sommet (F₃) : *Pellatospira madaraszii*, *Spiroclypeus* sp. et *Grzybowskia* sp., des Orthophragmines et des Algues Mélobésiées, d'âge priabonien ;

4 - 5 m de marnes gréseuses jaunes, renfermant des Globigérinidés ;

un flysch marno-gréseux dont la base renferme des lentilles calcaires à *Discocyclus* sp., *Nummulites* sp. et des Algues Mélobésiées.

Coupe 2 : Sur le chemin d'Ipsos au Monastère Ivannou Podromou, on relève successivement, du bas vers le haut :

1 - Une masse de calcaires graveleux à Alvéolines et Miliolidés, dont la partie supérieure a livré dans une matrice bioclastique (F₁) : *Orbitolites* gr. *com-*

planatus, *Lituonella* cf. *roberti* et Miliolidés d'âge lutétien supérieur ;

2 - 3 m de marnes jaunâtres à Globigérines renfermant un banc de calcaire lenticulaire ;

3 - 5 m d'un calcaire bioclastique pouvant être réduit latéralement à 1 ou 2 m d'épaisseur, renfermant : *Arenagula* sp. (rares), *Chapmanina gassinensis*, *Gyroidinella magna*, *Discocyclines*, *Rotalidés*, *Mélobésiées*, *Gypsinidés*, lui conférant un âge lutétien supérieur ;

4 - 4 à 5 m de marnes gréseuses gris-jaunâtres, dont la base a fourni des Globigérinidés ;

un flysch marno-gréseux renfermant à la base un banc de calcaire bioclastique lenticulaire ayant livré *Pellatospira madaraszii*, *Grzybowskia* sp., des Nummulites, des *Discocyclines*, des *Mélobésiées* et des *Gypsinidés*, faune d'âge éocène supérieur.

Coupe 3 : Sur la route de Dimitsana à Ipsos, en contrebas d'un pont et au niveau du Monastère Philosphou, du bas vers le haut, on relève :

1 - 5 m de calcaires en gros bancs, constitués par une brèche polygénique à gros éléments, qui a fourni dans une matrice à texture bioclastique (F₁) : *Orbitolites* gr. *complanatus*, *Chapmanina*, des *Gypsinidés*, des *Rotalidés* (*Kathina* sp. ?) d'âge lutétien supérieur ;

2 - 1 m de marnes sableuses jaunes en plaquettes renfermant des Globigérinidés ; 1 m de calcaires bioclastiques noirâtres avec *Chapmanina gassinensis* sp., *Gyroidinella magna* sp., *Gypsinidés* et Nummulites, d'âge lutétien supérieur ; 4 m d'un calcaire marneux gris-noir se débitant en lamelles à *Discocyclines* et *Globigérinidés* ; 2 m de calcaires en rognons à texture graveleuse renfermant (F₁) : *Orbitolites* gr. *complanatus* (LMK), *Arenagula* sp., *Halkyardia minima* (LIEBUS), *Valvulina* sp., des Pénéroplidés abondants (*Praerhapydionina* sp., *Peneroplis* ou *Dendritina* sp.), des *Rotalidés* d'âge lutétien supérieur ; 1 m de marnes sableuses jaunes à Globigérinidés ;

3 - 2 m de calcaire bréchiq ue à éléments irréguliers renfermant des débris d'Orthophragmines ;

4 - plusieurs mètres de marnes indurées, avec un banc de calcaire bréchiq ue et un mince niveau marneux interstratifié ;

un flysch périto-gréseux.

Coupe 4 : Au sud du village de Paliochori, au niveau d'un pont de pierre, affleurent, du bas vers le haut :

2 - 5 m et plus d'un calcaire constitué de nodules à texture bioclastique, renfermant (F₁) : *Orbitolites* gr. *complanatus*, *Arenagula* sp., des Pénéroplidés abondants (*Peneroplis* ou *Dendritina* sp., *Praerhapydionina* sp.), des Miliolidés, des *Rotalidés*, donc d'âge lutétien supérieur. A l'intérieur de ce niveau, on peut observer de nombreuses amygdales décimétriques de marnes à Globigérinidés ;

1 m de calcaire marneux ;

1 m de calcaire à nodules avec des intercalations marneuses ;

- 3 - 1,20 m de calcaire bioclastique à (F₂) : *Grzybowski* sp., *Chapmanina gassinensis*, *Nummulites* sp., des Orthophragmines abondantes (*Discocyclina* sp., *Asterodiscus* sp.), des Gypsinidés, donc d'âge priabonien. On y observe un passage latéral à des marnes calcaires riches en Globigérinidés ;
- 4 - 3,80 m de marnes gréseuses à rares nodules calcaires ; le flysch à minces bancs gréseux.

Coupe 5 : Au Sud de Marko et en contrebas du village, affleurent, du bas vers le haut :

- 3 - des calcaires bioclastiques dont la base n'est pas visible avec (F₂) : *Chapmanina gassinensis*, *Fabiania cassis*, *Gyrodinella magna*, *Halkyardia minima*, *Nummulites* sp., *Grzybowski* sp. possible, des Orthophragmines (*Discocyclina* sp.), des Gypsinidés, des Algues Lithothamniées, association d'âge lutétien supérieur à priabonien ;

- 4 - 15 m de marnes calcaires gris-bleuté à rare microfaune pélagique de Globigérinidés.

Des niveaux centimétriques de calcaire bioclastique et gréseux y sont interstratifiés, ils contiennent des débris de Nummulites, des Orthophragmines, des Globigérinidés, donnant un âge éocène élevé probable. Cette microbrèche renferme 15 % de quartz environ.

4 à 5 m de marnes gréseuses intercalées de lits centimétriques de calcaires gréseux sans microfaune ; 20 à 30 m de flysch marno-gréseux ;

4 m d'un niveau conglomératique à nombreux galets juxtaposés, constitués de calcaire sublithographique (du Pinde ?) et de calcaire benthique renfermant *Grzybowski* sp., *Chapmanina gassinensis* sp. en débris, *Fabiania cassis* sp., des grandes Nummulites, des Discocyclines, *Asterodiscus* sp., des Rupertiidés, des Mélobésiées, d'âge éocène supérieur.

On voit donc que la série calcaire se termine au Lutétien supérieur (niveau 1), au-dessus se déposent des marnes à lentilles calcaires ou à bancs de calcaire bréchiq ue indiquant une instabilité du milieu de sédimentation. Ces marnes s'enrichissent en éléments gréseux à leur sommet (niveau 2), ce qui s'accompagne de la disparition de la microfaune benthique.

Une récurrence de calcaire, bioclastique au bréchiq ue, priabonien apparaît (niveau 3), suivie immédiatement par un flysch marno-gréseux (niveau 4).

L'enrichissement des marnes en quartz et en micas dans les formations 2 et 4 s'accompagne d'un appauvrissement de la microfaune pélagique composée ici de Globigérinidés. Le flysch est paléontologiquement très pauvre.

Dans ce secteur de Dimitsana, comme partout ailleurs en Péloponnèse occidentale, le flysch débute dès la base du Priabonien (niveaux 3 et 4). Ce qui est ici particulier, c'est l'apparition d'un épisode

détritique précoce (niveau 2). Sa base, pélitique fine, envahit plus ou moins complètement une série calcaire, et son sommet possède déjà les caractéristiques d'un flysch.

Cet épisode détritique, daté du Lutétien supérieur, n'est pas retrouvé dans les zones plus externes de la ride (J.J. Fleury, 1970). Des observations récentes de terrain confirment la précocité du flysch de Gavrovo-Tripolitsa ailleurs en Péloponnèse (J.J. Fleury, renseignements oraux). L'idée d'une dépression au sein de la ride du Gavrovo-Tripolitsa communiquant avec la zone du Pinde a été émise (Dereourt, Fleury et Mania, 1970).

Le secteur étudié est dans le prolongement N de l'axe du dôme métamorphique du Taygète. Il n'est pas exclu qu'existe une liaison génétique entre la dépression où s'accumule un puissant flysch au N, près de Langadia et la surrection de l'anticlinal de Soele du Taygète.

Le flysch de Gavrovo-Tripolitsa débute par un faciès schisto-pélitique à minces niveaux gréseux sur 20 m environ, puis le faciès gréseux grossier où les grano-classements sont observables, s'installe. On retrouve néanmoins des récurrences périto-gréseuses. Son épaisseur réelle est ici difficile à évaluer à cause du rabotage par la nappe du Pinde et des nombreuses failles qui l'affectent. Une puissance de 250 à 300 m ne serait pas trop éloignée de la vérité. Il faut signaler l'existence de lentilles conglomératiques observées par ailleurs en Grèce continentale (Aubouin, 1959) et en Péloponnèse septentrional (Dereourt, 1964), qui soulignent l'érosion précoce de séries pindiques.

Sa patrie sédimentaire semble être de même configuration que celle des flyschs du Pinde, en effet, on observe dans les trois flyschs, des minéraux de métamorphisme du type phengite, grenat et andalousite et des minéraux de roches acides comme les tourmalines ferrifères. La microthermoluminescence met en évidence un apport homogène en quartz et les courbes de macrothermoluminescence sur des échantillons prélevés dans des zones plus externes sont similaires (Maillot, 1970).

IV. — TECTONIQUE

On distingue trois types principaux de tectonique (fig. 2) :

- 1) Tectonique de la nappe pindique,
- 2) Tectonique de l'autochtone de Gavrovo-Tripolitsa et la nappe sus-jacente,

3) Néotectonique recoupant les deux précédentes.

A) Tectonique de la nappe du Pinde.

En Péloponnèse septentrional, une vaste unité, le Pinde-Olonos, chevauche largement sur une centaine de km un autochtone, le Gavrovo-Tripolitsa (Blumenthal, 1933). Ce dernier a été daté à son sommet, de l'Éocène supérieur-Oligocène en Péloponnèse septentrional, et de l'Oligocène moyen en Péloponnèse central par J.L. Mansy (1969). Au niveau de Dimitsana, la pauvreté fossilifère du flysch de Gavrovo-Tripolitsa et le rabotage de ses niveaux supérieurs par la nappe du Pinde, n'ont permis de reconnaître qu'un âge éocène supérieur pour les séries les plus jeunes. On peut donc penser qu'un matériel daté à sa base du Crétacé, est venu chevaucher une unité datée à son sommet de l'Éocène-Oligocène.

Avec des aspects aussi différents que les crêtes ou les hauts plateaux, la nappe du Pinde est un domaine unique, intensément débité en écaillés.

Le secteur d'étude intéresse la zone des écaillés développées dans le domaine externe de la nappe et la zone subtabulaire du plateau d'Arcadie. On rencontre :

— à l'ouest, des écaillés qui se regroupent en trois principaux ensembles géométriques : septentrional, médian et méridional ;

— au nord-est, le plateau d'Arcadie où la nappe repose par un mince liseré de radiolarites sur le flysch autochtone. La retombée S de l'anticlinal de l'autochtone y détermine un synclinal de nappe ;

— au sud-est, la plaine de Mégaloполиs qui est taillée à l'emporte-pièce dans les structures précédentes (Dufaurc, 1965). Les directions de failles sont toutes indépendantes des directions paléogéographiques. Des failles satellites de celles qui ont déterminé la plaine entaillent abondamment les structures.

a) LES ÉCAILLÉS.

Elles sont le résultat d'un chevauchement brutal, créateur de nombreux décollements à la base de la série radiolaro-gréseuse, et de nombreux plissements dans les banes de la masse des calcaires sublithographiques. Le regard W des écaillés montre presque toujours le contact de séries radiolaritiques et gréseuses du Crétacé inférieur sur des séries calcaires du Crétacé supérieur.

La carte structurale permet d'observer :

— un secteur septentrional (écaillés 1 à 6), où, du nord vers le sud, les plis sont déversés, laminés sur le flanc inverse, puis écaillés ;

— un secteur médian (écaillés 14, 17), où les écaillés s'ennoient et ne possèdent qu'une faible élongation axiale ;

— un secteur méridional, où les écaillés (5, 13, 15) n'ont plus la belle ampleur de celles qui sont plus septentrionales.

Il faut noter les directions générales N 180-160, surtout dans la zone orientale et méridionale du secteur. On constate cependant un changement d'orientation à l'approche de la fenêtre. Dans le secteur médian, les écaillés sont peu développées et leur changement de direction, ainsi que leur style pourraient indiquer la présence proche de l'autochtone.

La continuité axiale des écaillés semble être souvent respectée dans les secteurs septentrionaux et méridionaux, toutefois, dans chaque unité structurale, le style peut varier d'un pli régulier vers une écaillé laminée.

Le rôle des radiolarites et de la série grésopélitique (premier flysch du Pinde) est prédominant dans la mise en place des écaillés. Elles sont le siège de décollements différentiels au sein de la série.

Les grès du premier flysch, beaucoup plus compétents que les radiolarites, sont moins plissés que ces derniers. Très souvent, tectoniquement indépendants au sein de la série terrigène, ils s'accumulent en grande masse alors que la série radiolaritique est laminée et plissotée.

b) LE PLATEAU D'ARCADIE.

L'importance des faciès bréchiqes marque sa série calcaire très peu écaillée. Ces caractères et la position surélevée du plateau d'Arcadie en font une unité originale de la nappe du Pinde-Olonos. Cette disposition avait conduit D. Kiskyras (1963) à proposer l'existence de deux unités allochtones. Nous avons vu que l'identité des faciès du Crétacé supérieur d'une part, et la continuité géométrique entre les écaillés et la table d'Arcadie plus au N, ne permettent pas de retenir cette hypothèse. La table d'Arcadie se rattache génétiquement et paléogéographiquement à la zone des écaillés.

On peut observer le chevauchement de la masse des calcaires en plaquettes de direction générale

N 180 et de pendage Est sur l'autochtone. Cependant, les bombements de ce dernier amènent des changements de direction fréquents.

De nombreux niveaux, parmi les plus marneux, sont mylonitisés. Les contraintes ont des répercussions très différentes sur les calcaires en gros bancs où apparaissent de nombreuses diaclases à cristallisation de calcite.

On observe également, au contact de l'autochtone et de la nappe du Pinde, de nombreuses brèches, ainsi que de gros lambeaux de calcaire arrachés à l'autochtone, atteignant des volumes de plusieurs m³.

Les niveaux radiolaritiques à la base des calcaires sont mylonitisés et réduits à quelques mètres d'épaisseur.

Le plateau d'Arcadie est limité dans sa partie occidentale par des écaïlles à belle continuité axiale vers le S (écaïlles 7 à 12) qui, vers le N, passent dans un domaine profondément marqué par l'autochtone (écaïlle 16) et qui, vers le S, se compliquent au niveau des écaïlles 8 et 9, accompagnées de petits décollements (écaïlle 18).

Les directions générales N 180 des écaïlles sont modifiées au niveau de la fenêtre de l'autochtone de Gavrovo-Tripolitsa, dont le bombement est postérieur au charriage de la nappe du Pinde (fig. 6).

B) Tectonique de l'autochtone de Gavrovo-Tripolitsa.

La fenêtre de Gavrovo-Tripolitsa, au S de Dimitsana, est déformée en plusieurs structures anticlinales de direction générale N 130 (fig. 6), caractérisées par des plis à grand rayon de courbure. Une tectonique cassante les affecte.

Les failles directionnelles se groupent selon trois directions : N 25, N 145 et N 180, qui donnent une configuration en horst et grabens ainsi qu'une morphologie en clochetons très rapprochés les uns des autres. Elles font ressortir dans la partie E de la fenêtre, des pitons calcaires très nombreux. Celles de direction N 145, très importantes, sont actuellement en activité. Les séismes actuels le prouvent et la phase cassante se déroule encore aujourd'hui (Ambraseys, 1967).

C) La néotectonique.

Elle est responsable de l'effondrement de la plaine de Mégalopolis, où se sédimentent les dépôts lacustres à lignite et où l'on a trouvé dans les accumulations glaciaires (Melentis, 1966) des restes d'Elephants, dont *Palaeoloxodon antiquus antiquus* FALCONER, *Archidiskodon meridionalis meridionalis* DEPERET et MAYET, *Mammonteus primigenius primigenius* BLUMENBACH. Des sondages ré-

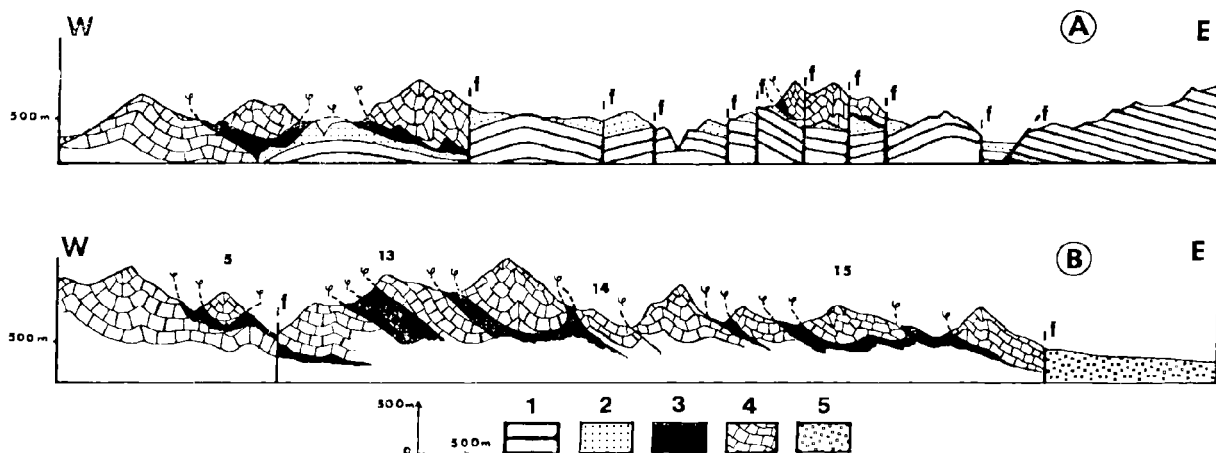


FIG. 6 A. — Coupe schématisée au niveau de la fenêtre de Dimitsana et du plateau d'Arcadie

FIG. 6 B. — Coupe schématisée, au sud du secteur étudié, du secteur méridional des écaïlles

1. Calcaires du Gavrovo-Tripolitsa. — 2. Flysch du Gavrovo-Tripolitsa. — 3. Les radiolarites et le premier flysch du Pinde. — 4. Les calcaires en plaquettes du Pinde. — 5. Néogène.

f : faille. — φ : contact anormal.

cents et les déterminations de microfaune lacustre ont montré une subsidence dissymétrique du Quaternaire ancien, dont les formations atteignent plus de 200 m d'épaisseur dans la partie occidentale. Les zones orientales sont moins subsidentes et sont séparées des précédentes par un môle aligné dans l'axe du Taygète (Dufaure, 1967).

L'orientation des cassures de cette néotectonique est parallèle aux lignes de dislocation maximale orientées NNW-SSE des séismes actuels (Ambroseys, 1967), et à l'axe du dôme métamorphique du Taygète.

La découverte récente, dans la partie méridionale du secteur étudié (Mania, 1970), de roches

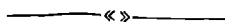
effusives, dont les caractères pétrographiques sont ceux d'une spilite, recoupant les écailles du Pinde et localisées le long de failles importantes, montre que ces cassures sont liées à l'effondrement du bassin de Mégalopolis.

CONCLUSIONS

La Messénie se situe dans un cadre tectonique classique des Hellénides. L'analyse paléogéographique qui vient d'être entreprise montre la disposition nouvelle et précoce d'un flysch. Ceci nous invite à reprendre l'étude du domaine de Gavrovo-Tripolitsa au moment de l'envahissement de la ride par les dépôts détritiques du sillon pindique.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AMBRASEYS N.N. (1967). — The earth quakes of 1965-66 in the Peloponnusus Greece ; a field report. *Bull. Seism. Soc. Am.*, vol. 57, p. 1025-1046.
- 2) AUBOUIN J. (1957). — A propos de la série du Pinde-Olonos. Essai de corrélations stratigraphiques dans le Pinde méridional. *Ann. géol. des Pays hellén.*, (I), t. 8, p. 246-262.
- 3) AUBOUIN J. (1959). — Contribution à l'étude géologique de la Grèce septentrionale : les confins de l'Épire et de la Thessalie. *Ann. géol. des Pays hellén.*, t. 10, 525 p., 127 fig., 1 carte au 200.000°.
- 4) BLUMENTHAL M.M. (1933). — Zur Kenntnis des Querprofils des zentralen und nördlichen Peloponnes. *Neues Jahrb. für Min.*, t. 70, p. 449-514.
- 5) DERCOURT J. (1964). — Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrional. *Ann. géol. des Pays hellén.*, t. 15, 418 p., 116 fig., 1 carte au 200.000°.
- 6) DERCOURT J., FLEURY J.J. et MANIA J. (1970). — Sur la signification d'un épisode détritique précoce dans la zone de Gavrovo-Tripolitsa en Péloponnèse occidentale (Grèce). *C.R. somm. S.G.F.*, 9-11-1970.
- 7) DUGAURE J.J. (1965). — Problèmes de Néotectonique dans le Péloponnèse. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, 2^{me} sér., vol. VII, fasc. 3, p. 235-252.
- 8) FLEURY J.J. (1970). — Le Sénonien et l'Eocène à microorganismes benthoniques du Klokova (zone du Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale). *Revue de micropaléontologie*, vol. 13, n° 1, p. 30-44.
- 9) KISKYRAS D. (1963). — Tektonische Untersuchungen im Peloponnes insbesondere in der Olonos - Pindos Zone. *Bull. Soc. Geol. Greece*, vol. 5, n° 2, p. 1-21.
- 10) MAILLOT H. (1970). — Etude géologique d'un secteur de l'Elide-Péloponnèse occidentale (Grèce). *D.E.A., Lille*, 97 p., 49 fig. 3 pl.
- 11) MANIA J. (1970). — Etude géologique d'un secteur de l'Arcadie-Péloponnèse central (Grèce). *D.E.A., Lille*, 137 p., 57 fig., 8 pl.
- 12) MANSY J.L. (1969). — Etude géologique des Monts de Kiparissia (Messénie) Grèce. *D.E.A., Lille*, 75 p., 34 fig., 4 pl.
- 13) MELENTIS J.K. (1966). — Die dentition der Pleistozanen Proboscidiar des Beckens Von Megalopolis im Peloponnes (Griechenland). *Ann. géol. des Pays hellén.*, t. 12, p. 153-262.
- 14) NEGRI Ph. (1909). — Sur les brèches de friction dans les surfaces de charriage du Péloponnèse. *C.R. Ac. Sc.*, t. 148, p. 1700-1702.
- 15) RENZ C., IARSIKAS N. et PARASKEVAIDIS L. (1955). — Carte géologique de Grèce au 500.000°.
- 16) TERRY J. (1969). — Etude géologique d'un secteur de la Messénie septentrionale, Grèce. *D.E.A., Lille*, 92p., 27 fig., 6 pl.



Etude géologique des monts de Kiparissia (Messénie, Grèce)

par Jean-Louis MANSY (*)

Sommaire. — L'étude de la zone du Pinde a montré l'absence de flysch triasique et un Premier Flysch peu important. Les couches de passage au Second Flysch débutent au Maestrichtien et se poursuivent jusqu'au Paléocène. L'ensemble du Gavrovo se termine par un puissant conglomérat d'âge oligocène moyen.

Summary. — The study of Pindus zone shows the absence of triassic flysch and few of the First Flysch. The Transitionnal Beds to the Second Flysch are Maestrichtian and Paleocene. The Gavrovo which ends by a conglomerate is middle oligocene.

I. — SITUATION

Le secteur étudié prend place au Sud-Ouest de Mégalopolis, il est encadré par le massif du Taygète et la mer Ionienne. On peut y observer le contact de la nappe pindique sur l'autochtone du Gavrovo-Tripolitsa (fig. 1).

II. — LES GRANDS ENSEMBLES

Nous en distinguerons deux, à la fois par leur signification paléogéographique et leur comportement rhéologique.

— La zone du Pinde-Olonos, au style souple, en raison de la série lithologique riche en niveaux incompetents. Elle a été éjectée de son sillon et elle est largement flottante sur l'autochtone (M. Blumenthal, 1933 ; J. Dercourt, 1964) du Gavrovo-Tripolitsa.

— La zone de Gavrovo-Tripolitsa a un style plus lourd ; elle est affectée par une tectonique cassante où prédominent les failles verticales. Elle est composée d'une puissante série carbonatée, terminée par un flysch grés-marneux à passées conglomératiques déjà remarquées par A. Philippson (1892) et Ph. Negris (1906).

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille (Sciences de la Terre).

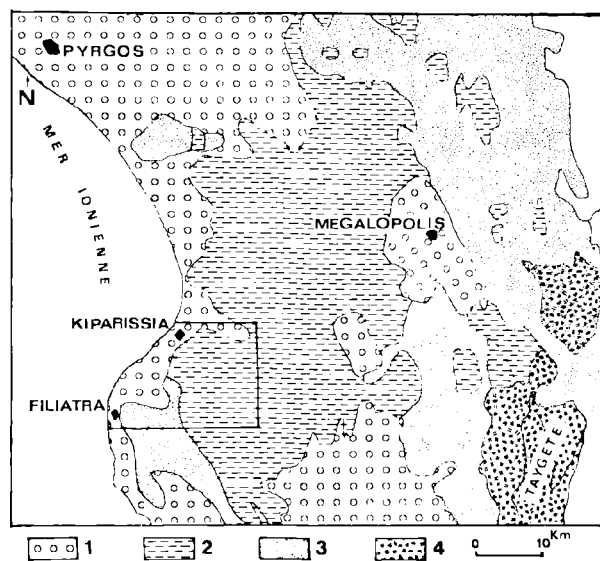


FIG. 1. — Plan de situation du secteur étudié.
1. Néogène. — 2. Nappe du Pinde-Olonos. — 3. Autochtone du Gavrovo-Tripolitsa. — 4. Séries métamorphiques du Taygète.

III. — LA STRATIGRAPHIE

A) La série du Pinde Olonos.

Elle est essentiellement formée de dépôts pélagiques qui s'accumulent dans un sillon du Trias à l'Eocène supérieur. Deux épisodes détritiques sont

interrompt cette sédimentation pélagique, le premier au Crétacé moyen, dit "Premier Flysch du Pinde" par J. Aubouin (1958), le second, à partir du Crétacé terminal, le "Second Flysch du Pinde".

1) LES CALCAIRES ET JASPES INFRA-RADIOLARITIQUES.

La formation la plus ancienne reconnue n'affleure que par intermittence ; elle a pu être mise en évidence en deux points : à Karwuni et à Raftopoulo (fig. 2 et 3).

Le premier affleurement est constitué d'une alternance de jaspes verdâtres et de calcaires rognoneux à interbanes pélitiques. La surface des bancs est recouverte de tests d'Halobies : *Daonella styriaca* Mojs (C. Renz, 1906) qui caractérise la zone à *Trachyceras aonoides* du Carnien. L'étude

microscopique de ces roches nous a révélé la présence de gravelles grisâtres noyées dans une pâte calcitique, indicatrice de nombreux mouvements. Des attaques à l'acide formique effectuées sur ces roches, ont livré des débris indéterminables de Conodontes à plate-forme.

Le second affleurement, situé immédiatement à l'Est de Raftopoulo, fait reposer des bancs de calcaires micrograveleux, sans macrofaune, à faciès identique à ceux décrits précédemment sur les couches de passage au flysch à *Globotruncana* et *Orbitoides*.

Puis quelques niveaux plus détritiques, à nombreuses facules vertes, qui peuvent être l'écho des formations gréseuses signalées plus à l'Est par J. Terry (1969).

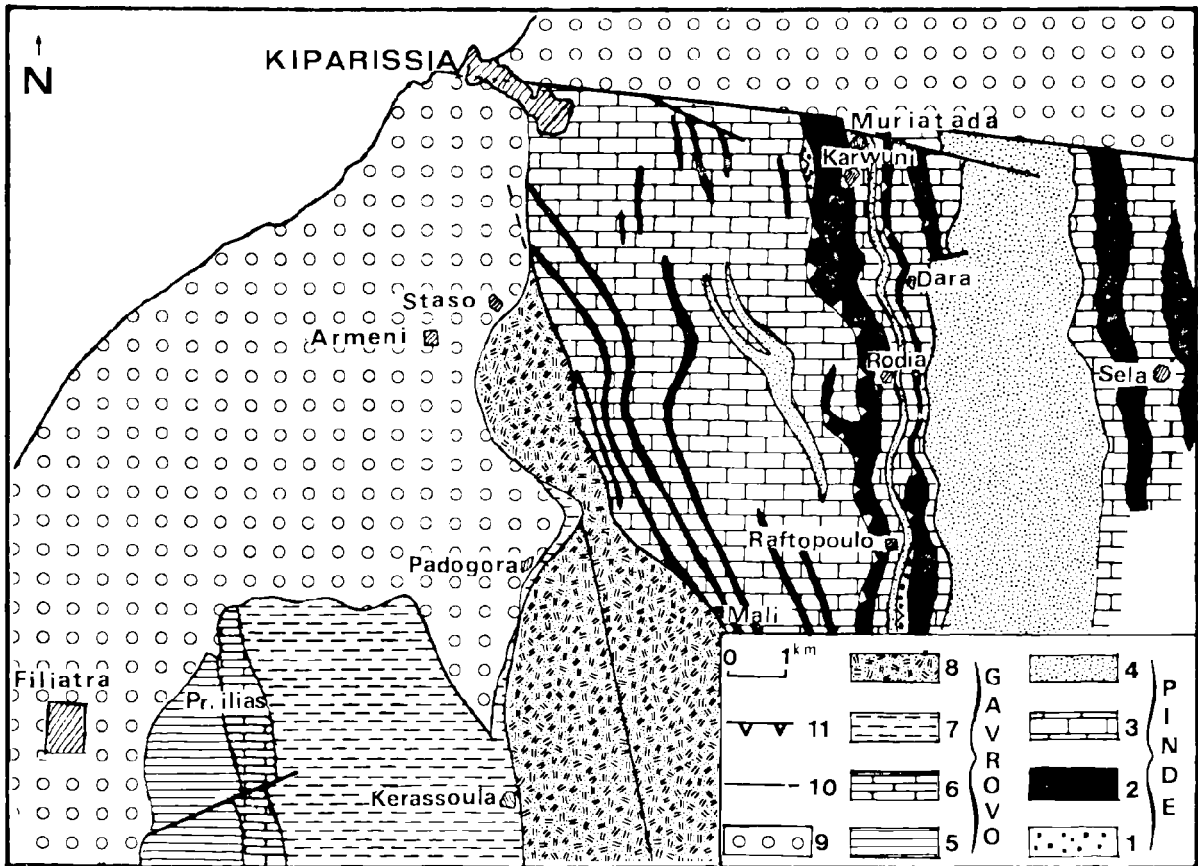


FIG. 2. — Carte géologique du secteur de Kiparissia.

1. Calcaires et jaspes infraradiolaritiques. — 2. Les Radiolarites. — 3. Les calcaires en plaquettes et les couches de passage au flysch. — 4. Le second flysch du Pinde. — 5. Les calcaires et dolomies du Crétacé supérieur. — 6. Les calcaires de l'Eocène. — 7. Le flysch typique. — 8. Le flysch conglomératique. — 9. Le Plio-Quaternaire. — 10. Faille. — 11. Chevauchement.

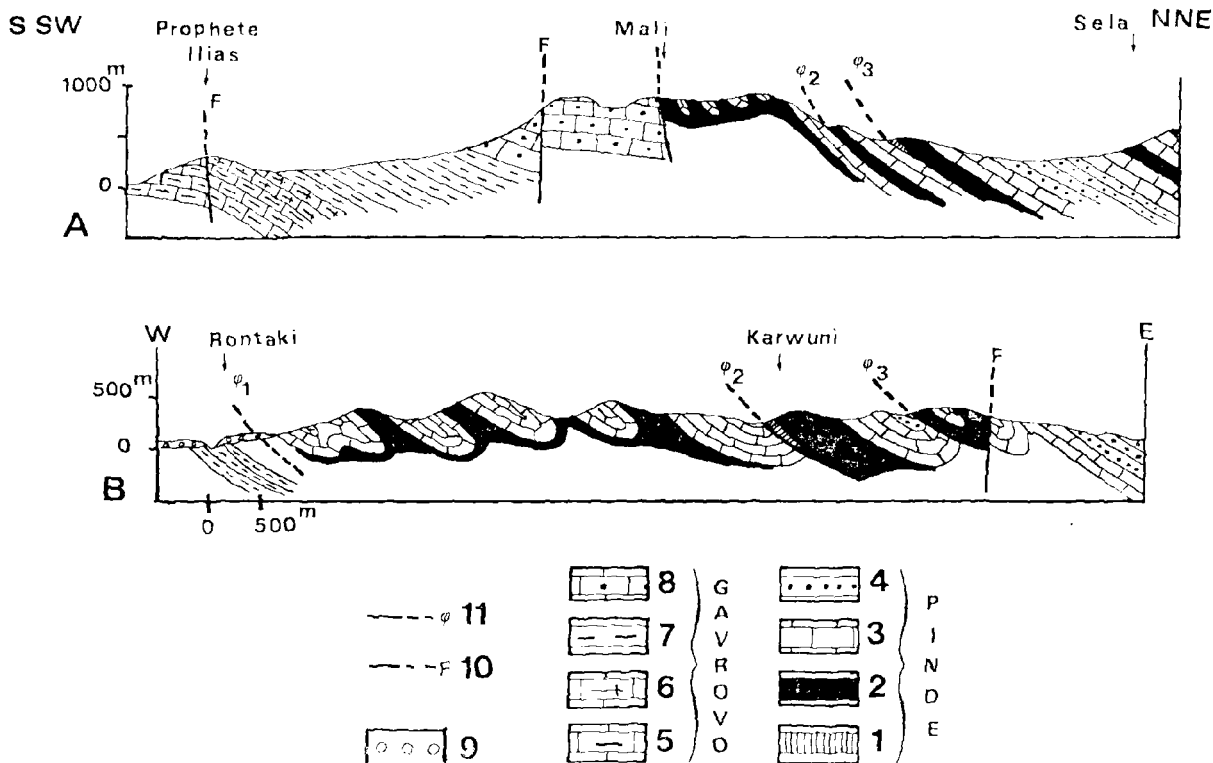


FIG. 3. — Même légende que figure 2.

Ces niveaux renferment la faune suivante : *Glomospirella* sp., *Angulodiscus* sp. et des sclérites d'Holothurides. Des Conodontes ont été dégagés à l'aide d'acide monochloracétique, la détermination a permis d'identifier *Epigondollera abneptis* HUCKRIEDE qui caractérise le Norien.

Cet ensemble calcaire-jaspeux, est l'indice d'une sédimentation pélagique calme, du Trias sommital.

2) LES RADIOLARITES.

Elles constituent la base des chevauchements lorsque la semelle triasique est absente. On peut y remarquer la succession suivante :

- R₁ : des calcaires alternant avec des jaspes à Radiolaires, très fissiles, formés de lits n'excédant pas 0,05 m.
- R₂ : des jaspes à Radiolaires "radiolarites holosiliceuses", la partie basale, riche en minerai de manganèse, est de couleur rouge, la partie sommitale s'enrichit en matière pélitique, ce qui lui confère une teinte jaunâtre.
- R₃ : des alternances de jaspes à Radiolaires, de passées pélitiques et de calcaires à silex.

Ces trois niveaux sont très plissotés, il est impossible d'en évaluer la puissance exacte, qui, cependant, ne doit pas être inférieure à 150 m.

Le passage vertical de la série radiolaritique aux séries sus-jacentes est assez confus en raison du comportement rhéologique différent des séries successives. Dans la région de Kiparissia, de rares affleurements ont permis d'observer des passées gréso-pélitiques ; les grès ont une matrice calcaire ; ils sont feldspathiques et renferment en outre séricite, biotite, épidote, chlorite, tourmaline verte et brune, plusieurs types de grenats, de l'andalou-site et un grand nombre de grains de phosphates. Le pourcentage moyen des minéraux magnétiques est environ 16. L'ensemble de ces minéraux indique une source où le métamorphisme et le magmatisme se sont manifestés d'une manière intense. Le degré d'usure et d'altération indique un transport assez long ou un remaniement. Associé à ces passées gréseuses, il a été observé en de rares endroits un microconglomérat renfermant de nombreux débris de radiolarites. Il est à remarquer que la formation de passage et l'importante série détritique décrite

dans les zones immédiatement plus internes par J. Terry (1969) et J. Mania (1970), n'a pas été observée dans ce secteur. Dans la région située dans le prolongement axial septentrional étudiée par H. Maillot (1970), ces termes n'ont pas, non plus, été observés. Là où elle a été décrite, J. Mania a daté cet ensemble reposant sur les radiolarites de l'Albien supérieur - Vraconnien.

3) LES CALCAIRES EN PLAQUETTES.

Une sédimentation, constituée de microbrèches associées à des calcaires pélagiques, fait suite à la série pélitogréseuse. Lorsque cette dernière est observable, on peut distinguer :

C₁ : une série à passées microbréchiques assez nombreuses, alternant avec des calcaires sublithographiques et des silex blancs. Certaines parties se sont révélées fossilifères, les déterminations suivantes ont été effectuées : *Globotruncana lapparenti lapparenti* (BROTZEN), *Globotruncana concavata* (BROTZEN), *Globotruncana elevata* (BROTZEN). Cette série peut atteindre 150 à 200 m, elle s'étend vraisemblablement du Turonien supérieur au Sénonien moyen, les deux derniers Foraminifères caractérisant plus précisément le Santonien.

C₂ : la partie sommitale voit l'apparition de niveaux plus marneux aux teintes grisâtres. Ces niveaux renferment de nombreuses amygdales de silex noirs. Dans la partie terminale de cette série, qui a une puissance d'environ 50 m, apparaissent les premières passées détritiques qui restent rares. Les calcaires ont livré la faune suivante : *Globotruncana gr. stuarti* (DE LAPPARENT), *stuartiformis* (DALBIEZ), *Globotruncana contusa* ? (CUSH.), *Orbitoides* sp., *Siderolites calcitrapoides* (LMK), des Hétérohélécidés, des Rugoglobigérines, cette association caractérisant le Maestrichtien.

4) LES COUCHES DE PASSAGE AU FLYSCH.

Les passées détritiques se font plus nombreuses, on peut ainsi observer des grès jaunâtres, des psammites, des calcaires gréseux et parfois un microconglomérat renfermant des galets de radiolarites et de calcaires sublithographiques. Les couches sont souvent très plissées en raison de leur situation entre deux ensembles à compétence différente ; la qualité des affleurements reste souvent médiocre et la puissance difficile à estimer. La faune la plus récente a été observée dans le microconglomérat précité, il renferme des éléments remaniés du Crétacé supérieur avec : *Orbitoides* sp., *Globotruncana* sp., des débris de tests de Rudistes, des *Lepidorbitoides*, des Hétérohélécidés. Associées à cette microfaune, on trouve *Globorotalia* sp. et des *Globigerina* à grosses perforations du Paléocène.

Il semble que dans cette région, les premières passées détritiques apparaissent au Maestrichtien, la transition entre le flysch typique et les calcaires se poursuivant jusqu'au Paléocène, âge de la dernière microfaune observée. Dans ces couches de passage, il a été découvert près de Dara, un Vertébré, matériel actuellement en cours de détermination.

5) LE SECOND FLYSCH DU PINDE.

Le flysch typique va s'installer et entraîner la disparition des derniers calcaires. Il affleure d'une façon importante dans la vallée de l'Arkadeïka, entre Dara et Sela. Il est formé d'une alternance de pélites et de grès aux couleurs variées, les principales étant rouges et bleues. L'étude microscopique a révélé la présence d'une matrice souvent abondante, dans laquelle on pouvait trouver des feldspaths, de la biotite, de la chlorite, de la pistachite, des grains de collophanite parfois assez nombreux, ainsi que de la glauconie. Les minéraux magnétiques semblent être moins abondants que dans le premier flysch, ils s'élèvent à 5 %. Ce flysch est daté par la faune immédiatement sous-jacente, il est donc Post-Paléocène sans que jamais il ait été trouvé des faunes dans ce faciès.

6) CONCLUSIONS.

Ce secteur nous a permis de constater l'absence de flysch triasique ainsi que de niveaux noduleux connus ailleurs (P. Tsoflias, 1969). Le Premier Flysch est peu important ; vraisemblablement, sa disparition est à la fois d'origine paléogéographique et tectonique. Les couches de passage, annonciatrices du second flysch, débutent au Maestrichtien et se poursuivent jusqu'au Paléocène, laissant place ensuite au flysch franc.

B) L'autochtone du Gavrovo-Tripolitsa.

Il est situé au front de la nappe du Pinde. Les calcaires qui le constituent lui confèrent un style lourd et une réponse aux tensions par des fractures. Une coupe d'ensemble a été effectuée de Filiatra au Prophète Ilias (4 km à l'E de Filiatra) ; elle permet d'observer successivement :

1) LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR, qui est fait d'une alternance de calcaires et de dolomies, la faune est peu nombreuse et très altérée. La partie basale comprend :

20 m de dolomies blanches cavernueuses, parfois bréchiques, renfermant des moules de Gastéropodes indéterminables,

20 m de calcaires blancs à Algues Dasycladacées.

60 m d'une alternance de calcaires et dolomies, la partie sommitale renfermant de la dolomie "crypto-cristalline vermiculée". Les calcaires bioclastiques renferment des Miliolidés, des Dasycladacées, des Verneuilinidés, des Gastéropodes, des Rotalidés et des Ostracodes, ainsi que *Nummoloculina robusta* TORRE, *Discorbis* ? sp. (*), qui peuvent être rapportés au Sénonien probablement inférieur.

Une coupe complémentaire effectuée le long de la route permet de préciser les niveaux terminaux du Crétacé. Ceux-ci renferment successivement :

à la base, "*Spirolina* Sp." de VOTO, *Nummoloculina* sp., des Gastéropodes, des Miliolidés, puis au sommet, *Discorbis* ? sp. (*), *Nummoloculina* sp., *Laffiteina* sp. accompagnés de Dasycladacées.

Ces associations se rapprochent de celles rencontrées au Klokova par J.J. Fleury (1970), elles correspondent probablement à un niveau élevé du Santonien. La série semble ici particulièrement peu épaisse.

2) L'ÉOCÈNE CALCAIRE.

Faisant suite aux calcaires précités, nous trouvons :

15 m de calcaires blanchâtres, assez mal stratifiés, dans lesquels ont été identifiés des Alvéolines flosculinées, des Glomalvéolines et des Nummulites globuleuses. Cette microfaune est très proche de celle du "Paléocène supérieur mésogéen" décrit au Klokova.

Des calcaires bioclastiques (**) renfermant des Alvéolines allongées, des Algues mélobésiées, *Orbitolites* sp. et des débris d'Echinodermes, l'ensemble évoquant le Lutétien inférieur.

Des calcaires purs (**) à *Fabiania cassis* OPPENHEIM, *Orbitolites* sp., *Nummulites* sp., Alvéolines non flosculinées se rapprochant des associations connues au Lutétien supérieur.

20 m de calcaires jaunâtres enrichis de lentilles marneuses, on y observe un mélange de faune benthique à *Pellatospira madaraszii* HANTKEN, *Grzybowskiia* cf. *nuda* KEIJZER, *Discocyclus* sp., *Asterodiscus* sp. et une faune pélagique à *Globigerina* et *Globorotalia*. Cette association caractérise le Priabonien dans les massifs du Gavrovo (J. Dercourt, J.J. Fleury et J. Mania, 1970).

3) LE FLYSCH A NIVEAUX CONGLOMÉRATIQUES (wildflysch).

Aux calcaires précédents, enrichis de lentilles plus marneuses, succède un flysch qui apparaît sur

(*) Forme figurée par G. Bignot, C.R. somm. S.G.F., 1966, p. 56.

(**) L'épaisseur de ces couches est difficile à évaluer. Celles-ci forment en effet une pente structurale.

le rebord oriental du Prophète Ilias. Deux ensembles sont à distinguer : un flysch franc, grésomarneux, au relief peu accusé et une muraille conglomératique qui le couronne.

Le premier ensemble possède des grès feldspathiques ; le pourcentage en minéraux magnétiques est très variable selon les niveaux. Les minéraux lourds sont analogues à ceux rencontrés dans le Premier Flysch et le Second Flysch du Pinde : de la phengite bleue, des grenats, de la chlorite, de l'oligiste et des grains de phosphate. La transition avec la partie sommitale essentiellement conglomératique s'observe près de Kerassoula, elle s'effectue par un enrichissement progressif en passées microconglomératiques à galets de calcaires sublithographiques, de silex noirs et radiolarites. Cette zone transitionnelle n'excède pas une vingtaine de mètres, elle est surmontée des conglomérats *sensu stricto* qui peuvent se diviser en :

150 m de conglomérats renfermant des éléments identiques à ceux du microconglomérat, mais ayant parfois une taille voisine de 0,15 m.

20 m de marnes qui ont livré *Catapsydrax unicus* BOLLI, LOEBLICH et TAPPAN, *Globigerina ampliapertura euapertura* JENKINS, *Globorotalia opima opima* BOLLI. G. Bizon (1967) fait, en Epire, de cette association, une zone de l'Oligocène moyen.

Cet horizon marneux est limité par une zone faillée qui s'amortit en flexure vers le Nord. Au-dessus, alternent conglomérats et marnes sur une épaisseur d'environ 200 m.

Une coupe complémentaire, effectuée près de Mali, nous montre la présence de niveaux microbréchiques interstratifiés dans les conglomérats, on y trouve une faune du Crétacé supérieur du Gavrovo avec :

Orbitoides media D'ARCHIAC, *Siderolites calcitrapoides* LMK, *Aeolisaccus* sp., *Omphalocyclus* sp., *Monolepidorbis* sp., associée à des éléments éocènes : *Asterigerina* cf. *rotula* KAUFFMANN, *Pellatospira madaraszii* HANTKEN, *Chapmanina gassinensis* SILVESTRI, *Fabiania* sp., *Grzybowskiia* sp.

4) CONCLUSIONS.

La série conglomératique a une puissance difficile à évaluer en raison des failles, mais elle ne saurait être inférieure à 300 m. La présence d'éléments hétérogènes dans le conglomérat indique que la série pindique était érodable et déjà débitée en écaillés, ce, avant l'Oligocène moyen, qui marque la limite chronologique inférieure de la mise en place de la nappe. Il y avait alors une intense érosion de l'Autochtone.

IV. — LA TECTONIQUE (*)

A) La nappe du Pinde.

C'est une nappe de couverture, débitée en nombreuses écailles. Il a été observé au fond d'un ruisseau près de Staso, le flysch du Gavrovo quelques centaines de mètres en avant de la nappe du Pinde, mais, en aucun endroit, le contact tangentiel du Pinde sur le Gavrovo n'a pu être mis en évidence. La masse chevauchante du Pinde domine au Nord le flysch marno-gréseux du Gavrovo, elle bute au Sud contre les niveaux conglomératiques du flysch.

1) LE SYSTÈME DES ÉCAILLES.

Deux coupes vont nous permettre d'en préciser le style général : la première est effectuée de Rontaki à Karwuni, la seconde du Prophète Ilias à Sela. Trois écailles sont rencontrées successivement : l'écaille frontale, l'écaille de Karwuni (φ_2), l'écaille de Dara (φ_3) (fig. 3 A et 3 B).

a) L'écaille frontale.

Les calcaires sublithographiques du Pinde sont au contact du flysch marno-gréseux du Gavrovo (fig. 2), recouverts par des alluvions plio-quaternaires. La direction axiale des niveaux pindiques est toujours voisine de 160° N. Cette écaille présente de nombreux replis, le Premier Flysch n'y apparaît qu'une seule fois.

b) L'écaille de Karwuni.

Près des monastères de Katsimikada, on peut observer le chevauchement des calcaires et jaspes du Trias supérieur fossilifère sur les couches de passage à *Globotruncana*. La bande radiolaritique, large au Nord, s'amincit nettement vers le Sud, elle est surmontée de calcaires sublithographiques et de second flysch.

(*) Le lecteur est renvoyé à une bibliographie exhaustive dans Aubouin et al. (1961).

c) L'écaille de Dara.

Près de ce village on peut observer les Radiolarites chevauchant les couches de passage à *Globotruncana*. Plus au Sud, à Raftopoulo, on peut observer sous ces Radiolarites, une semelle triasique.

B) L'autochtone du Gavrovo-Tripolitsa.

Son style sera précisé par la coupe du Prophète Ilias à Sela (fig. 3 A). On peut remarquer que ces couches sont sub-horizontales, le pendage vers l'Est s'accroissant légèrement dans la partie orientale. De nombreuses failles verticales entaillent ce massif et délimitent de petits grabens. Le flysch grésomarneux qui fait suite à ces calcaires, possède une morphologie molle, il est surmonté du wildflysch qui peut être plissé (synclinal de Staso). On peut suivre, à l'intérieur de celui-ci, le passage d'une flexure visible au Nord de Padogora à une faille marquée par des clochetons entre Padogora et Kerassoula.

C) La Néotectonique.

Elle se manifeste par des failles ; la principale peut être suivie de Kiparissia à Muriatada ; elle se poursuit plus à l'Est vers Aétos. Cette faille met en contact la série du Pinde-Olonos avec le Plio-Quaternaire qui présente un faciès sableux près de Plemògnani et un faciès conglomératique près de Muriatada. De nombreuses failles satellites sont également observables, décalant la série pindique.

Des épanchements spilitiques sont observables près de Rodia ; ces formations traversent le Crétacé sommital et sont peut-être liées à la tectonique tardive.

Je tiens à exprimer ma plus profonde gratitude envers M. Dercourt qui a dirigé ce travail, son aide fut toujours très précieuse, à la fois sur le terrain et lors de la rédaction. La faune a été déterminée pour le Trias par M. Lys et M^{me} Muselet ; pour le Crétacé et le Tertiaire par M. Fleury. Je les en remercie vivement.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AUBOUIN J. (1959). — Contribution à l'étude géologique de la Grèce septentrionale : les confins de l'Épire et de la Thessalie (1^{re} Thèse, Paris, 1958). *Ann. Géol. Pays Hellén.*, t. 10, p. 1-483, 127 fig., 1 carte au 1/200.000.
- 2) AUBOUIN J., BRUNN J.H., CELET P., DERCOURT J., GODFRIAUX I. et MERCIER J. (1961). — Esquisse de la géologie de la Grèce. *Livre Mém. Prof. P. Fallot, Mém. S.G.F.* (hors série), t. II, p. 583-610.
- 3) BIGNOT G. (1966). — Association des Charophytes-Foraminifères dans les calcaires liburniens. *C.R. somm. S.G.F.*, fasc. 2, p. 56.
- 4) BIZON G. (1967). — Constitution à la connaissance des Foraminifères planctoniques d'Épire et des îles ioniennes. *Publ. I.F.P.*, Technip., Paris.
- 5) BLUMENTHAL M. (1933). — Zur Kenntnis des Querprofils des zentralen und nördlichen Peloponnes. *Neues Jahrb. für Min.*, t. 70, p. 449-514.

- 6) DER COURT J. (1964). — Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrional. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, t. 15, 418 p., 116 fig., 1 carte au 1/200.000.
- 7) DER COURT J., FLEURY J.J. et MANIA J. (1970). — Sur la signification d'un épisode détritique précoce dans la zone de Gavrovo-Tripolitsa en Péloponnèse occidentale (Grèce). *C.R. somm. S.G.F.*, p. 255.
- 8) FLEURY J.J. (1970). — Le Sémonien et l'Eocène à microorganismes benthoniques du Klokova (zone du Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale). *Rev. Micropaléontologie*, vol. 13, n° 1, p. 30-44
- 9) MAILLOT H. (1970). — Etude géologique d'un secteur de l'Elide (Péloponnèse occidentale - Grèce). *D.E.A., Lille.*
- 10) MANIA J. (1970). — Etude géologique d'un secteur de l'Arcadie (Péloponnèse central - Grèce). *D.E.A., Lille.*
- 11) MANSY J.L. (1969). — Etude géologique des Monts de Kiparissia (Messénie - Grèce). *D.E.A., Lille.*
- 12) MUSELET C. (1969). — Introduction à l'étude des Conodontes. *D.E.S., Lille.*
- 13) NEGRIS Ph. (1906). — Sur les racines de la nappe de charriage du Péloponnèse. *C.R. Acad. Sc., Paris*, t. 142, p. 308-310.
- 14) NEGRIS Ph. (1906). — Sur les conglomérats de Messénie et ceux du synclinal de Klokova - Varassova en Grèce. *C.R. Acad. Sc., Paris*, t. 143, p. 985-987.
- 15) NEGRIS Ph. (1908). — Sur la répartition des Halobies dans le Péloponnèse occidental. *C.R. Acad. Sc., Paris*, t. 147, p. 1008-1010.
- 16) PHILIPPSON A. (1892). — Der Peloponnes - Berlin. 642 p., 42 fig., 1 carte au 1/300.000.
- 17) RENZ C. (1906). — Uber Halobien und Daonellen aus Griechenland nebst asiatischen Vergleichsstücken. *Neues Jahrb. für Min., Geol. und Pal.*, S. 27-40.
- 18) TERRY J. (1969). — Etude géologique d'un secteur de la Messénie septentrionale - Grèce. *D.E.A., Lille.*
- 19) TSOFLIAS P. (1969). — Sur la découverte d'Ammonites triasiques au front de la nappe du Pinde en Péloponnèse septentrional (Grèce). *C.R. somm. S.G.F.*, p. 118-119.

Contribution à la connaissance du Westphalien inférieur : les microspores de l'assise de Vicoigne dans l'unité de production de Valenciennes (H.B.N.P.C.). Application stratigraphique

par R. COQUEL (*)

(Planche IV)

Sommaire. — L'étude de la microflore de l'assise de Vicoigne dans l'unité de production de Valenciennes (H.B.N.P.C.) nous a permis d'établir une zonation palynologique de cette assise et de préciser l'âge d'une série houillère complexe rencontrée à la fosse St Mark (unité de Valenciennes).

Summary. — The study of the microflora of the assise de Vicoigne in the unité de production de Valenciennes (H.B.N.P.C.) has given the possibility to establish a palynological zonation, and to specify the age of a complicated serie observed at the fosse St Mark (unité de Valenciennes).

L'assise de Vicoigne, redéfinie en 1960 par Bouroz (2), n'a jusqu'à présent fait l'objet d'analyses palynologiques que dans la partie occidentale du Bassin Houiller du Nord de la France (6), les résultats obtenus uniquement à partir de l'étude de terres charbonneuses n'ont pas permis d'établir une zonation à l'intérieur de cette assise. Afin de combler cette lacune, un examen de la microflore de l'assise de Vicoigne a été entrepris dans la partie orientale du bassin (unité de Valenciennes).

L'épaisseur de l'assise de Vicoigne, limitée à sa base par le niveau marin de la passée de Laure, et à son sommet par celui de Poissonnière, s'avère importante dans la partie orientale de notre bassin, où elle peut atteindre 420 m. A la fosse La Grange, où nos prélèvements ont été effectués, elle n'excède pas 300 m de puissance avec une quinzaine de veines exploitables. Elle comporte 2 faisceaux (Modeste et Chandeleur) séparés par le tonstein *Graziella* qui n'est pas connu dans l'unité de Valenciennes. La présence, dans la veine Léonie, du tonstein *Julia* permet cependant de donner la position approximative du tonstein *Graziella* ; il se situerait entre les veines Léonide et Léonie (fig. 1). Nous avons obtenu de l'assise de Vicoigne

une série géologique complète. L'échantillonnage a porté sur les toits, murs, intercalaires et charbons, mais ces derniers, par suite de teneurs en matières volatiles trop faibles (15 %), n'ont livré aucune microflore déterminable.

I. — Etude qualitative

La microflore dégagée des stériles selon le mode opératoire classique s'avère relativement pauvre et de fossilisation parfois très déficiente. Quelques niveaux gréseux se sont même révélés à l'observation microscopique dépourvus de spores et grains de pollen.

Nous avons pu déterminer 126 espèces réparties dans 45 genres.

a) Formes alètes :

Chaetosphaerites pollenisimilis (Horst) Butt. et Will.

b) Formes monolètes :

Laevigatosporites vulgaris Ibr., *L. minimus* (Wils. et Coe) Sch., Wils. et Bent., *L. medius* Kos., *L. desmoinesensis* (Wils. et Coe) Sch., Wils. et Bent., *L. latus* Kos.,

Punctatosporites minutus Ibr., *P. granifer* Pot. et Kr.

(*) Université des Sciences et des Techniques de Lille (Sciences de la Terre, Laboratoire de Paléobotanique).

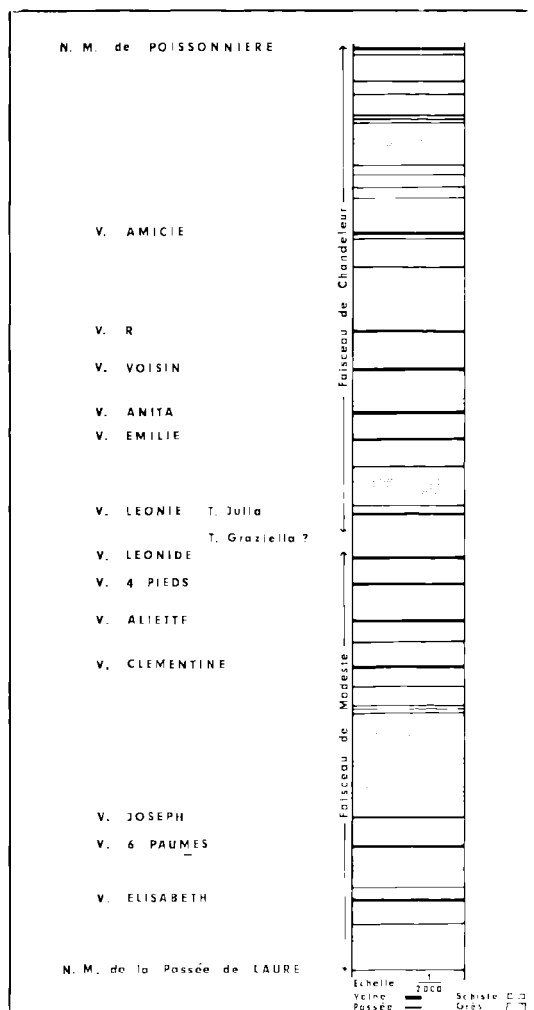


FIG. 1. — Unité de Valenciennes. Coupe stratigraphique

c) Formes trilètes :

- Leiotriletes sphaerotriangulus* (Loo.) Pot. et Kr., *L. adnatus* (Kos.) Pot. et Kr., *L. adnatoides* Pot. et Kr., *L. subadnatoides* Bharad.,
Calamospora hartungiana Schop., *C. microrugosa* (Ibr.) Schop., Wils. et Bent., *C. mutabilis* (Loo.) Schop., Wils. et Bent., *C. pallida* (Loo.) Schop., Wils. et Bent., *C. ferruginea* (Loo.) Schop., Wils. et Bent., *C. parva* Guennel, *C. liquida* Kos., *C. breviradiata* Kos., *C. pedata* Kos., *C. minuta* Bharad.,
Punctatisporites punctatus Ibr., *P. obesus* (Loo.) Pot. et Kr., *P. obliqua* Kos., *P. minutus* Kos., *P. sinuatus* (Artüz) Ne.,
Granulatisporites granulatus Ibr., *G. microgranifer* Ibr., *G. parvus* (Ibr.) Schop., Wils. et Bent., *G. piroformis* Loo., *G. minutus* Pot. et Kr.,
Cyclogranisporites leopoldi (Ibr.) Pot. et Kr., *C. aureus* (Loo.) Pot. et Kr.,

- Planisporites granifer* (Ibr.) Kn., *Pl. spinulistratus* (Loo.) Pot. et Kr.,
Apiculatisporis aculeatus (Ibr.) Pot. et Kr., *A. spinosae-tosus* (Loo.) Piérart, *A. abditus* (Loo.) Piérart, *A. latigranifer* (Loo.) Imgrund, *A. grumosus* (Ibr.) Lob.,
Anapiculatisporites minor Butt. et Will.,
Pustulatisporites pustulatus Pot. et Kr.,
Lophotriletes microsae-tosus (Loo.) Pot. et Kr., *L. commissuralis* (Kos.) Pot. et Kr., *L. mosaicus* Pot. et Kr., *L. pseudaculeatus* Pot. et Kr.,
Acanthotriletes echinatoides Artüz,
Verrucosisporites verrucosus Ibr., *V. microtuberosus* (Loo.) Smith et Butt., *V. difficilis* Pot. et Kr., *V. pseudobaculatus* Lav.,
Convrrucosisporites triquetrus (Ibr.) Pot. et Kr., *C. mosacoides* Pot. et Kr.,
Convolutispora florida Hoff., Stap. et Mall., *C. varicosa* Butt. et Will.,
Raistrickia saetosa (Loo.) Schop., Wils. et Bent., *R. fibrata* (Loo.) Schop., Wils. et Bent., *R. fulva* Artüz, *R. microhorrida* (Horst.) Pot. et Kr.,
Microreticulatisporites nobilis (Wicher) Kn., *M. concavus* Butt. et Will., *M. microreticulatus* Kn.,
Dictyotriletes bireticulatus (Ibr.) Pot. et Kr.,
Grumosisporites varioreticulatus (Neves) Smith et Butt.,
Lycospora pusilla (Ibr.) Schop., Wils. et Bent., *L. pellucida* (Wicher) Schop., Wils. et Bent., *L. brevis* Bharad., *L. granulata* Kos., *L. noctuina* Butt. et Will.,
Callisporites nux Butt. et Will., *C. concavus* (Marsh. et Smith) Lob.,
Westphalensisporites irregularis Alp.,
Densosporites covensis Berry, *D. anulatus* (Loo.) Schop., Wils. et Bent., *D. sphaerotriangularis* Kos., *D. duriti* Pot. et Kr., *D. spinosus* Dyb. et Jach., *D. spinifer* Hoff., Stap. et Mall., *D. regalis* (Bharad. et Venk.) Smith et Butt.,
Radiizonates aligerens (Kn.) Stapl. et Jans., *R. tenuis* (Loo.) Butt. et coll., *R. difformis* (Kos.) Stapl. et Jans., *R. striatus* (Kn.) Stapl. et Jans.,
Ungulizonates loricatus (Loo.) Butt. et coll.,
Cristatisporites indignabundus (Loo.) Pot. et Kr., *C. solaris* (Balme) Butt. et coll., *C. connexus* Pot. et Kr.,
Simozonotriletes intortus (Waltz) Pot. et Kr., *S. subobatus* (Waltz) Pot. et Kr.,
Crassispora ovalis Bharad., *C. kosankei* (Pot. et Kr.) Bharad.,
Reticulatisporites reticulatus Ibr., *R. polygonalis* (Ibr.) Loo.,
Knaxisporites cinctus (Waltz) Butt. et Will., *K. triradiatus* Hoff., Stapl. et Mall.,
Cirratiradites saturni (Ibr.) Schop., Wils. et Bent., *C. flabelliformis* Wils. et Kos.,
Triquirites tribullatus (Ibr.) Schop., Wils. et Bent., *T. triturgidus* (Loo.) Schop., Wils. et Bent., *T. cf. protensus*,
Mooreisporites inusitatus (Kos.) Ne.,
Stellisporites inflatus Alp.,
Ahrensisporites guerickei (Horst) Pot. et Kr., *A. granulatus* Barth,

Vestispora laevigata Wils. et Venka., *V. lucida* (Butt. et Will.) Pot., *V. costata* (Balme) Bharad., *V. cancellata* (Dyb. et Jach.) Wils. et Venk., *V. pseudoreticulata* (Spode) Ne.

d) Grains de pollen :

Florinites pellucidus (Wils. et Coe) Wils., *F. pumicosus* (Ibr.) Schop., Wils et Bent., *F. mediapudens* (Loo.) Pot. et Kr., *F. visendus* (Ibr.) Schop., Wils. et Bent., *F. elegans* Wils. et Kos.,

Endosporites ornatus Wils. et Coe, *E. globiformis* (Ibr.) Schop., Wils. et Bent., *E. zonatis* (Loo.) Kn., *E. ? parvus* Stapf.,

Guthortisporites volans (Loo.) Lob.,

Microsporites radiatus (Ibr.) Pot. et Kr.,

Schulzospora rara Kos.,

Alatisporites pustulatus Ibr., *A. hexalatus* Kos., *A. verrucosus* Alp.,

Schopfpollenites ellipsoïdes (Ibr.) Pot. et Kr.

II. — Etude quantitative

Pour chacun des prélèvements, il a été déterminé 250 spores et grains de pollen. Les tableaux A et B(*) indiquent la fréquence des genres recueillis lors des comptages.

L'examen rapide de ces tableaux montre la très nette prédominance des formes trilètes dans toute l'assise de Vicoigne, tandis que les formes monolètes, pratiquement absentes dans la partie inférieure, voient leur importance quantitative augmenter en se rapprochant du niveau marin de Poissonnière.

Afin de définir une zonation palynologique, étudions l'évolution des genres suivants qui semblent les plus caractéristiques :

Laevigatosporites : Ce genre n'a pas été observé dans le niveau marin de la passée de Laure ni dans la passée située à son toit.

Cependant, sa présence n'est pas impossible dans ces deux horizons, puisque j'ai déjà observé quelques très rares exemplaires de *Laevigatosporites* dans l'assise de Flines et dans d'autres échantillons provenant du niveau marin de la passée de Laure (3). A partir de la passée au toit de la veine Elisabeth (environ 25 m au-dessus du niveau marin de la passée de Laure), la présence des *Laevigatosporites* devient pratiquement constante

(*) Dans ces tableaux, les lettres A, B, C, ... correspondent aux différents niveaux observés et étudiés, la lettre A correspondant toujours au toit de la couche de charbon.

avec des pourcentages avoisinant le plus souvent 1 % et ceci jusqu'à la veine Léonide (120 m au-dessus du niveau marin de la passée de Laure). Ensuite, tous les niveaux examinés ont révélé la présence des *Laevigatosporites* dans des proportions pouvant dépasser 10 % (16,4 % dans un intercalaire de la veine Emilie).

Punctatosporites : Nous assistons à l'apparition de ces spores monolètes ponctuées dans la partie moyenne de l'assise de Vicoigne, elles y demeurent cependant beaucoup trop rares pour nous apporter des données valables dans l'établissement d'une échelle de cette assise basée sur la palynologie des stériles.

Lycospora : Ce genre constitue l'élément dominant de la microflore déterminée. Toutes les espèces ici notées (*L. pusilla*, *L. pellucida*, *L. brevis*, *L. granulata*, *L. nocturna*) parcourent toute la série, l'une d'entre elles : *L. pusilla*, représentant toujours plus de 90 % des *Lycospora*. Le genre *Lycospora* est, de ce fait, d'intérêt réduit dans l'établissement d'une zonation palynologique de l'assise étudiée.

Densosporites : Ce genre, rencontré dans pratiquement tous les niveaux, présente verticalement de fortes variations quantitatives. Parmi les espèces qui lui ont été attribuées, *D. annulatus* et *D. sphaerotriangularis* parcourent toute la série examinée ; quant aux autres formes, leur extension demeure pour l'instant imprécise, il semble néanmoins que *D. duriti*, *D. spinosus* et *D. spinifer* apparaissent dans le faisceau de Modeste.

Cingulizonates : Ce genre, représenté ici par l'espèce *C. loricatus*, a été noté pour la première fois dans le toit de la veine Joseph (partie moyenne du faisceau de Modeste). Il ne s'agit cependant pas là de son apparition qui se place dans l'assise de Bruille (6). Outre sa faible représentativité numérique, la présence de *C. loricatus* demeure discontinue.

Radiizonates : Ce genre est déjà présent dans le niveau marin de la passée de Laure. Parmi les quatre espèces qui lui sont attribuées, l'une d'entre elles, *R. aligerens* présente une extension verticale réduite. Elle a en effet été notée pour la première fois dans la veine Elisabeth, elle demeure rare jusqu'à la passée sous la veine Clémentine, avec la veine Clémentine (partie moyenne du faisceau de Modeste), sa présence devient quasiment constante et ses pourcentages intéressants (18,4 % dans un intercalaire de la veine Emilie). Dès la veine Voisin, nous assistons à une régression très mar-

quée de cette espèce, qui n'a plus été rencontrée au delà de la passée au toit de la veine R (partie moyenne du faisceau de Chandeleur).

Je n'ai jamais observé de *Radiizonates aligerens* dans l'assise de Flines, ni dans celle d'Anzin.

Cette espèce, qui débute dans la partie inférieure du faisceau de Modeste pour s'éteindre dans la partie moyenne du faisceau de Chandeleur, revêt donc un intérêt stratigraphique particulier.

Schulzospora : Les grains de pollen appartenant à ce genre demeurent rares et d'identification souvent délicate. La seule espèce ici trouvée, *S. rara*, débute dans l'assise de Flines (3) pour s'éteindre dans la partie supérieure du faisceau de Chandeleur.

Un certain nombre de genres, parmi lesquels nous citerons *Leiotriletes*, *Punctatisporites*, *Triquitrites*, *Dictyotriletes*, *Vestispora*, *Florinites*, qui, s'ils demeurent peu caractéristiques de l'assise de Vicoigne, sont cependant rares ou même absents dans la partie inférieure de cette assise.

En résumé, l'assise de Vicoigne comporte trois zones palynologiques très nettes présentant des caractères communs qui sont, en particulier, la très grande abondance des *Lycospora*, l'abondance des *Densosporites*, *Crassispora* et *Calamospora*, et enfin la faible représentativité des *Endosporites*, *Schulzospora* et *Florinites*.

Ces trois zones sont les suivantes :

— Une zone inférieure, d'importance très faible puisqu'elle ne concerne que le niveau marin de la passée de Laure et la passée située à son toit, soit environ 15 m de terrain. Elle correspond à la partie basale du faisceau de Modeste (*). Elle ne présente pas d'espèces typiques, ses critères de reconnaissances sont surtout d'ordre négatif. La microflore y est pauvre en genres et en espèces. Il y a absence totale ou quasi-totale des genres *Laevigatosporites* et *Cingulizonates*, absence totale de *Radiizonates aligerens*. Les *Endosporites*, *Schulzospora* et *Florinites* demeurent avec des pourcentages ne dépassant pas 2 %.

— Une zone moyenne. Elle s'étend depuis la veine Elisabeth à la passée au toit de la veine R, soit environ 200 m de terrain.

(*) Cette zone n'est en fait que le sommet d'une zone palynologique qui débute dans le Namurien (3).

Elle recouvre donc une grande partie du faisceau de Modeste, et la moitié inférieure du faisceau de Chandeleur. C'est la zone la plus typique, elle est caractérisée par le développement du genre *Laevigatosporites*, l'apparition et l'extinction de *Radiizonates aligerens*, *Schulzospora rara* est présente. Les genres *Endosporites* et *Florinites* ne se développent que très faiblement. Dans cette zone se place l'apparition timide des premières *Punctatisporites*.

— Une zone supérieure. Elle s'étend depuis la passée au mur de la veine Amicie, jusqu'au niveau marin de Poissonnière. Elle concerne la moitié supérieure du faisceau de Chandeleur, soit environ 80 m de terrain. Les différences existant entre cette zone et la précédente sont faibles. Elles résident essentiellement dans l'absence de *Radiizonates aligerens* et la disparition de *Schulzospora rara*. Le genre *Laevigatosporites* continue à se développer, un nombre croissant de *Dictyotriletes bireticulatus*, *Triquitrites*, *Vestispora*, *Punctatisporites sinuatus*... y est observé.

III. — Comparaisons

Dans son étude sur les micro- et mégaspores de la partie occidentale du Bassin Houiller du Nord de la France, Loboziak (6) définit une sous-zone a₁ dont la limite inférieure se situe un peu en dessous du niveau marin de la passée de Laure. La limite supérieure se place, selon cet auteur, approximativement à l'horizon du niveau marin de Poissonnière. Dans cette sous-zone, qui correspond pratiquement à l'assise de Vicoigne, Loboziak n'a observé ni *Radiizonates aligerens*, ni *Schulzospora rara*, aussi n'a-t-il pu établir de zonation dans l'assise de Vicoigne.

Smith et Butterworth (7), reprenant les nombreux résultats concernant les bassins houillers carbonifères de Grande-Bretagne, ont établi une échelle palynologique détaillée du Carbonifère. Ils ont notamment défini dans les Lower Coal Measures (= Westphalien A) trois zones d'association palynologique : la zone V qui débute dans le Namurien, au-dessus la zone VI et enfin la zone VII, qui se termine au niveau marin de Clay Cross (= Poissonnière). De ces trois assemblages, un s'avère typique : il s'agit de celui de la zone VI qui débute près de la base de la Communis Zone (la base de cette zone correspond au niveau marin de la passée de Laure). Il est caractérisé par *Florinites mediapudens*, *Endosporites zonalis*, *Radiizonates alige-*

rens, *Densosporites sphaerotriangularis* et la réapparition des *Laevigatosporites*. *Schulzospora* est présent.

Cette association correspond à celle définie pour la zone moyenne de l'assise de Vicoigne.

Quant à la zone V, qui débute dans le Namurien, elle s'avère assez peu caractéristique, elle ne montre pas de formes spéciales, sa partie supérieure ne peut que correspondre à notre zone inférieure de l'assise de Vicoigne.

Voyons enfin la zone VII. Selon Smith et Butterworth, elle se différencie de la zone VI par l'absence de *Radiizonates aligerens*, et l'extinction de *Schulzospora* ; en outre, un plus grand nombre de *Dictyotriletes bireticulatus* et *Vestispora tortuosa* y est observé. Cette zone, d'épaisseur très réduite en Angleterre, est à mettre en équivalence avec notre zone supérieure.

La zonation palynologique de l'assise de Vicoigne que nous avons établie à partir des stériles, est donc parfaitement superposable à celle publiée par Smith et Butterworth pour des charbons anglais d'âge correspondant.

IV. — Application stratigraphique

A la fosse St Mark (unité de Valenciennes), lors du creusement d'une bowette à —248 m, il a été rencontré une série houillère très accidentée (fig. 2) comportant des terrains appartenant essentiellement à l'assise de Vicoigne, qui dépasse 350 m d'épaisseur dans cette région.

Il s'avérait donc intéressant d'entreprendre une étude de la microflore des veines et passées rencontrées dans cette bowette et d'interpréter les résultats en fonction d'une échelle palynologique de référence, échelle que nous venons d'établir.

Une étude de la microflore des veines et passées de charbon recoupées dans la bowette entre 344 m et 1 240 m a donc été effectuée. Elle a porté sur les toits, murs, intercalaires et charbon. Pour chaque sillon de charbon il a été identifié 500 spores et grains de pollen, pour les autres niveaux, la détermination a porté sur 250 individus.

Les résultats des comptages sont donnés dans les tableaux C, D et E (*).

Les genres et espèces reconnus à la fosse St Mark sont ceux que nous avons observés dans les prélèvements effectués à la fosse La Grange.

Pour des raisons de commodité, nous allons considérer des zones de terrain délimitées par des accidents tectoniques importants et voir si ces zones correspondent à des ensembles palynologiques que nous chercherons à dater.

Partie comprise entre 344 m et 410 m : Il s'agit d'un ensemble comprenant trois veines et passées en position renversée. Il a livré une macroflore variée, comportant en particulier : *Mario-*

(*) Dans ces tableaux, les lettres A, B, C,... correspondent comme précédemment aux différents niveaux de stériles ; quant aux chiffres 1, 2, 3,... ils désignent les sillons de charbon successifs d'une même veine ou passée.

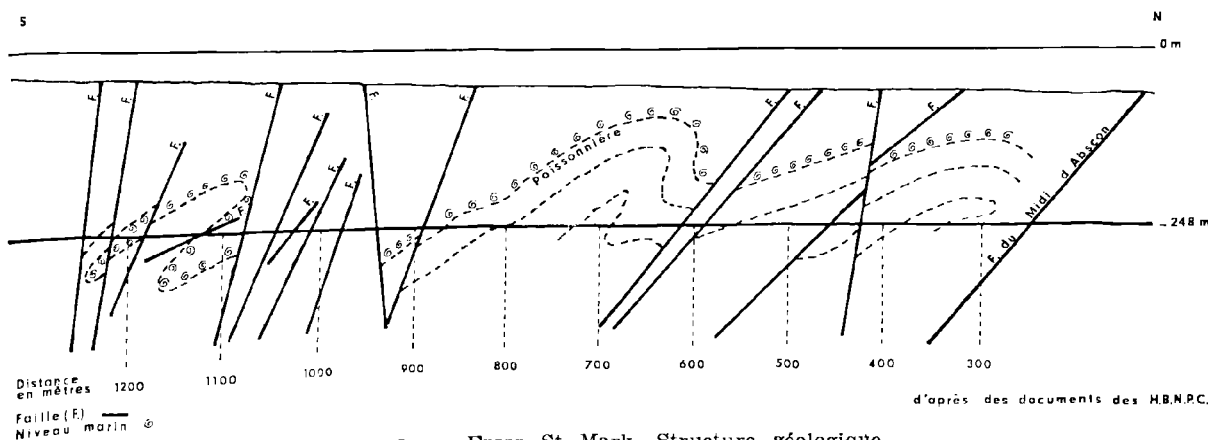


FIG. 2. — Fosse St Mark. Structure géologique

pteris muricata SCHUL., *Paripteris gigantea* STERN., *N. loshi* BRONG., *Sphenophyllum cuneifolium* STERN., une telle association floristique s'observe dans l'assise de Vicoigne mais également dans celle d'Anzin.

Les stériles de ces trois couches montrent en commun une très forte proportion de *Lycospora*, mais le fait important à noter est la présence des genres *Laevigatosporites* et *Schulzospora*, ainsi que de l'espèce *Radiizonates aligerens*. Nous sommes donc bien dans l'assise de Vicoigne, et plus spécialement dans ce que nous avons appelé la zone moyenne, la base de celle-ci semblant exclue par suite du développement déjà marqué des *Laevigatosporites* et de *Radiizonates aligerens*. L'étude des charbons dans lesquels les *Laevigatosporites* excèdent toujours 5 % des formes déterminées confirme cette hypothèse.

— Partie comprise entre 410 m et 454 m : Cet ensemble se compose de quatre veines et passées en position stratigraphique normale. L'une d'entre elles (la veine à 454 m) a livré quelques empreintes, dont *Lonchopteris rugosa* BRONG. et *Neuropteris loshi* BRONG., ces deux espèces sont présentes dans l'assise de Vicoigne, mais également dans toute l'assise d'Anzin et à la base de l'assise de Bruay. Leur trop grande extension verticale ne permet donc pas de donner à cet ensemble de veines et passées une position stratigraphique précise.

La microflore de ces niveaux, si elle s'avère similaire à celle déterminée pour les couches situées entre 344 m et 410 m, est néanmoins beaucoup plus riche en *Densosporites* (passée à 444 m et veine à 454 m). Nous sommes donc toujours dans ce que nous avons appelé zone moyenne de l'assise de Vicoigne, la base de cette zone comme précédemment, semblant exclue.

— Partie comprise entre 454 m et 920 m : Cet ensemble comporte une structure synclinale dont l'axe couperait la bowette aux environs de 620 m, et une structure anticlinale dont l'axe couperait la bowette aux environs de 700 m. Quelques failles mineures affectent cette série.

Du niveau marin de Poissonnière, reconnu à 869 m et jusqu'à 920 m, les terrains rencontrés appartiennent à l'assise d'Anzin ; cette série ne sera pas prise en considération dans cette note.

Entre 454 m et 869 m, douze veines et passées ont été échantillonnées en fonction de la structure géologique reconnue afin d'obtenir une série

aussi complète que possible. La flore livrée par quelques veines et passées s'est avérée d'intérêt stratigraphique réduit (lépidophytes, calamariacées) seule la passée au mur du niveau marin de Poissonnière a montré les formes typiques de *Neuralthopteris schlehani* (STUR) que l'on trouve sous ce niveau.

La microflore des douze veines et passées a été étudiée, elle est variée. Si les *Lycospora* constituent toujours l'élément dominant de la population palynologique, les *Laevigatosporites* sont bien représentées, quelques *Punctatosporites* sont notées dans les stériles et les charbons, *Schulzospora rara* est présente ; par contre, *Radiizonates aligerens* est absente. Ces veines et passées appartiennent donc à ce que nous avons appelé zone supérieure de l'assise de Vicoigne, c'est-à-dire à la partie supérieure du faisceau de Chandeleur.

De 410 m à 454 m, nous sommes dans la zone moyenne de l'assise de Vicoigne et, d'après les observations de terrain, nous montons dans la série stratigraphique, ce qui s'est traduit par une régression marquée des *Radiizonates aligerens* (passée à 444 m et veine à 454 m). Après la zone faillée (située dans le toit de la veine à 454 m), cette espèce n'est plus présente mais nous continuons toujours à monter dans la série stratigraphique (jusqu'à 620 m, d'après les observations de terrain), et nous sommes dès lors, dans la moitié supérieure du faisceau de Chandeleur. Il semble donc que la zone faillée rencontrée à 454 m ne soit qu'un accident mineur.

— Partie comprise entre 920 m et 1 080 m : Cette zone, comprise entre deux failles à fort rejet (100 à 200 m), est très accidentée et de structure confuse. Nous y avons étudié dix veines et passées. Le toit d'une passée (à 1 038 m) qui n'a pas été échantillonnée en vue d'une analyse palynologique contenait une flore intéressante, comprenant *Mariopteris muricata* SCHUL., *Neuropteris loshi* BRONG., *N. ghayei* STOCK. et WILL., *Paripteris gigantea* STERN., *Sphenophyllum myriophyllum* CRÉP. Cette flore appartient probablement au faisceau de Chandeleur ou de Meunière.

La microflore est variée, les *Densosporites* abondent dans quelques niveaux (petites passées à 976 m), les *Laevigatosporites* sont toujours présentes, de très rares *Punctatosporites* et *Schulzospora rara* sont observées. Quant aux *Radiizonates aligerens*, de très rares dans la passée à 964 m, elles semblent avoir disparu dans la veine située au toit de cette passée (veine à 938 m).

Nous avons précédemment noté, aux environs de la zone faillée à 454 m, une évolution similaire de la microflore. Ainsi, de 920 m à 1 080 m, les terrains examinés appartiennent à ce que nous avons appelé zone moyenne de l'assise de Vicoigne et à l'extrême base de la zone supérieure.

En résumé, de 344 m à 1 080 m, la série examinée correspond à notre zone moyenne et supérieure de l'assise de Vicoigne (la base de la zone moyenne semblant toutefois exclue) et à la partie inférieure de l'assise d'Anzin.

— Partie comprise entre 1 080 m et 1 240 m : Il s'agit d'une zone très tectonisée dans laquelle un même niveau marin est recoupé trois fois dans la bowette (à 1 127 m, 1 190 m et 1 219 m). Ce niveau n'a été prélevé qu'à 1 190 m.

Ce niveau marin, dans lequel aucune faune caractéristique n'a été trouvée, a été attribué à celui de la passée de Laure d'après des études pétrographiques (*); cependant, par suite de la présence de *Neuraethopteris schlehani* (STUR) dans le toit de la passée à 1 224 m, un doute subsistait.

L'étude palynologique des six veines et passées échantillonnées entre 1 080 m et 1 240 m s'est avérée délicate par suite d'une diminution des teneurs en matières volatiles. La macération des charbons n'a pratiquement révélé aucune microflore, seule la petite passée à 1 148 m et quelques sillons de charbon de la veine à 1 156 m ont donné des résultats satisfaisants.

L'étude des stériles a, par contre, fourni des données intéressantes. La caractéristique de la microflore de toute cette zone est sa pauvreté en genres et espèces, les *Lycospora* dominent très nettement, les *Laevigatosporites* ne sont pratiquement plus trouvées dans les stériles, elles sont même devenues rares dans les charbons où elles n'excèdent pas 1 % des formes déterminées. *Schulzospora rara* a été notée; par contre, aucune *Radizonates aligerens* n'a été vue. Cette population palynologique est similaire à celle de la zone inférieure de l'assise de Vicoigne.

La partie comprise entre 1 080 m et 1 240 m ne correspond donc en aucune façon au sommet de l'assise de Vicoigne, mais à l'extrême base de celle-ci et probablement aussi à la partie supé-

rieure de l'assise de Flines, le niveau marin recoupé à 1 127 m, 1 190 m et 1 219 m étant celui de la passée de Laure.

La présence des formes à pinnules étroites et triangulaires de *Neuraethopteris schlehani* (STUR) typiques des veines et passées situées juste sous le niveau marin de Poissonnière, et que l'on retrouve ici (passée à 1 224 m) dans le voisinage de la passée de Laure, n'infirmes en rien nos conclusions. Dans la région de St Mark, le point le plus bas où, jusqu'à présent, de telles formes de *Neuraethopteris schlehani* ont été signalées, se place juste au-dessus de la passée de Laure: il s'agit du toit de la veine Sophie à la fosse Schneider, distante de la fosse St Mark de moins de 5 km (*). Un fragment du toit de cette veine Sophie (**), prélevé sur un échantillon conservé au Laboratoire de Paléobotanique de l'Université des Sciences et des Techniques de Lille, a été traité en vue d'une étude palynologique: les *Lycospora* représentent un peu plus de 70 % des spores et grains de pollen déterminés, les *Laevigatosporites* et *Radizonates aligerens* constituent chacune 0,4 % de la population; quant aux *Schulzospora*, aucune forme certaine n'a été observée. La passée rencontrée à 1 224 m par suite de l'absence des *Laevigatosporites* et des *Radizonates aligerens*, ne peut donc être assimilée à la veine Sophie, sa position stratigraphique est plus basse, mais nous ne pouvons en toute certitude préciser cette position par rapport à la passée de Laure.

En résumé, la série houillère observée à la fosse St Mark entre 344 m et 1 240 m appartient à l'assise de Vicoigne dans son ensemble (la base de notre zone moyenne semblant toutefois exclue) et à la partie inférieure de l'assise d'Anzin. Il se pourrait même que le sommet de l'assise de Flines soit représenté.

V. — Conclusions

L'étude palynologique des veines et passées de l'assise de Vicoigne prélevées dans l'unité de Valenciennes (Fosse La Grange) nous a donné

(*) Dans la région de l'Escarpelle, quelques rares empreintes de *Neuraethopteris schlehani* à pinnules étroites et triangulaires ont été rencontrées dans le faisceau d'Olympe (5).

(**) Selon le service géologique des H.B.N.P.C., la veine Sophie correspondrait à la veine Elisabeth de la fosse La Grange.

(*) Les études pétrographiques ont été réalisées au Laboratoire de pétrographie de Drocourt, sous la direction de M. Dollé, ingénieur géologue aux H.B.N.P.C.

la possibilité de dresser un inventaire des microspores qui montre une forte population de *Lycospora* et d'établir une échelle comportant trois zones :

— une zone inférieure, pauvre en genres et espèces où les *Lycospora* sont très abondantes et les *Laevigatosporites* pratiquement absentes ; *Radizonates aligerens* n'est pas observée ;

— une zone moyenne, caractérisée par *Radizonates aligerens*, les *Laevigatosporites* se développent et les *Punctatosporites* apparaissent ;

— une zone supérieure, dans laquelle *Radizonates aligerens* n'est plus notée, *Schulzospora rara* disparaît, les *Laevigatosporites* sont bien représentés. Les *Triquitrites*, *Dictyotriletes bireticulatus*,

Vestispora... se rencontrent plus fréquemment que dans les zones sous-jacentes.

A partir de cette échelle de référence, nous avons pu compléter et préciser les données fournies par la flore dans l'interprétation de la série houillère rencontrée dans la bowette Sud à l'étage — 248 m de la fosse St Mark. Nous avons attribué aux différentes unités observées une position stratigraphique précise sans qu'il nous soit pour autant possible d'effectuer des corrélations entre les veines et passées.

L'étude des spores et grains de pollen constitue donc un outil de travail intéressant dans l'analyse de séries accidentées à condition toutefois de disposer d'échelles palynologiques de référence.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

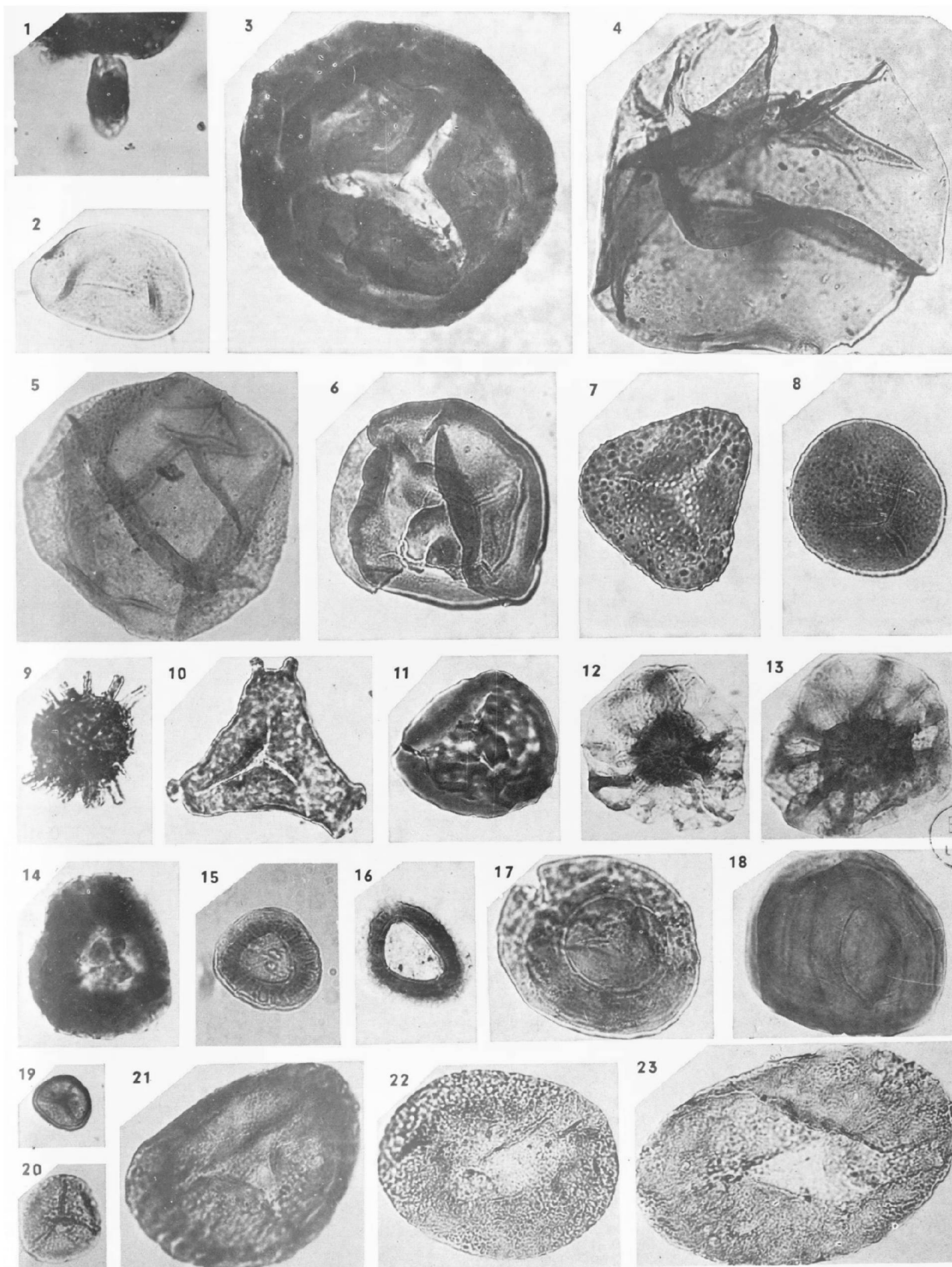
- 1) ALPERN B. (1969). — Le pouvoir réflecteur des charbons français. Applications et répercussions sur la théorie de A. Duparque. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, p. 143-166, Pl. I-IV.
- 2) BOUROY A. (1960). — Sur les subdivisions du terrain houiller du Nord de la France. *C.R. Acad. Sc.*, t. 251, p. 2050-2052.
- 3) COQUEL R. (à paraître). — Les microspores de la partie orientale du Bassin Houiller du Nord de la France. Apports de la microscopie électronique. Applications stratigraphiques. *Thèse d'Etat*, Lille.
- 4) CORSIN P. (1962). — Caractères paléobotaniques des faisceaux du terrain houiller du Nord de la France. *C.R. Ac. Sc.*, t. 254, p. 792-795.
- 5) LAVEINE J.P. (1967). — Les Neuroptéridées du Nord de la France. *Etudes Géol. Atl. Top. Sout.*, H.B.N.P.C., I. - Flore fossile, 5^{me} fasc., p. 1-344, Pl. A-P, I-LXXXIV.
- 6) LOBOZIAK S. (1969). — Les micro- et mégaspores de la partie occidentale du Bassin Houiller du Nord de la France. Applications stratigraphiques dans l'étude de plusieurs sondages. *Thèse d'Etat*, Lille.
- 7) SMITH A.H.V. et BUTTERWORTH M.A. (1967). — Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain. *Sp. Pap. in Paleontology*, n° 1, p. 1-324, Pl. I-XXXVII.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

Les clichés ont été effectués par J. Carpentier à l'U.E.R. des Sciences de la Terre de l'Université des Sciences et des Techniques de Lille. Tous les spécimens figurés sont au grossissement 500, seule la figure 4 est au grossissement 312.

- FIG. 1. — *Chaetosphaerites pollenisimilis* (HORST) BUTT. et WILL.
1844 B₁, Fosse St Mark, N.M. de Poissonnière à 869 m.
- FIG. 2. — *Laevigatosporites desmoinesensis* (WILS. et COE) SCHOP., WILS. et BENT.
1854 - 1, L. 1, Fosse St Mark, Veine à 1 005 m.
- FIG. 3. — *Punctatisporites sinuatus* (ARTÜZ) NE.
1839 - 1, L. 1, Fosse St Mark, Veine à 772 m.
- FIG. 4. — *Calamospora perrugosa* (LOO.) SCHOP., WILS. et BENT.
1833 C, L. 4, Fosse St Mark, Passée à 492 m.
- FIG. 5. — *Calamospora hartungiana* SCHOP.
1839 D, L. 4, Fosse St Mark, Veine à 772 m.
- FIG. 6. — *Punctatisporites sinuatus* (ARTÜZ) NE.
1840 - 1, L. 1, Fosse St Mark, Passée à 800 m.
- FIG. 7. — *Lophotriletes pseudaculeatus* POT. et KR.
1840 - 1, L. 5, Fosse St Mark, Passée à 800 m.
- FIG. 8. — *Planisporites spinulistratus* (LOO.) POT. et KR.
1844 - 1, L. 10, Fosse St Mark, N.M. de Poissonnière à 869 m.
- FIG. 9. — *Raistrickia microhorrida* (HORST) POT. et KR.
1843 B, L. 20, Fosse St Mark, Veine à 858 m.
- FIG. 10. — *Mooreisporites inusitatus* (KOS.) NE.
1843 B, L. 30, Fosse St Mark, Veine à 858 m.
- FIG. 11. — *Callisporites nux* BUTT. et WILL.
1853 - 4, L. 30, Fosse St Mark, Passée à 976 m.
- FIG. 12. — *Radiizonates aligerens* (KN.) STAPL. et JANS.
1853 - 4, L. 60, Fosse St Mark, Passée à 976 m.
- FIG. 13. — *Radiizonates aligerens* (KN.) STAPL. et JANS.
1853 - 4, L. 61, Fosse St Mark, Passée à 976 m.
- FIG. 14. — *Densosporites duriti* POT. et KR.
1859 - 1, L. 50, Fosse St Mark, Veine à 1 060 m.
- FIG. 15. — *Radiizonates striatus* (KN.) STAPL. et JANS.
1840 - 1, L. 60, Fosse St Mark, Passée à 800 m.
- FIG. 16. — *Cingulizonates loricatus* (LOO.) BUTT. et coll.
1843 - 1, L. 70, Fosse St Mark, Veine à 858 m.
- FIG. 17. — *Vestispora laevigata* WILS. et VENK.
1844 - 1, L. 100, Fosse St Mark, N.M. de Poissonnière à 869 m.
- FIG. 18. — *Vestispora lucida* (BUTT. et WILL.) POT.
1853 - 4, L. 100, Fosse St Mark, Passée à 976 m.
- FIG. 19. — *Lycospora brevis* BHARAD.
1897 E, L. 40, Fosse La Grange, Veine Amicie à 2 313 m.
- FIG. 20. — *Lycospora pusilla* (IBR.) SCHOP., WILS. et BENT.
1830 E, L. 40, Fosse St Mark, Veine à 442 m.
- FIG. 21. — *Schulzospora rara* KOS.
1829 E, L. 80, Fosse St Mark, Veine à 420 m.
- FIG. 22. — *Florinites pellucidus* (WILS. et COE) WILS.
1836 A, L. 110, Fosse St Mark, Passée à 595 m.
- FIG. 23. — *Florinites pumicosus* (IBR.) SCHOP., WILS. et BENT.
1832 B, L. 110, Fosse St Mark, Veine à 454 m.



Présentation de la chaîne andine à la latitude de Concepción (Chili) (*)

par Pierre CHOTIN (**)

Sommaire. — L'auteur analyse les problèmes relatifs à la Cordillère des Andes s. l. au parallèle de Concepción (Chili). Après une description des séries stratigraphiques du domaine interne et du domaine externe du bassin liminaire andin et une analyse de la tectonique, il pose le problème du relai entre le système andin et le système de Magellan.

Summary. — The author analyses problems concerning the Andean Cordillera s. l. in the latitude of Concepción (Chile). After a description of the stratigraphic series of the internal and external zones of the "liminar" furrow of the Andies and an analysis of the tectonic, he sets the problem of the relay between the andean system and the Magellan system.

I. — INTRODUCTION

Bordant le rivage Est-pacifique, une chaîne majestueuse longe le continent Sud-américain : les Andes, dont un des points culminants, l'Aconcagua, domine la partie située face à Santiago.

Les deux éléments les plus frappants pour le géologue sont, d'une part, l'extrême importance du volcanisme et, d'autre part, le découpage en grands blocs de la cordillère par un réseau de failles très dense.

La partie située face à Concepción (Lat. 36° à 40°) n'échappe pas à ces particularités. Néanmoins, notons qu'à cette latitude, la cordillère ne se présente plus comme une barrière infranchissable, aux sommets très élevés, telle qu'elle apparaît dans le Nord (Aconcagua, 7 021 m ; Tupungato, 6 584 m ; Paso del Cristo Redentor, 4 150 m). Du Nord au Sud, elle s'abaisse considérablement, de telle sorte que dans le Lonquimay elle ne présente plus qu'une altitude moyenne de 2 500 m (Lonquimay, 1 000 m ; Paso de Pino Hachado, 2 000 m ; Cerro Los Lajas, 2 650 m). Ce phénomène s'accroît encore quand on passe au Sud, dans la région de Bariloche (Port Constanca, 1 354 m ; Cerro Crespo, 2 273 m). Les seuls points hauts de la cordillère sont les volcans

(Vn. Lonquimay, 2 822 m ; Vn. Villarica, 2 840 m ; Vn. Osorno, 2 661 m).

Dans cet exposé, je précise que je me limiterai à la description des Andes dans sa partie Sud, comprenant les zones de Concepción, Lonquimay et Neuquén.

II. — LES GRANDS EDIFICES GEOGRAPHIQUES

Considérant les Andes dans leur ensemble, telles qu'elles se présentent actuellement, c'est-à-dire en volumes acquis lors du dernier mouvement tectonique plio-quadernaire, il est possible de distinguer trois éléments structuraux fondamentaux de direction N-S qui sont, d'Est en Ouest :

1) La Cordillère côtière qui borde l'Océan Pacifique. Bien que d'altitude peu élevée (les points culminants entre le 37^{me} et le 40^{me} parallèle sont le Cerro Mirador, 601 m et le Cerro Puralaco, 792 m), elle n'en forme pas moins un obstacle aux rivières qui descendent de la Haute Cordillère ; seules, de place en place, les plus grandes d'entre elles se sont formé un passage vers le Pacifique. Ainsi en est-il pour les rios Ñuble, Bío-Bío, Cautín, Toltén, Cruces, Bueno, qui drainent vers le Pacifique tous les torrents andins (fig. 1).

2) La Vallée centrale chilienne, grande dépression d'origine tectonique, large de 60 km en moyenne, dont le contact par faille, d'un côté avec la Cordillère côtière, et de l'autre avec les Andes *s. str.*, est bien évident.

(*) Cette communication écrite a été présentée lors de la séance du 4 mars 1970.

(**) Département de Géologie. Faculté des Sciences. Departamento de Geología. Concepción. Chili.

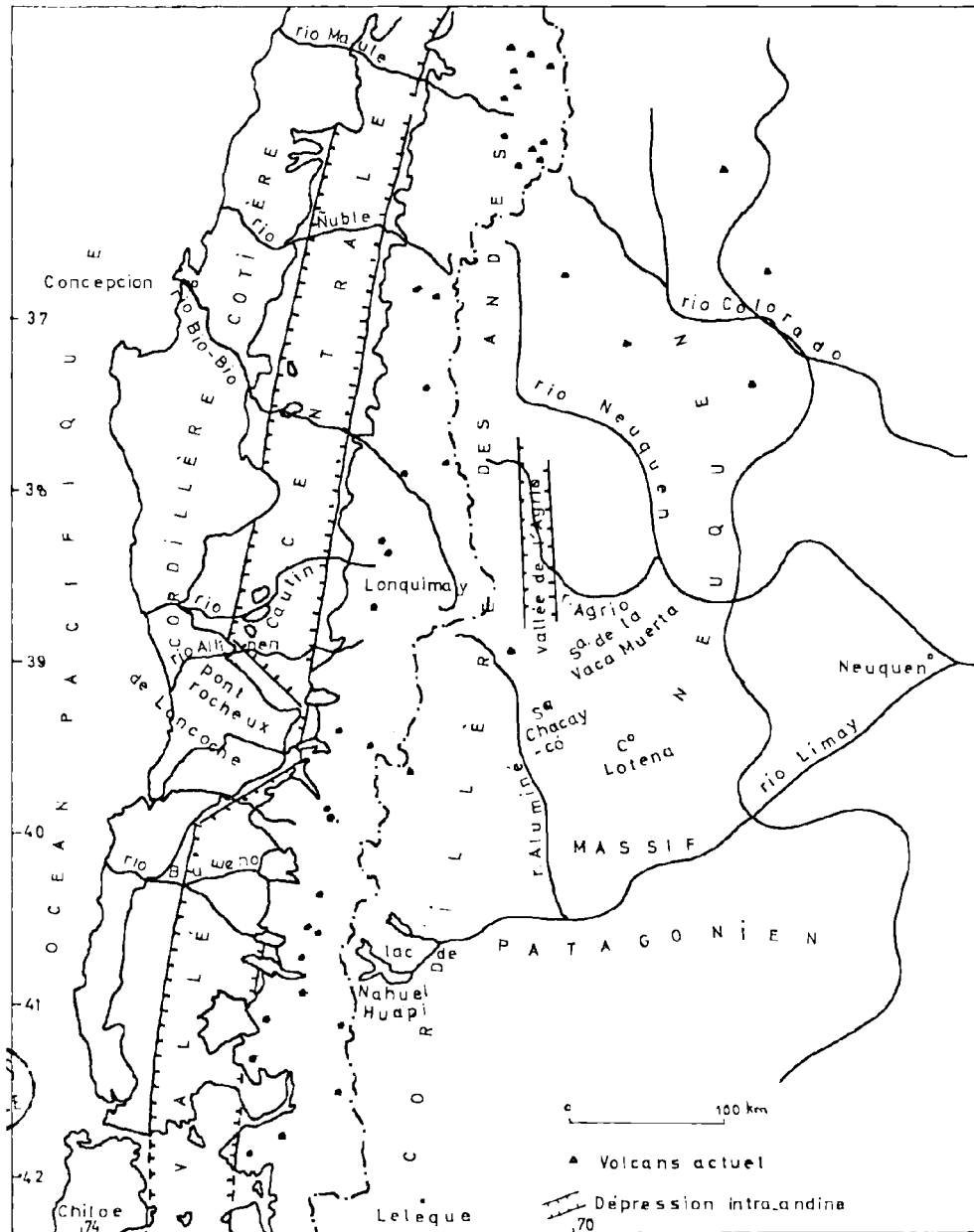


FIG. 1. — Carte de situation

3) La Cordillère des Andes, d'altitude basse dans cette partie, bordée à l'Ouest par un piémont très étroit et qui, au contraire à l'Est, descend doucement vers la pampa argentine.

Jusqu'ici, nous avons vu que la direction N-S des trois édifices structuraux principaux, Andes

s. str., Vallée centrale et Cordillère côtière, était imposée par la tectonique de failles plio-quaternaire. Mais les terrains métamorphiques paléozoïques de la région de Concepción, sur le bord pacifique de la Cordillère de la côte (Lat. 36° 30') vont prendre, vers le Sud, une direction oblique NNW-SSE à partir de Loncoche (Lat. 39° 30') et

passer au Massif Patagonien. De ce fait, la Vallée centrale est actuellement interrompue sur une centaine de kilomètres dans la région de Loncoche. En première approximation, on peut penser qu'il s'agit là d'une sorte de dorsale appelée "Dorsale de Chubut" (3) (du nom de la province qui se trouve située en Argentine, au Sud du 42^{me} parallèle), ou bien "Dorsale de Concepción".

Nous verrons donc par la suite que, paléogéographiquement, le bassin andin était un engorgement du Pacifique sur le craton Sud-américain, de direction NNW-SSE, limité au SW par cette dorsale qui allait de la région de Concepción à celle de Nahuel-Huapi. Il était fermé au Sud sur le Massif Patagonien, au moins pendant une partie de son existence.

En outre, l'existence d'une telle dorsale traversant obliquement la Cordillère des Andes peut nous apporter beaucoup d'éclaircissements sur le relai entre le système andin et celui de Magellan.

Dans l'étude stratigraphique qui suit, il sera décrit ensemble, Cordillère côtière et Massif Patagonien.

III. — SCHEMA STRATIGRAPHIQUE

Nous allons distinguer successivement, la Cordillère côtière et le Massif Patagonien, la Vallée centrale et enfin les Andes *s. str.*

A) Cordillère de la côte et Massif Patagonien.

1) LE SOCLE MÉTAMORPHIQUE.

Il est composé de roches métamorphiques et forme une frange côtière qui va de Valparaíso à Chiloe et passe, à la hauteur de Loncoche, au Massif Patagonien. Les roches les plus fréquentes qui le composent sont des schistes, des quartzites, des phyllites, des micaschistes à séricite, à andalousite et des roches cornéennes au contact avec la granodiorite. Le faciès est celui des schistes verts (au sens d'Eskola).

Du point de vue sédimentologique, ces séries sont monotones, épaisses et dérivent d'un sédiment originel pélitique et gréseux ; on reconnaît facilement des structures sédimentaires telles que stratification laminaire, entrecroisée, classement vertical, marques de courant, figures de glissement, etc...

L'âge de ces formations reste très problématique, car on ne possède aucun critère de datation. Néanmoins, il faut séparer nettement ce qui est, d'une part cycle hercynien et, d'autre part, cycle andin. Il est possible de considérer ainsi les séries métamorphiques de la côte et le batholite granodioritique comme le socle du bassin liminaire andin, celui-ci étant anté-triasique par les faits que :

a) Le Trias supérieur marin de la côte est transgressif sur ces séries (faciès marin).

b) Le Trias volcanique est discordant sur le Carbonifère dans les Andes (faciès continental et volcanique du Trias).

c) Le Jurassique inférieur est transgressif sur ce socle dans le Sud des Andes au contact avec le Massif Patagonien.

d) Le conglomérat basal du Trias de Concepción contient de nombreux galets de roches métamorphiques et de granodiorites extraits au socle sous-jacent.

e) L'âge du batholite granodioritique qui traverse les séries métamorphiques, calculé par les méthodes de la radiométrie, est permo-carbonifère (17).

2) LE BATHOLITE GRANODIORITIQUE.

Au travers du socle métamorphique s'est mis en place un batholite qui forme la majeure partie de la Cordillère côtière entre Valparaíso et Concepción et qui apparaît aussi au travers des séries métamorphiques du Massif Patagonien.

La majeure partie des roches qui composent ce batholite sont des granodiorites. Elles se présentent comme des roches à texture grenue, la taille des grains pouvant atteindre 1 à 2 cm ; le pourcentage de quartz est élevé, l'orthose est en faible quantité, parfois absente, les plagioclases présentent des pourcentages variables, les ferromagnésiens sont la biotite et la hornblende verte. Mais il est évident que la composition du batholite, bien que d'apparence homogène, présente des variations importantes, les différentes roches qui le composent allant du granite à la diorite quartzifère.

La mise en place de ce batholite est, elle aussi, très problématique. Il traverse les séries métamorphiques et est couvert en transgression par le Crétacé supérieur et ne semble pas affecter le Trias. Il serait d'âge permo-carbonifère, toute réserve faite sur la détermination de cet âge (17).

3) LA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE.

a) *Le Trias.*

Dans la zone de Concepción, l'affleurement de Trias marin (Lutites à *Halobia*) semble être le plus austral connu. Il est composé de sédiments élastiques (arkoses et lutites) semi-marins, semi-continentaux. Il représente une transgression timide du Pacifique sur le continent Sud-américain qui a dû se faire par paliers et se déplacer lentement du NW au SE. C'est pourquoi, actuellement, on ne rencontre le Trias supérieur et le Lias inférieur que de place en place sur le bord oriental de la Cordillère côtière (Curepto-Concepción) (22-21) et que la transgression jurassique dans les Andes se fera générale, plus à l'Est, à partir du Sinémurien supérieur.

b) *Le Jurassique.*

On est de nouveau amené à considérer la dorsale de Concepción, car il paraît ne pas y avoir eu de dépôts jurassiques marins sur le flanc SSW du bassin andin, c'est-à-dire dans la région qui s'étend de Concepción à Nahuel Huapi. Les derniers affleurements du Jurassique inférieur se trouvent situés dans le bassin du Neuquén, au contact avec le Massif Patagonien (Lat. 40° 20') et les premiers affleurements du Jurassique du bassin de Magellan se trouvent situés sur le bord S du Massif Patagonien, à la hauteur du parallèle 42° 40' (région de Leleque). Dans l'état actuel de nos connaissances sur les Andes, il faut tout de même faire une réserve sur cette interruption de quelques 200 km de la sédimentation du Jurassique, interruption qui peut être paléogéographique et, dans ce cas, correspondre à la dorsale de Concepción ou qui peut être due au cycle d'érosion intensif post-orogénique qui aurait dénudé totalement le Massif Patagonien.

c) *Le Crétacé supérieur et le Tertiaire.*

Donc, dans la région de Concepción, après une grande période qui va du Trias au Crétacé supérieur, pendant laquelle toute trace de sédimentation disparaît, une série de transgressions et de régressions ont permis le dépôt, dans quelques bassins isolés de la côte pacifique, d'épaisses séries argilo-arkosiques. La transgression du Pacifique sur la côte se fait hésitante à partir du Maestrichtien [zone à *Eubaculites vagina* FORBES et *Cardium (Ringicardium) acuticostatum* PHIL.].

Dans ces mêmes bassins côtiers, des séries arkosiques identiques se déposeront pendant l'Eocène,

puis le Miocène. Ces sédiments seront, soit marins, soit continentaux, en fonction des mouvements d'avancée et de recul de la mer.

B) *La Vallée centrale.*

La Vallée centrale chilienne, qui s'étend depuis la région de Santiago au Nord jusque celle de Chiloé, au Sud, où elle se perd sous les eaux du golfe d'Ancud, présente une direction N-S, c'est-à-dire oblique par rapport aux directions paléogéographiques andines. Elle se doit manifestement à la tectonique de faille post-liminaire qui a affecté les Andes au Plio-Quaternaire.

Grande vallée au fond relativement plat, large de 60 km en moyenne, elle est bordée à l'Est par les Andes *s. str.* (le caractère faillé se note par le piémont étroit et par le fait que les Andes forment une barrière brutale dominant la vallée centrale), et bordée à l'Ouest par la Cordillère côtière. Cette dernière ne présente pas une structure faillée nette sur la longueur de son parcours et les formes adoucies des monts qui dominent la Vallée centrale prouvent que cette tectonique de failles est assez ancienne.

Sur le bord occidental de la Cordillère des Andes, la Vallée centrale est bordée par de nombreux volcans quaternaires qui s'alignent dans une direction N-S, c'est-à-dire la direction principale des grandes failles. Ces volcans ont contribué, en sus de la sédimentation terrigène normale continentale, à combler la Vallée centrale. Il est courant, à l'heure actuelle, de noter, par les forages entrepris pour la recherche du pétrole, la présence de plusieurs milliers de mètres de sédiments volcano-sédimentaires.

La continuité de la Vallée centrale est interrompue au niveau de Loncoche par le pont rocheux qui fait la liaison entre la Cordillère côtière et le Massif de Nahuel-Huapi et marque justement la direction NNW-SSE de la paléogéographie andine. Il est très certain que cette région a rejoué récemment avec les mouvements en tension plio-quaternaires.

Une seconde interruption est marquée par le volcanisme tertiaire qui a affecté la Vallée centrale. On remarque en effet qu'une certaine activité volcanique a eu lieu pendant le Miocène (?) (10). Et ceci peut se mettre en parallèle avec la recrudescence de l'activité volcanique du Miocène dans la Cordillère andine (Premiers basaltes). Il

est donc possible de penser que la tectonique en tension finale (Post-liminaire) a pu commencer à jouer au Miocène supérieur.

Et si nous revenons au problème de la sédimentation dans la Vallée centrale, on note que, dès le Miocène, il s'y accumulait déjà des séries détritiques (Marines), lutites et grès à *Siphogenerina* sp., *Nodosaria spinocostata* D'ORB., *Bolivina* sp., *Cibicides* sp., *Anomalina* sp., *Gyroidina* sp., *Cristellaria calcar*, *Pseudoglandulina* cf. *P. gallo-way*, *Globigerina* sp. (10). En fait, la zone côtière devait déjà faire barrière à ce moment au cheminement des sédiments détritiques des Andes au Pacifique.

Enfin, actuellement, les failles qui affectent la Vallée centrale et la Cordillère côtière continuent de jouer ; il n'est que d'étudier les tremblements de terre au Chili pour se rendre compte de l'amplitude du phénomène.

C) La Cordillère des Andes.

Ce qui attire l'attention dans les Andes est l'extrême importance du volcanisme depuis le Trias jusqu'à nos jours. Les terrains sédimentaires marins et continentaux se rencontrent (à la latitude Concepción) plutôt dans la partie argentine de la Cordillère. Il est donc possible, déjà, de faire une distinction entre une zone argentine sédimentaire et une zone chilienne volcanique. Cette polarité se note aussi dans la tectonique qui affecte ces régions, celle-ci paraissant plus intense côté chilien.

1) STRATIGRAPHIE.

Une coupe stratigraphique des Andes, faite au niveau de Lonquimay-Neuquén, me permettra de décrire les formations sédimentaires et volcaniques. Je décrirai successivement la partie chilienne de la Cordillère (zone interne) puis la partie argentine (zone externe).

Dans la première, on distingue les séries suivantes :

a) *Trias*.

Dans la région de Lonquimay, le Trias n'existe pas à l'affleurement. Celui-ci est représenté (cf. chap. précédent) dans la Cordillère de la côte, par des séries transgressives détritiques, semi-marines, semi-continentales et dans la Cordillère andine, côté argentin, par des séries effusives acides. En première approximation, il est donc

possible de mettre en évidence, au Trias supérieur (zone à *Halobia neumayri* BITTNER.), un bassin, le protobassin andin, volcanique dans sa majeure partie, dans lequel, à partir du NNW, se fera une transgression lente et épisodique du Pacifique qui atteindra son maximum au Sinémurien supérieur.

b) *Jurassique inférieur et moyen*.

La base n'est pas représentée dans le Lonquimay ; il s'agit d'une série épaisse, dépassant les 800 m, monotone, de pélites gréseuses et calcaires alternant avec des grès, conglomérats et argiles. On y rencontre fréquemment des brèches de flanc et des figures sédimentaires telles que figures de courant, figures de charges, figures de glissement, témoignant d'une certaine instabilité sinon d'une forte pente du milieu de sédimentation. Dans la base, s'intercalent quelques bancs de tufs, voire même d'andésites, prouvant que l'activité volcanique triasique n'a pas cessé brusquement avec la transgression dans le bassin andin.

Les quelques rares fossiles trouvés dans ces séries n'ont pas été très utiles quant à la détermination de leur âge. Il s'agit de *Soninia* sp. que l'on peut rapporter au Jurassique moyen.

c) *Jurassique supérieur*.

Ces argiles, pélites et grès passent vers le haut et sans interruption à une série argileuse d'une centaine de mètres, où j'ai pu trouver la faune suivante (8) : *Macrocephalites (Eurycephalites)* aff. *rolundus* TORNQUIST, *M. (Indocephalites) chrysoliticus* WAAG., *M. araucanus* BURCK., *M. aff. lamellosus* WAAG., *M. aff. noetlingi* BURCK., *M. (Dolicocephalites)* aff. *tyticus* BLAKE, *Oppelia (Oxycerites?) exotica* STEIN., *Inoceramus galoi* BOEHM. Cette faune indique un âge Callovien inférieur.

Au-dessus et en concordance de stratification, repose une série à faciès totalement différent : il s'agit des calcaires à *Cidaris* de l'Oxfordien. Ces calcaires, toujours très gréseux, d'une trentaine de mètres d'épaisseur, indiquent une tendance à l'émergence qui se manifestera quelque temps après. Il s'agit en effet de la dernière formation marine s'étant déposée dans les zones internes. Ce mouvement, qui affecte toute la Cordillère (formation du gypse dans les zones externes), est plus intense ici car il évoque l'émergence définitive de ces zones.

Au-dessus donc, se déposeront les séries volcaniques du Jurassique supérieur. Il s'agit d'andésites, de brèches andésitiques, de tufs, dont la puissance, difficilement mesurable, doit être assez forte (plus de mille mètres visibles).

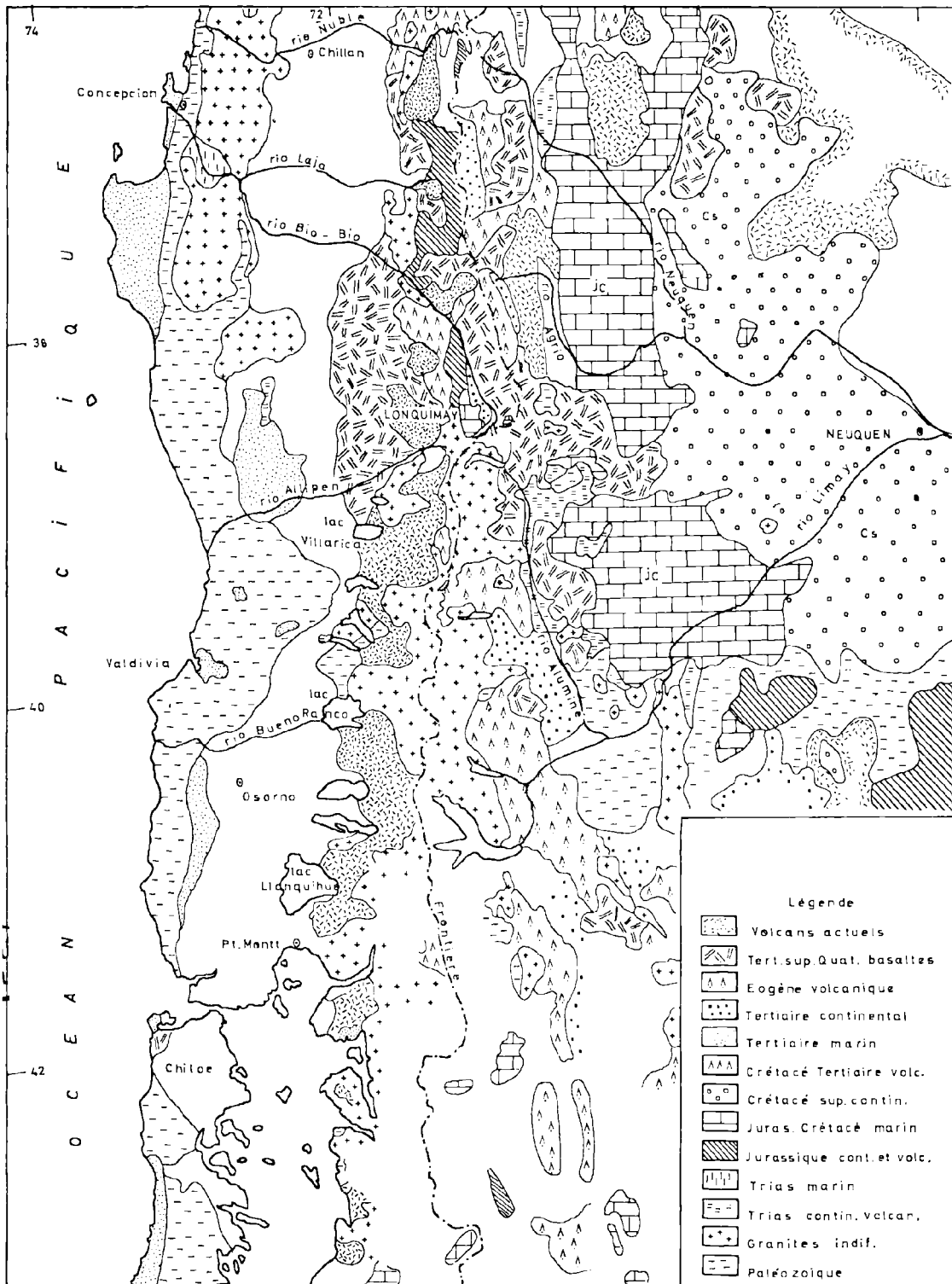


FIG. 2. — Carte géologique schématique des Andes à la latitude de Concepción

Ce volcanisme a continué ensuite pendant tout le Crétacé mais il m'a été impossible de fixer une limite, si bien que s'il y a eu un mouvement quelconque pendant ce temps, il n'a pas été mis en évidence.

Par contre, après cet épisode volcanique du Jurassique supérieur, éventuellement du Crétacé inférieur et avant le dépôt des séries détritiques de l'Eocène, un mouvement tectonique général dans les Andes mettra en place des structures telles que l'Eocène sera nettement discordant sur les séries antérieures.

d) Eocène.

En discordance sur le Mésozoïque, on trouve dans le Lonquimay une formation lacustre éocène de quelques centaines de mètres d'épaisseur, que l'on nomme "schistes bitumineux" pour contenir des intercalations de lutites chargées de bitume. Ces schistes argileux contiennent une faune lacustre datée de l'Eocène par Mayer Eymar (13). Il s'agit de la faune suivante : *Unio burckhardti* M.E., *Ancylus humboldti* M.E., *Bythinia (Assiminea) capitata* M.E., *Acteonina (Douvillieia) fischeri* M.E. Des intercalations de roches andésitiques nous montrent que l'activité volcanique recommence pendant l'Eocène pour se développer ensuite intensément après cette période.

En discordance sur les séries antérieurement citées, vont se déposer pendant tout le Tertiaire supérieur des séries andésitiques puis basaltiques, qui forment de grandes nappes couvrant le paysage, masquant les couches plus anciennes de telle sorte que l'on ne dispose que de peu d'affleurements pour étudier le Mésozoïque.

A une époque plus récente (Quaternaire), des volcans ont pris naissance sur les zones de fractures dues à la dernière tectonique en extension générale dans les Andes. On distingue ainsi dans la coupe (fig. 3) le volcan Lonquimay qui est un des nombreux volcans qui jalonnent la Cordillère tout au long de son parcours.

2) TECTONIQUE ET MAGMATISME.

a) La Cordillère des Andes doit en partie son relief actuel à la tectonique de failles, plio-quaternaire, qui a eu pour effet de la diviser géographiquement en trois grandes zones : Cordillère côtière, Vallée centrale et Cordillère des Andes. Le réseau de failles le plus important semble donc avoir une orientation à peu près N-S et il existe un réseau

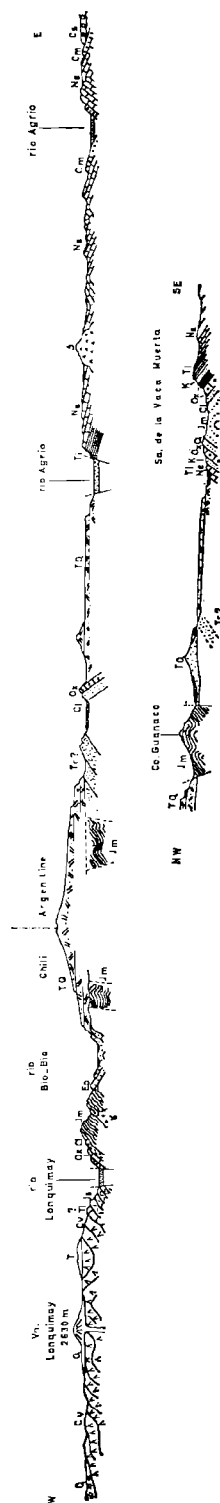


Fig. 3. — Profil schématique de la Cordillère des Andes. (Lat. 39° S)

Tr : Trias volcanique. — γ : Granites. — Jm : Jurassique inf. et moyen. — Cl : Callovien. — Ox : Oxfordien. — Js. Jurassique sup. volcan. — K : Kimméridgien. — Ti : Tithonien. — Ne : Néocomien. — Cv : Crétacé volcan. — Cs : Crétacé sup. — Eo : Eocène. — TQ : Tert. sup. Quatern. — Q : Quaternaire.

secondaire recoupant le premier, selon des directions grossièrement E-W.

Dans la Cordillère principale, du côté de Lonquimay, c'est à cette tectonique qu'est dû le soulèvement de grands panneaux montagneux qui font apparaître à l'affleurement le Jurassique, malgré les épaisseurs énormes de basaltes qui le couvrent partout ailleurs.

b) Dans le Lonquimay, il existe une formation lacustre de l'Eocène (décrite ci-avant), formant un grand synclinorium allongé N-S, dans le fond duquel passe l'actuel Bío-Bío (fig. 3). Les couches de tufs, grès et argiles schisteuses présentent des plis assez marqués, généralement de direction N-S. Au-dessus, reposent des séries andésitiques discordantes, subhorizontales à horizontales, non datées, mais qui, probablement, de par leur position et leur nature (andésite à basaltes), représentent les premiers épanchements de la phase volcanique andine finale.

Cette phase tectonique en compression est donc post-éocène et correspond à la phase qui a déformé les séries du Paléogène dans les Andes au parallèle de Mendoza. Elle peut être aussi responsable de la mise en place de certains grands volumes montagneux par formation de grands plis de fond.

Le manque d'éléments de comparaison et de datation fait qu'il est très difficile de faire la part de cette tectonique dans la formation de l'édifice andin au parallèle de Lonquimay.

c) Enfin, les séries argilo-gréseuses et calcaires du Jurassique inférieur et moyen, les séries volcaniques du Jurassique supérieur et du Crétacé sont déformées par une tectonique en compression antérieure à l'Eocène, lequel repose en discordance sur le Mésozoïque.

Il s'agit de la tectonique andine principale (phase laramienne) qui a mis en place les différentes structures tant dans le domaine interne que dans le domaine externe (fig. 3). Elle était annoncée par deux mouvements antérieurs : l'un, au Jurassique supérieur (phase Araucana des auteurs argentins (19) responsable de l'émersion définitive des zones internes, et l'autre, au Crétacé moyen (phase sub-hercynienne) responsable de l'émersion définitive des zones externes.

Au parallèle de Mendoza (Argentine) les structures sont nettement déversées vers l'avant-pays argentin et les formations volcano-sédimentaires du domaine interne chevauchent les formations

sédimentaires du domaine externe (1). Le front de cet accident majeur est marqué par des écaillages au niveau du gypse oxfordien. Dans le Lonquimay, c'est-à-dire dans la zone faisant l'union entre domaine interne et domaine externe, il n'y a aucune évidence d'un tel phénomène si ce n'est quelque accident inverse de faible amplitude. Mais il faut bien dire que les affleurements des séries mésozoïques n'abondent pas, celles-ci ayant été recouvertes par les accumulations d'andésites et de basaltes depuis le Miocène (fig. 3).

Sur le plan du magmatisme, notons que des granites supracrustaux se rencontrent dans l'axe de la Cordillère principale où certains d'entre eux sont intrusifs dans les séries sédimentaires du Jurassique moyen où ils produisent des auréoles de métamorphisme de contact (roches indurées et minéralisation de pyrite). Ces granites post-tectoniques qui recoupent les structures du Jurassique du Lonquimay n'ont actuellement pas été mis en évidence au travers des séries volcanogènes du Crétacé. Mais l'étude radiométrique d'un échantillon de Paso Mallin de Icalma, Province de Malleco, a donné un âge de 90 ± 10 m.a (24).

Le Lonquimay-Neuquén se trouve situé au N de la dorsale de Chubut, qui est caractérisée par des séries métamorphiques granitisées sur lesquelles le Lias est bien discordant. De telle sorte qu'à cette latitude, le problème de la reconnaissance des diverses intrusions n'est pas des plus aisés ; ainsi, les granites furent datés du Crétacé, puis du Paléozoïque ou vice versa. De nos jours encore, certains auteurs ont tendance à généraliser ces intrusions et les considérer comme permienes ou laramiennes selon leur convenance. Le problème sera résolu le jour où il sera fait des mesures radiométriques générales dans tout le batholite andin.

Néanmoins, qu'ils soient jurassiques ou laramiens, les granites se sont bien mis en place dans le domaine interne qu'ils caractérisent tout au long des Andes.

D) La partie argentine de la Cordillère.

Dans la partie argentine de la Cordillère, les séries géologiques sont très différentes et ont un caractère de séries de zones externes au sens alpin du terme :

— Ce sont des séries généralement marines, calcaro-marneuses, de type " terres noires " de la zone dauphinoise alpine.

— Il n'y a pas d'intrusions granitiques.

— Le volcanisme y est absent pendant les périodes liminaires et tardi-liminaires.

1) STRATIGRAPHIE.

Nous allons distinguer successivement :

a) *Trias*.

Dans le Neuquén, une série de "porphyres quartzifères et de tufs" a été attribuée au Trias supérieur (12, 14, 23). Elle repose en discordance sur le socle métamorphique et granitique. Dans la région d'Aluminé (Neuquén Sud), elle est représentée par quelque 600 m d'andésites, de brèches volcaniques et de tufs de même composition. Parfois on note la présence de niveaux de conglomérats et de grès à bois fossile (23). Ce Trias est connu actuellement comme formation Choyoi (12).

Dans la région de Paso Flores (Neuquén Sud, sur le bord du Massif Patagonien), le Trias est représenté par plus de 200 m de conglomérats et grès à flore du Trias supérieur (12).

Pendant cette période donc, le bassin andin s'organise. La transgression jurassique se fera dans le Lonquimay-Neuquén à partir du Lias (Sinémurien supérieur - Lotharingien, zone à *Oxynotoceras oxynotum* QUENS).

b) *Jurassique inférieur et moyen*.

Les faciès du Jurassique inférieur et moyen sont, dans le centre du Neuquén, de type "terres noires", faciès à ammonites. Ceci correspond à la plus grande profondeur du bassin mio-liminaire andin. Dans la partie située au Nord de la région étudiée, il s'agit de lutites noires avec des intercalations de calcaires et de grès.

Dans la Sierra de la Vaca Muerta, située au centre du Neuquén Sud, il existe, sous les calcaires néritiques oxfordiens [mis en relation par P. Stipanovic (19) avec la formation La Manga oxfordienne de Vega de la Veranada, à *Ochetoceras canaliculatum*], une série gréseuse de quelque 400 à 500 m d'épaisseur, représentant en partie le Callovien, et à la base, le Bathonien à *Trigonia crassiope* D'ORB. (15).

Un peu plus au Sud, dans la région de Cerro Lotena (20), le Lias est représenté par :

- 1° un conglomérat de base ;
- 2° des calcaires et argiles et surtout des grès.

Le Jurassique moyen est essentiellement gréseux.

Dans la région de Chacay-có, Lambert (15) décrit la succession suivante :

c) *Lias* : conglomérat de base de 40 m.

Grès, schistes calcareux et calcaires marno-gréseux du Sinémurien supérieur à *O. oxynotum*.

100 m de schistes marneux à *Harpoceras subplanatum* OPPEL.

d) *Dogger* (et Callovien) : plus de 500 m de grès, schistes et argiles gréseuses à *Sphaeroceras sauzei* D'ORB.

Grès grossiers.

La transgression marine jurassique sur le Massif Patagonien est marquée par un conglomérat de base. Au-dessus, selon la région considérée et selon que l'apport détritique ait été important ou non, suivront des séries gréseuses, pélitiques et argileuses.

On voit donc que les faciès sont très différents en ce qui concerne le Lias et le Dogger, entre le centre du bassin et sa partie Sud au contact avec le Massif Patagonien. Et rappelons une fois de plus que, dans le Lonquimay, c'est-à-dire en position beaucoup plus interne, les séries du Jurassique inférieur et moyen sont représentées par plus de 1 000 m (base inconnue) de pélites, pélites gréseuses et argiles, ressemblant d'ailleurs un peu aux séries de même âge de la Sierra de Chacay-có décrites ci-avant, mais moins grossières.

e) *Callovien-Oxfordien*.

Il existe une différence nette entre les séries argileuses à ammonites et les calcaires à *Cidaris* du Lonquimay et le Callovien-Oxfordien du Neuquén.

Au Nord du Neuquén, les faciès sont marneux.

Dans le centre du Neuquén Sud, le Callovien est représenté par des grès et l'Oxfordien par des calcaires néritiques.

Sur le bord Nord du Massif Patagonien, on trouve des séries gréseuses qui vont depuis la zone à *O. sauzei* jusqu'au Tithonique (20).

A l'Oxfordien, un mouvement provoque la première grande émergence des zones externes, à peu près contemporaine de celle des zones internes,

mais qui sera de plus courte durée. Pendant ce laps de temps, le gypse de la formation Auquileo se déposera.

f) *Kimméridgien.*

Alors que dans les zones internes un volcanisme intense a lieu, dans les zones externes il va se déposer une formation continentale de grès rouges, conséquence de l'orogénèse qui vient de soulever les Andes entièrement et surtout les zones internes. Il s'agit en quelque sorte d'une molasse intra-andine, postérieure à la première phase tectonique andine. Ces séries gréseuses se développent avec à peu près les mêmes caractères sédimentologiques dans tout le sillon externe.

g) *Tithonique-Néocomien.*

A partir du Tithonique s'opère la seconde transgression dans les zones externes andines. Alors que, dans les zones internes, le volcanisme continue à se développer, le sillon externe est soumis à un régime marin et là, vont se déposer des séries monotones (terres noires) de marnes et de calcaires à ammonites jusqu'à l'Hauterivien-Barrémien. Néanmoins, par périodes, les alimentations détritiques seront importantes, surtout dans la partie Sud, au contact avec la Patagonie ; ceci peut être un reflet d'une période de soulèvement qui, commençant d'abord dans les zones internes, finit par affecter les zones externes qui seront émergées au Barrémien. Enfin, on peut penser aussi que ceci marque la terminaison du bassin externe argentin sur le Massif Patagonien. En outre, il n'est pas impossible que cette grande transgression de la mer au Tithonique ait atteint la région du Lonquimay, de position plus interne, car il existe une série argilo-tufo-calcaire intercalée dans les andésites du Jurassique supérieur mais qui, malheureusement, n'a pas fourni de faune. Néanmoins, c'est un indice qu'il ne faut pas rejeter a priori, ces séries pouvant marquer le bord interne de la zone externe et montrent ainsi que les zones internes étaient bien émergées.

Là encore, le problème du relai avec le bassin de Magellan reste entier. Il semble néanmoins que le bassin andin se terminait sur le bord Nord du Massif Patagonien, à en juger par les faciès toujours détritiques, souvent continentaux de cette partie des Andes externes.

h) *Barrémien, Crétacé moyen et supérieur.*

Il se développe dans tout le bassin un régime lagunaire avec dépôt de gypse, qui marquera la dernière récession marine. Dès lors, l'histoire des

Andes sera continentale et de là vient le problème de la datation de l'orogénèse andine qui n'est pas résolu encore actuellement par les procédés classiques utilisés en chronologie.

Du côté interne, le régime volcanique continue de se développer et du côté externe, à partir de ce moment, des séries détritiques continentales vont se déposer après le Barrémien, séries qui peuvent être considérées comme des molasses intra-andines liminaires. Elles témoignent d'une certaine polarité : les premières, post-barrémiennes, concordantes sur le Néocomien marin, se développent dans toute la partie externe et sont une conséquence de la tectonisation des zones internes ; les secondes, du Crétacé supérieur, discordantes sur les antérieures, se développent plus à l'Est et sont une conséquence de la tectonisation des zones externes.

En même temps, sur la côte pacifique et plaquées contre la Cordillère de la côte, se développent des séries gréseuses du Crétacé supérieur (décrites précédemment) qui pourraient être considérées comme des molasses extra-andines. (Il est évident que le terme de molasse n'a pas la même signification que dans les Alpes, car la Cordillère des Andes ne possède pas de flysch, c'est un terme qu'il faudra redéfinir). Mais si nous regardons la disposition du système andin, comme le font remarquer J. Aubouin et A. Borrello (3), à savoir : « un système disposé " en échelons " selon des directions paléogéographiques NNW-SSE, obliques par rapport à la direction de la chaîne actuelle, grâce aux relais sud-argentin et nord-argentin, au niveau desquels des portions d'avant-pays (dorsale de Chubut, dorsale de Calchaqui) " rentrent " vers le Nord dans la Cordillère, séparant des bassins nouveaux qui se terminent en " doigt de gant " vers le Sud (*op. cit.*), alors, dans ce cas, les séries détritiques du Crétacé supérieur et du Tertiaire de la côte à Concepción doivent alors être considérées comme des molasses extra-Magellan. Mais ceci pose de graves problèmes au point de vue de la tectonique et du magmatisme qui semblent continus du Nord au Sud dans les Andes. Et nous serions ainsi obligés de considérer comme deux phénomènes à évolution différente, la tectonique et la paléogéographie du ou des bassins liminaires et géosynclinaux, andins du Nord, andins centraux et de Magellan ».

2) TECTONIQUE.

a) A l'inverse, du côté chilien de la Cordillère, la tectonique de failles (plio-quadernaire) n'est pas

la plus évidente du côté argentin. Cette tectonique affecte tout de même la région du Neuquén et surtout sa partie haute montagne. Ainsi, tout comme au Chili, il existe quelques bassins d'effondrement, mais de faible extension, comme celui de la vallée de l'Agrio (fig. 3).

Cette tectonique de failles se superpose à des tectoniques antérieures, en compression qu'il est difficile de dater avec précision, comme nous le verrons plus loin.

b) La tectonique en compression la plus récente qui affecte les séries volcaniques du Paléogène dans la Cordillère à la hauteur de Santiago, a été mise en évidence dans la région du Lonquimay-Neuquén par le plissement des schistes bitumineux du Lonquimay et la discordance des séries volcaniques postérieures, sur ceux-ci. Mais ce n'est là que le seul indice que l'on possède, car il est très difficile de faire, dans les zones externes, la part de chacun des mouvements, pos-paléogène et crétaé.

c) Une tectonique en compression, plus importante et beaucoup plus visible côté argentin de la Cordillère, va affecter l'ensemble des terrains mésozoïques andins. Ceux-ci vont former des plis de style sub-alpin dans le Neuquén, en général déversés vers l'avant-pays (1).

Mais dans le Sud du Neuquén, les grands axes synclinaux et anticlinaux ont une tendance à prendre une direction transversale (E-W), devenant en quelque sorte parallèles au bord Nord du Massif Patagonien (cf. Anticlinal de la Sierra de la Vaca Muerta ; anticlinal Cerro Lotena) ; ces axes doivent probablement être en relation directe avec des accidents qui affectent le socle, celui-ci apparaissant parfois à l'affleurement au cœur des anticlinaux (Cerro Lotena).

Néanmoins, la tectonique en compression qui affecte ces séries dans le Sud du Neuquén, est beaucoup moins évidente que dans le Nord. En outre, le fait que le gypse au niveau duquel se font les décollements de couverture dans le centre du Neuquén soit absent dans le Sud, a une certaine importance dans le style tectonique de ces séries.

Ainsi, les grands faits observés qui caractérisent les zones externes sont les suivants :

1° Une sédimentation calcaro-gréso-marneuse pendant le stade d'état liminaire.

2° Une tendance marquée à l'émersion et ceci surtout dans la partie Sud du bassin, prouvant la présence proche du socle et la terminaison possible des zones externes sur le socle patagonien

3° Un séjour plus long de la mer dans le bassin externe que dans les zones internes.

4° Une tectonique moins marquée.

5° L'absence totale d'un magmatisme granitique intrusif.

6° L'absence de volcanisme pendant les périodes liminaire et tardi-liminaire.

CONCLUSIONS

Si nous nous reportons au schéma donné par J. Aubouin et A. Borrello (1) sur les Andes argento-chiliennes, le développement liminaire des Andes est caractérisé par :

1° Une période liminaire pour le Mésozoïque ; le développement des séries mésozoïques est différent d'un versant à l'autre, sédimentaires et d'une puissance modeste sur le versant argentin, volcano-sédimentaires et d'une puissance énorme sur le versant chilien, traversées par des granites d'âge Crétaé supérieur sur le versant chilien. Ces formations sont déformées par une tectonique en compression intense telle que les formations du versant chilien chevauchent celles du versant argentin elles-mêmes déformées en plis très marqués.

2° Une période tardi-liminaire pour l'Eocène, Oligocène, Miocène, marquée par d'épaisses formations terrigènes déformées par des plis à grand rayon de courbure, accompagnée par un volcanisme andésitique dans les zones internes et la mise en place de granites.

3° Une période post-liminaire pour le Plio-Quaternaire, caractérisée par la formation d'épaisses séries terrigènes accumulées dans des bassins faillés, contemporaines d'importants épanchements basaltiques.

Nous avons vu qu'effectivement le développement des Andes à la latitude de Lonquimay correspondait sensiblement à ce schéma, c'est-à-dire à une évolution en trois périodes : liminaire, tardi et post-liminaire. Néanmoins, dans le détail, les faits semblent varier et parfois être totalement différents dans cette partie Sud des Andes.

1) LA PALÉOGÉOGRAPHIE.

Le problème majeur des Andes au niveau du Lonquimay-Neuquén est celui du relai avec la Cordillère de Magellan qui présente, à l'inverse des Andes, des caractères géosynclinaux beaucoup plus marqués (1).

Si l'on suit l'évolution de la transgression Jurassique dans les Andes, on s'aperçoit que le Trias marin est limité au bord interne du sillon euliminaire, pratiquement sur l'arrière-pays et sa limite la plus australe est Concepción. La transgression devenant plus franche, la mer envahit le bassin interne andin et partie du bassin externe ou mio-liminaire, au Sinémurien supérieur. Les der-

niers affleurements connus du Jurassique se trouvent situés justement sur le bord Nord du Massif Patagonien dans les régions de Chacay-có, Cerro Lotena, Piedra de Aguila, etc... Au Chili, dans le Lonquimay, là où apparaît la limite méridionale connue des séries du Jurassique, la base est inconnue (8).

Il existe donc toute une zone entre les parallèles 40° et 42° S où le Jurassique marin est inconnu. Le Massif Patagonien sépare les derniers affleurements du Neuquén et les premiers affleurements du Jurassique marin de Magellan.

Il en est de même pour les séries du Tithonique-Néocomien qui se sont développées dans le sillon

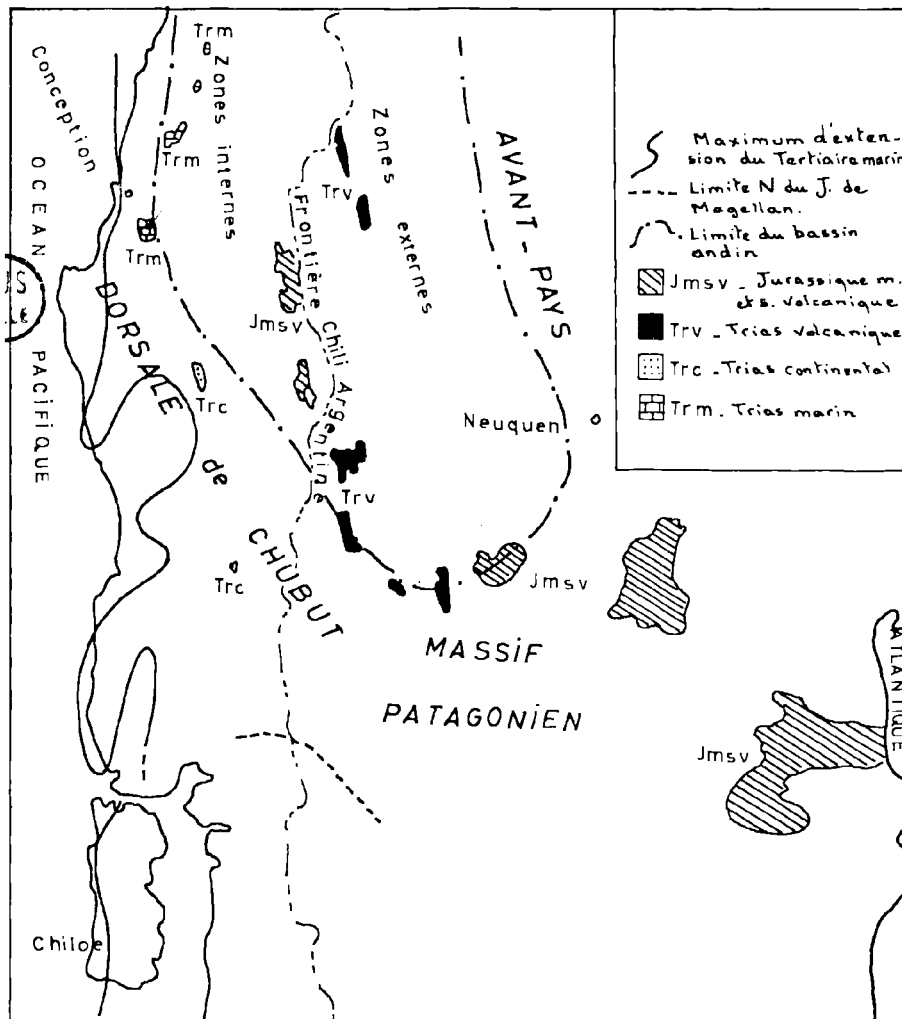


FIG. 4. — Schéma paléogéographique

mio-liminaire andin qui se terminait en "doigt de gant" sur le Massif Patagonien (3).

Il existe donc une zone, composée de séries métamorphiques paléozoïques granitisées, où il semble y avoir eu lacune de sédimentation. Elle possède une direction NNW-SSE, depuis la côte au Nord de Concepción et passe au Massif Patagonien à la hauteur de Loncoche, Villarrica. Il s'agit là de la dorsale de Chubut que l'on pourrait considérer comme l'arrière-pays du bassin andin. Mais, nous avons vu que le domaine interne (chilien) était caractérisé par une prédominance des formations volcaniques et le domaine externe (argentin) l'était par ses formations sédimentaires non volcanogènes.

Or, si l'on observe la carte géologique des Andes, on s'aperçoit que :

a) les séries volcaniques du Jurassique passent au Massif Patagonien selon une direction NNW-SSE ;

b) il semble en être de même pour les séries volcaniques crétaées et tertiaires ;

c) seuls les granites laramiens passent en continuité du Nord au Sud, des Andes à Magellan.

Est-ce à dire que le bassin andin se termine sur le Massif Patagonien et qu'il possédait à cette latitude une direction oblique par rapport à la chaîne andine actuelle ? Mais alors, il faut considérer que l'arrière-pays du bassin andin est l'avant-pays du bassin de Magellan. Cette discontinuité paléogéographique paraît en désaccord avec la continuité tectonique telle que les structures andines paraissent continues et d'orientation N-S et que les granites laramiens, caractérisant le domaine interne, passent en continuité à Magellan.

Il nous manque beaucoup de travaux de détail pour pouvoir expliquer de façon satisfaisante le relai Andes-Magellan.

2) LES FACIÈS (DANS LE NEUQUÉN SUD).

La participation du matériel détritique dans le Sud du bassin du Neuquén (zone externe) est très importante, nous prouvant peut-être, premièrement, une grande mobilité des zones internes qui sont le lieu d'alimentation du bassin andin et, deuxièmement, une terminaison probable du bassin andin sur le bord Nord du Massif Patagonien.

3) LA TECTONIQUE.

Il y a eu des mouvements, certes, qui ont provoqué la surrection des zones internes pendant le Mésozoïque et on peut noter la dualité entre zone interne et zone externe où les mouvements n'ont pas eu la même intensité. Mais ces mouvements en compression ont été faibles, de telle sorte que le chevauchement du versant chilien sur le versant argentin n'a pas été observé dans la zone étudiée (mais ceci peut être dû à la couverture volcanique qui masque les séries sous-jacentes). En outre, les séries sédimentaires externes témoignent d'une tectonique en compression très faible, ne faisant apparaître dans le Neuquén que des plis anticlinaux peu marqués et peu nombreux. Et je crois que cela doit être dû à la présence proche du socle sous-jacent et la position très proche du Massif Patagonien qui a dû jouer le rôle de butoir, faisant ainsi que la compression ait été moins forte dans ces régions. Les grands axes anticlinaux du Neuquén Sud doivent prendre place sur de grands axes tectoniques du socle (axe anticlinal de la Sierra de la Vaca Muerta ; axe anticlinal du Cerro Lotena).

Ceci prouve une fois de plus la nature intra-continente de la chaîne des Andes, phénomène très marqué dans le Sud où le bassin andin s'est formé entre l'avant-pays, la Patagonie et l'arrière-pays pacifique à l'Ouest.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AUBOUIN J. et BORRELLO A. (1966). — Chaînes andines et chaînes alpines : regard sur la géologie de la Cordillère des Andes au parallèle de l'Argentine moyenne. *Bull. Soc. Géol. France*, (7), VIII, p. 1050-1070.
- 2) AUBOUIN J. et BORRELLO A. (1966). — Cadenas andinas y cadenas alpinas : observaciones sobre la geología de la Cordillera de los Andes en el paralelo de la Argentina Central. *Com. Invest. Cien. Prov. Buenos-Aires*, VII, p. 9-36.

- 3) AUBOUIN J. et BORRELLO A. (1970). — Regards sur la géologie de la Cordillère des Andes : relai tectoniques et cycles orogéniques superposés ; le Nord argentin.
- 4) BORRELLO A. (1969). — Los geosinclinales de la Argentina. 1 vol., 188 p. *Anales XIV, Dir. Nac. Geol. y Min.*, Buenos-Aires.

- 5) CECIONI G. (1964). — Ingolfamenti marini giurassici nel Chile settentrionale. *Bol. Soc. dei Natur. in Napoli*, 72.
- 6) CHOTIN P. (1969). — Perfiles litológicos en el Titónico-Neocomiano y el Cretácico medio de Codihue a Bajada del Agrio (Neuquén). *Tectónica. Rev. Geoandes*, (4), p. 176-190. Universidad de Concepción.
- 7) CHOTIN P. (1969). — Sur la Géologie de la Province de Concepción (Chili) : la région de Tomé. *B.S.G.F.*, (7), XI, p. 556-560.
- 8) CHOTIN P. (1969). — Le Jurassique du Lonquimay (Chili). Ses relations avec le Jurassique du Neuquén (Argentine). *Bull. Soc. Géol. France*, (7), XI, p. 710-716.
- 9) FUENZALIDA H. (1964). — El geosinclinal andino y el geosinclinal de Magallanes. *An. Fac. Cienc. Fís. y Mat.*, Univ. Chile, N° 5.
- 10) GARCIA F. (1968). — Estratigrafía des Terciario de Chile Central. In el Terciario de Chile, *Soc. Geol. de Chile*, p. 25-57.
- 11) GERTH H. (1955). — Bau der Südamerikanischen Kordillere. 1 vol., Borntraeger éd., Berlin.
- 12) GROEBER P., STIPANICIC P., MINGRAMM A. (1952). — Geografía de la Republica Argentina. Mesozoico. 1 vol., 541 p., Coni éd., Buenos-Aires.
- 13) HOFFSTETTER R., FUENZALIDA H. et CECIONI G. (1957). — Amérique latine. Chili. *Lex. Strat. Intern.*, fasc. 7, V, C.N.R.S.
- 14) LAMBERT L. (1946). — Contribución al conocimiento de la sierra de Chacay-có (Neuquén). *S.G. Arg.*, (4), I, p. 231-256.
- 15) LAMBERT L. (1956). — Descripción geológica de la hoja 35b. Zapala (T.N. de Neuquén). *Dir. Nac. Min.*, Bol. N° 83, Buenos-Aires.
- 16) PICARD L. (1949). — La structure du Nord-Ouest de l'Argentine avec quelques réflexions sur la structure des Andes. *B.S.G.F.*, (5), VIII, p. 765-846.
- 17) RUIZ C. (1965). — Geología y yacimientos metalíferos de Chile. *I.I.G.*, 1 vol., 305 p., Santiago.
- 18) STIPANICIC P., RODRIGO F., BAULIES O. y MARTINEZ C. (1968). — Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nord-patagónico y regiones adyacentes. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, (2), XXIII, Buenos-Aires.
- 19) STIPANICIC P. (1969). — El avance en los conocimientos del Jurásico argentino a partir del esquema de Groeber. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, (4), XXIV, p. 367-387.
- 20) SUERO T. (1951). — Descripción geológica de la Hoja 36c. Cerro Lotena (Neuquén). *Dir. Nac. Miner.*, Bol. 76, Buenos-Aires.
- 21) TAVERA J. (1960). — El Triásico del valle inferior del río Bío-Bío. *An. Fac. de Cienc. Fís. y Mat.*, N° 18, p. 321-345.
- 22) THIELE R. (1965). — El Triásico y Jurásico del Departamento de Curepto en la provincia de Talca. *An. Fac. de Cienc. Fís. y Mat.*, N° 28.
- 23) TURNER J.C. (1965). — Estratigrafía de Aluminé y adyacencias (Provincia del Neuquén). *S.G. Arg.*, (2), XX, p. 153-184.
- 24) ZEIL W. (1964). — Geologie von Chile. 1 vol., 233 p., Borntraeger éd., Berlin.

Sur la zonation de bois et écorces d'arbres du Paléozoïque et notion de rythmes biologiques (*) (**)

par Yves LEMOIGNE (***)
(Planche V)

Sommaire. — Des arbres du Dévonien à structure de type araucarien, les Lépidophytales arborescentes et la plupart des Cordaitales du Carbonifère, avaient un bois secondaire zoné. Cette zonation des bois du Paléozoïque est envisagée en fonction de la connaissance que nous avons des "rythmes biologiques" chez les plantes actuelles. L'existence de climats et de saisons au Paléozoïque est considérée comme très vraisemblable; en effet, si l'existence des cernes relève d'un déterminisme endogène à la plante, la variabilité de ceux-ci est vraisemblablement due à l'influence de facteurs externes.

L'existence de saisons et de climats au Paléozoïque demeure une question très controversée. Celle-ci s'inscrit dans l'idée que notre globe terrestre, initialement masse gazeuse très chaude, se serait progressivement refroidi au cours des temps, les climats et les saisons ne s'étant caractérisés que récemment dans l'échelle des temps géologiques.

Pour la plupart des auteurs, les saisons n'existaient pas avant le Carbonifère. Une telle affirmation est habituellement fondée sur les trois arguments suivants :

— l'absence d'insectes à métamorphoses au Paléozoïque ;

— la répartition apparemment uniforme de la flore sur toute la surface du globe au Silurien, au Dévonien et semble-t-il aussi, au Carbonifère ;

— l'absence de zonation (cernes) dans le bois secondaire des plantes arborescentes du Primaire (****).

(*) Cette communication écrite a été présentée lors de la séance du 14 janvier 1970.

(**) Dans la présente étude, nous faisons état d'observations que nous avons effectivement faites et nous n'envisageons certes pas de donner un inventaire exhaustif des bois zonés connus au Paléozoïque et mentionnés dans divers travaux comme celui, par exemple, de K. Frenzen relatif aux Dadoxylon du Paléozoïque (Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora des südwestlichen Deutschland. √ : Bemerkungen über das Auftreten von Zuwachszonen an Hölzern des Dadoxylon-Typs mit besonderer Berücksichtigung der Funde aus Baden und Schwaben. *Jber. Mitt. Oberrh. geol. Ver.*, NF., 12, S. 39-45, Stuttgart 1923).

Notre intention est surtout de discuter la présence reconnue de cette zonation dans des bois et écorces du Paléozoïque à la lumière des connaissances récentes relatives aux rythmes biologiques, ce qui, a fortiori, nous fait envisager la notion de saisons à cette époque.

(***) Département de Biologie Végétale, Lyon.

(****) A titre d'exemple, en 1963, F. Stockmans et Y. Willière, dans une étude synthétique intitulée : "Flores anciennes et climats", écrivirent : « Enfin, existait-il des saisons au Carbonifère ? A en croire l'anatomie des végétaux, non. Les gros troncs de Lycopodiales, de Calamariales, les plus susceptibles de réagir à une telle périodicité ne reflètent rien. Exceptionnellement, une Cordaïte montre des anneaux peu distincts (cas individuel). Mais la prudence s'impose avant de conclure ». Pour ces auteurs, aucun élément des flores paléozoïques ne nous offre une preuve de l'existence de différences de climats à l'époque "ce qui n'exclut pas la possibilité".

En 1958, A. de Cayeux pensa pouvoir dire dans son livre intitulé "Trente millions de siècles de vie" : « La flore terrestre du Carbonifère était jeune encore, quelques dizaines de millions d'années à peine. Alors, les mécanismes, le jeu des belles assises de cellules qui peuvent donner les anneaux saisonniers, n'étaient peut-être pas encore apparus ».

C'est le dernier argument que nous désirons contester dans la présente étude, compte tenu que de nombreux travaux récents de paléo-phytogéographie conduisent à reconnaître des provinces floristiques distinctes dès le Dévonien.

En effet, ayant étudié les structures anatomiques des Lépidophytales (11, 12), des Cordaïtales et autres plantes arborescentes (10, 13) du Paléozoïque, nous avons effectué un certain nombre d'observations qui nous permettent d'infirmes l'idée selon laquelle le bois des arbres du Paléozoïque ne montrait pas de zonation ; ce qui, tout naturellement, nous conduit à reconsidérer l'existence possible de saisons au Primaire. Mais la zonation des bois fossiles doit être envisagée en rapport avec la connaissance que nous avons des rythmes biologiques (et en particulier des rythmes de croissance) chez les plantes actuelles (*).

I. — Observations d'anatomie végétale

a) ZONATION DU BOIS SECONDAIRE ET DE L'ÉCORCE SECONDAIRE CHEZ LES LÉPIDOPHYTALES ET LES CORDAÏTALES DU PERMIEN ET DU CARBONIFÈRE.

De nos jours, la strate arborescente de la biosphère est constituée surtout par des arbres appartenant aux groupes des Angiospermes et des Gymnospermes coniférales. Au Carbonifère, les composants de cette strate arborescente — du moins dans l'état actuel de nos connaissances — semblent avoir été représentés par des arbres appartenant surtout aux groupes des Ptéridophytes (Lépidophytales) et des Gymnospermes préspermaphytes (Cordaïtales), ainsi que, semble-t-il, pour une faible proportion au groupe des Gymnospermes coniférales. Certes, il importe de ne pas oublier que nous sommes bien loin de connaître tous les éléments de la flore du Carbonifère !

Contrairement à ce que pensent nombre de Paléobotanistes qui, pour la plupart, ont négligé l'étude des structures végétales conservées, le bois secondaire et l'écorce secondaire des Lépidophytales arborescentes du Carbonifère étaient zonés (Pl. V, fig. 6, 8 et 9), ce qui permet de penser que la croissance de ces arbres était une croissance périodiques. Dans plusieurs publications, nous avons exposé quelles ont été les modalités de l'histogénèse des tissus vasculaires (11) et corti-

(*) Il nous paraît utile de remarquer ici que toute donnée paléontologique doit être, dans la mesure du possible, confrontée avec les connaissances biologiques la concernant.

caux (12) des arbres appartenant notamment aux genres *Lepidodendron*, *Sigillaria* et *Bothrodendron* ; ces arbres possédaient, en plus du bois primaire, un bois secondaire bien développé dans la base des troncs et ce bois secondaire montrait une zonation caractéristique : la première zone, ou cerne, est toujours de beaucoup la plus épaisse, les suivantes ont une épaisseur variable. Nous avons pu montrer que ce bois secondaire était engendré par le fonctionnement d'une assise génératrice qui avait la particularité de ne proliférer que sur la face interne. Dans notre étude " Les tissus vasculaires et leur histogénèse chez les Lépidophytales arborescentes du Paléozoïque " (11), nous avons écrit au sujet de l'assise génératrice du bois secondaire : « Considérant le développement général de la plante, nous préciserons que l'assise génératrice commençait à fonctionner très tôt, du moins semble-t-il permis de le penser lorsque l'on considère une base de tige où le bois primaire se présente sous la forme d'une protostèle réduite à quelques éléments alors que le bois secondaire y est très puissant.

De plus, le fonctionnement de l'assise cambiale était discontinu et son activité était beaucoup plus importante la première année de végétation que les suivantes, au cours desquelles, d'ailleurs, cette activité était quelque peu variable, et cela très vraisemblablement sous le déterminisme des conditions climatiques elles-mêmes sujettes à des variations d'une année à l'autre » (p. 450).

Assez rapidement se différencie une écorce secondaire également zonée (Pl. V, fig. 8). Comme l'assise cambiale, l'assise génératrice corticale n'engendrait qu'une seule catégorie de tissu, mais, comme nous l'avons montré (12), très rapidement la zonation de l'écorce secondaire disparaissait à cause d'une évolution particulière de celle-ci, correspondant à un développement tangentiel (différenciation " tertiaire " de l'écorce qui permettait à la plante d'éviter une exfoliation des tissus corticaux sous la poussée mécanique exercée par le développement du bois secondaire sous-jacent).

Les Cordaïtales, qui, avec les Lépidophytales, participaient à la constitution de la strate arborescente au Carbonifère, nous sont connues à la fois par des empreintes et des structures conservées de leur feuillage, et, par des fragments silicifiés du bois de leurs troncs. De tels fragments ont été trouvés notamment dans des niveaux d'âge permien, Stéphanien et viséen. Ils ont été décrits sous différentes appellations génériques telles :

Dadoxylon ENDLICHER, *Palaeoxylon* BRONGNIART, *Pityls* WITHAM, *Pinites* WITHAM... La plupart de ces bois présente une zonation concentrique caractéristique (Pl. V, fig. 1, 2, 3). Quelques *Dadoxylon*, toutefois, ne montrent pas de cernes. Dans beaucoup de troncs de Cordaïtes, les zones d'accroissement sont relativement larges et homogènes (10 à 15 mm de large en moyenne) ; il n'y a pas de distinction équivalente à celle d'un "bois de printemps" et d'un "bois d'automne" ; d'une ligne limitante à l'autre, la croissance du bois paraît avoir été régulière et uniforme.

Lors d'une récente mission C.N.R.S. dans des Laboratoires anglais, nous avons pu observer des bois secondaires bien zonés, de lieux géographiques très différents. Entre autres, nous mentionnerons :

— *d'âge permien* :

- *Mesopityls* (*Mesoxylon*) (*Dadoxylon*) *Tchihatcheffi* GOEPPERT, du bassin de Koutznetsk (Permien de Russie). (Lames n°s 2151 à 2156, Coll. Kidston, Hungarian Museum, Glasgow) ;

- *Dadoxylon indicum* HOLDEN et *Dadoxylon Bengalense* HOLDEN, du Permo-Carbonifère de l'Inde (Barakar of Keogarth, Bengal). (Lames n°s 2602 à 2609, Coll. Kidston, Hungarian Museum, Glasgow) ;

- *Rhexoxylon* ;

— *d'âge carbonifère* :

- *Amyelon radicans*, (lame n° V 9231, Coll. Holden, British Museum Natural History, Londres) ;

- *Cordaïtes* sp. (lame n° V 9311, Coll. Holden, British Museum Natural History, Londres), des Coal Measures de Newcastle ; le bois secondaire est nettement zoné (Pl. V, fig. 1) et la largeur des cernes est variable ;

— *d'âge culm* :

- *Protopylyls buchiana* GOEPPERT, du Culm de Silésie (Folkenberg). (Lame n° 489, Coll. Kidston, Hungarian Museum, Glasgow) ;

- *Pithys antica* WITHAM et *Araucarioxylon antiquum* WITHAM. (Lames n°s 596 A et 674 E, Coll. Kidston, Hungarian Museum, Glasgow), des Lennel Braes du Berwickshire (Calcareous sandstone series) ;

- *Endoxylon zonatum* KIDSTON. La zonation du bois secondaire y est si remarquable que ce caractère a été retenu pour la désignation spécifique.

b) ZONATION DU BOIS SECONDAIRE APPARTENANT A DES ARBRES D'ÂGE DÉVONIEN.

Si de nombreux auteurs présentant la flore dévonienne se limitent à décrire seulement des Psilophytales, nous devons bien nous persuader que cette flore à Psilophytales correspond seulement à des formations végétales de biotopes parti-

culiers, plus précisément de régions marécageuses. Dans l'état actuel de nos connaissances paléobotaniques, nous ignorons pratiquement tout des plantes qui croissaient en dehors de ces régions marécageuses. S.N. Naumova (15) effectuant l'étude palynologique des formations d'âge frasnien de la plateforme russe, observe :

— *dans le Nord-Est*, des spores archaïques à périspore membraneuse et compacte du type des spores de Ptéridospermes ;

— *dans la région dévonienne centrale* de la plateforme, en plus des spores de Ptéridospermes, des spores plus perfectionnées à grands tubercules et anneau étroit, des fougères arborescentes du sous-groupe des *Lophozonotriletes* et aussi des pollens de Gymnospermes du sous-groupe des *Archaeoperisaccus*.

Beaucoup de paléobotanistes ignorent, ou du moins semblent ignorer, que des troncs silicifiés à structure ligneuse du type araucarien ont été décrits dans des formations d'âge siluro-dévonien :

— *en Amérique* : par J. Dawson (*Dadoxylon ouangondanium*, *D. halli*, *Callixylon newberryi*, *Ormoxyylon erianum*...) (5, 5 bis) [cf. *Callixylon newberryi* (*Dadoxylon newberryi*) du Dévonien supérieur de Charlestown en Indiana (U.S.A.), lame n° V 2477, Coll. Holden, British Museum Natural History, Londres] ;

— *en Europe* : par J. Goeppert (Dévonien d'Allemagne), Salter et Mc Nab (Old red sandstone d'Ecosse), Y. Lemoigne et M. Coulon (Dévonien des Vosges) (Pl. V, fig. 7).

Ces troncs ont été charriés par des rivières ou torrents depuis les zones élevées de végétation jusqu'aux zones marécageuses ou lacustres où ils se sont fossilisés.

II. — Discussion

Ainsi, contrairement à ce qui est habituellement affirmé dans la littérature paléobotanique, d'une part, des bois à structure araucarienne devant appartenir à des Gymnospermes (Cordaïtales ?) d'âge dévonien et carbonifère, d'autre part, le bois secondaire (à trachéïdes scalariformes et l'écorce secondaire des Lépidophytales arborescentes, présentaient une zonation concentrique nette, ce qui signifie que la croissance de ces arbres était discontinue ou plus précisément périodique. Peut-on en déduire que des saisons étaient caractérisées dès le Dévonien et, a fortiori, au

Carbonifère ? Avant de répondre à une telle question, il importe d'envisager au préalable la notion de "rythmes biologiques", lesquels sont particulièrement bien étudiés, en France, par notre collègue le Professeur L. Baillaud, de l'Université de Clermont-Ferrand (1, 2).

a) NOTION DE RYTHMES BIOLOGIQUES.

L'un des caractères les plus répandus parmi les êtres vivants est l'existence de phénomènes qui se répètent suivant un certain rythme. Personnellement, nous avons toujours été frappé par le caractère périodique à tous les niveaux de l'organisation et des fonctions du monde, caractère périodique lié à une faculté de polymérisation :

-- périodicité au niveau des structures matérielles : atomes, molécules, système astral, ADN des gènes, succession des êtres dans les phyla... (la "discontinuité dans la continuité", si chère à Teilhard de Chardin) ;

— périodicité au niveau de l'expression des fonctions : alternance phase lumineuse - phase obscure dans la photosynthèse chez les végétaux chlorophylliens, histogénèse du bois secondaire chez les plantes pluriannuelles, cycles nycthémeraux, saisonniers...

Selon L. Baillaud, les mécanismes rythmés concernant l'expression des fonctions (rythmes biologiques proprement dits), peuvent s'interpréter avec plus ou moins de certitude comme des oscillations de relaxation : « la généralité de ces phénomènes tient en particulier au fait que les organismes vivants présentent de nombreux seuils de réaction, de nombreuses réactions de tout ou rien ». Les périodes de ces phénomènes couvrent un éventail très étendu, allant de l'ordre de la fraction de seconde (mouvement des flagelles bactériens) à l'ordre de dizaines d'années (certains cycles de peuplement végétaux).

Parmi les phénomènes biologiques périodiques, nous envisagerons plus particulièrement le cas de l'ontogénèse des végétaux qui apparaît souvent rythmée et cela se traduit généralement par des structures périodiques. Suivant les cas, la période est plus ou moins liée à des périodicités des facteurs du milieu : souvent, elle est annuelle et liée au cycle des saisons. « Il se pose à leur sujet divers problèmes d'ordre général qui concernent par exemple le déterminisme de leur période et l'harmonisation des composantes endogènes avec les

composantes exogènes, comme pour tous les rythmes biologiques ; en plus, il se pose le problème de savoir dans quelle mesure la structure périodique s'édifie selon une périodicité commandée par des facteurs spatiaux ou par des mécanismes se déroulant dans le temps » (Baillaud).

Les structures périodiques observées chez les plantes actuelles ont, le plus souvent, dans les conditions naturelles :

— soit des caractères spatiaux bien définis mais une périodicité variable dans le temps,

— soit une période bien définie dans le temps mais mal définie dans l'espace (c'est précisément le cas des cercles annuels),

— soit, cas rare, une périodicité qui correspond à une dimension définie dans l'espace et à une période définie dans le temps.

Parmi les rythmes biologiques, il en est beaucoup qui ne se synchronisent par normalement avec les fluctuations du milieu. D'autres se synchronisent de manière régulière. Qu'en est-il de la "stratification" du bois secondaire des arbres ? Y a-t-il autonomie ou non de la stratification ? Doit-on penser, comme E. Bunning, que pour les rythmes saisonniers comme pour les rythmes quotidiens, l'organisme possède un mécanisme périodique interne ? Ou, au contraire, ne pourrait-on pas croire que les rythmes (d'un jour ou d'un an) ont été acquis de toutes pièces sous l'influence du milieu par les organismes ? Doit-on partager cette opinion exprimée par L. Baillaud : « Il paraît raisonnable d'admettre que les êtres vivants aient besoin pour vivre de déployer une activité intense, mais qu'ils ont besoin aussi de repos... On peut supposer que beaucoup de rythmes biologiques correspondent à une nécessité vitale. Secondairement, une meilleure adaptation de l'organisme va consister en une régulation de ces rythmes nécessaires par les cycles du milieu extérieur ». « Pour nous, la matière vivante a pu posséder d'emblée, préalablement à toute influence rythmique du milieu un certain ensemble d'activités cycliques, de périodes très diverses, soumises chacune à une certaine variabilité éventuellement génétique. C'est sur ces cycles endogènes primitifs que les rythmes du milieu naturel auraient exercé (grâce aux mutations et à la sélection naturelle) un effet de domestication à la fois en rassemblant vers les périodes qui n'en étaient pas trop éloignées et en rapprochant de 1 le Q10 des rythmes en question ? »

b) ZONATION DU BOIS SECONDAIRE DES ARBRES PALÉOZOÏQUES ET RYTHMES BIOLOGIQUES.

Nous sommes donc placés devant l'alternative suivante :

— ou la zonation observée résulte de l'expression d'un rythme fondamentalement inhérent à la plante, c'est-à-dire d'origine endogène auquel cas l'existence d'une zonation ne prouverait nullement l'existence de saisons et climats caractérisés au Paléozoïque.

Il est à noter dans ce cas, que deux éventualités peuvent être envisagées : la zonation a-t-elle ou non précédé la caractérisation des climats ?

— ou la zonation observée est induite par les fluctuations du milieu extérieur, et, la zonation tirant son origine de l'action de facteurs exogènes, devrait être considérée comme une preuve de l'existence de saisons diversifiées.

Personnellement, nous pensons que le fait même de l'existence d'une zonation, autrement dit, d'une croissance périodique, rythmée, est d'origine endogène ; ce fait — comme les potentialités à différencier des feuilles, des ovules, à réaliser l'angiospermie, la graine... — était inscrit dès l'origine des phyla végétaux dans le génome et cela en "prévision" d'une adaptation au milieu et plus précisément à l'une de ses caractéristiques : les saisons. La croissance rythmée se traduisant par la zonation au niveau des tissus secondaires différenciés, a dû précéder la caractérisation des saisons. A la différence de L. Baillaud, nous ne pensons pas que ce soit les rythmes du milieu naturel qui aient exercé — grâce aux mutations et à la sélection naturelle — un effet de domestication sur les cycles endogènes primitifs. Nous pensons que, dès leur origine, les rythmes de croissance avaient une période déjà en rapport avec celle du cycle extérieur auquel ils devaient se synchroniser ultérieurement (*). S'il y a eu une mise en concordance entre la physiologie de la plante et le milieu, c'est la plante, être vivant, qui s'est "adaptée", qui s'est mise au diapason ; cette mise en concordance a nécessité de la part de la plante une modification de faible amplitude de la période. Certes, dans les limites d'une période de croissance, le milieu agit, ce qui se traduit par une largeur plus ou moins importante des cernes

(*) Que l'on songe aux Orchidées, dont la conformation de la fleur, souvent des plus étonnantes, est en rapports très étroits avec une espèce déterminée d'insectes pollinisateurs ; par ailleurs, nous pensons que l'existence des climats a dû précéder celle des végétaux.

et l'observation d'une variation de leur largeur nous paraît importante pour conclure à l'existence effective des saisons.

Par ailleurs, il est à noter que les caractéristiques de la zonation des bois varient en fonction des données climatiques(**) mais aussi selon les espèces d'arbres. Ainsi, sous climat tempéré, si les *Araucaria* ont une zonation peu marquée, des cernes homogènes d'une ligne limitante à l'autre, les Cupressales ont, pour la plupart, une zonation très marquée, chaque cerne ayant un bois initial et un bois final très distincts. Ces différences, sous l'influence de mêmes paramètres climatiques, s'expliquent par les différences de sensibilité physiologiques au milieu : un même milieu peut être physiologiquement sec pour une catégorie de plantes alors qu'il se révèle être un milieu humide pour une autre catégorie.

Toutes ces considérations étant, nous pensons pouvoir dire que l'existence d'une zonation concentrique dans les bois fossiles du Paléozoïque n'est pas une preuve en soi de l'existence des saisons et des climats caractérisés à cette époque. Par contre, le fait que la largeur des cernes(***) ne soit pas constante, conduit à penser qu'il y avait très vraisemblablement des saisons et climats caractérisés au Paléozoïque. L'étude comparée des flores successives permet de dire aussi que la répartition des zones climatiques à la surface du globe terrestre était, au Paléozoïque, très différente de ce qu'elle est aujourd'hui. Certes, nous sommes malheureusement loin de connaître tous les éléments de la flore du Paléozoïque et notre connaissance se limite à celle de biotopes particuliers (périphéries de plans d'eau) dont précisément l'influence sur la zonation des bois a dû agir dans le sens d'un effet tampon par rapport aux variations saisonnières.

III. — Remarques

Comme nous l'avons mentionné dans l'introduction, trois séries de faits constituent l'argumentation habituelle des auteurs affirmant qu'il n'y avait pas de climats ni de saisons au Paléozoïque. Venant de réfuter l'argument selon lequel

(**) Sous le climat équatorial, aux données quasiment constantes, les arbres ont un bois zoné (fait acquis ou préadaptation ?).

(***) Chez les Lépidophytales arborescentes, la première zone était beaucoup plus large que les suivantes, cela probablement en rapport avec une première phase de croissance rapide de ces arbres.

« les plantes arborescentes du Primaire ne montraient pas de zonation dans leur bois secondaire », que peut-on penser des deux autres affirmations ?

a) RÉPARTITION UNIFORME DE LA FLORE AU PALÉOZOÏQUE.

L'inventaire des flores du Paléozoïque est très incomplet. On ne répètera jamais assez ceci : nous ne connaissons seulement que des formations végétales de biotopes particuliers. Il y a beaucoup de territoires encore vierges de toute prospection paléobotanique.

Par ailleurs, la stratigraphie en milieu continentale n'est peut-être pas partout précise ou même exacte. Les corrélations horizontales sont loin d'être parfaites. L'évolution des flores n'a certainement pas été synchrone sur toute la surface du globe (la notion de " fossile guide " peut être valable pour une région restreinte, mais ne peut être généralisée à plusieurs grandes régions).

Dans l'état actuel de la documentation paléobotanique, il semble admis, à la suite de Gothan et de divers autres Paléobotanistes, que, au moins dès le Silurien, des provinces botaniques doivent être distinguées (*).

b) ABSENCE D'INSECTES A MÉTAMORPHOSE AU PALÉOZOÏQUE.

Nous n'avons absolument pas le droit d'affirmer qu'il n'y avait pas de saisons au Paléozoïque parce que l'on ne connaît pas, à cette époque, d'insectes à métamorphoses complètes, même si les insectes connus de cette époque, d'ailleurs peu nombreux, sont des formes sans métamorphoses. Nous com-

mettrions une erreur analogue en considérant l'absence de plantes à graines comme un argument permettant de dire qu'il n'y avait pas de saisons au Primaire.

Même s'il n'y avait effectivement pas d'insectes à métamorphoses complètes, cela ne constituerait pas pour autant, une preuve ; en effet, n'y a-t-il pas aujourd'hui des insectes, les uns à métamorphoses, les autres sans métamorphoses ? L'apparition des insectes à métamorphoses a-t-elle précédé ou non la caractérisation des saisons ? Les métamorphoses ont-elles été induites ou conditionnées par les saisons ?

Conclusion

Malgré le nombre très réduit de nos documents paléobotaniques, nous ne devons plus affirmer que les arbres du Paléozoïque avaient un bois secondaire dépourvu de zonation concentrique. Au Paléozoïque, le bois secondaire des arbres et plantes arborescentes était zoné ; l'expression de cette zonation variait selon la sensibilité de l'espèce et, semble-t-il, aussi sous l'influence des conditions extérieures. Ainsi, l'un des arguments avancés par les auteurs affirmant qu'il n'y avait pas de zones climatiques et de saisons du Primaire est infirmé. Nous ne pouvons pas pour autant affirmer l'existence de ceux-ci, au vu de la seule présence de cerne dans les bois. En matière de climats et saisons, il est nécessaire de considérer un faisceau de données ; en conséquence, n'appartient-il pas aux seuls Paléobotanistes d'affirmer ou de conclure ? D'autres branches de recherche doivent participer aussi, notamment : les Physiciens du globe, les Physiciens de l'atmosphère, les Astronomes, les Sédimentologues... (*)

(*) Confirmant ce point de vue, les travaux de divers auteurs soviétiques (notamment ceux de Radzenko, de Petrosayan...) conduiraient à reconnaître qu'une zone tempérée avec saisons marquées existait dans le nord de l'Angaride alors que le climat était plus uniformément chaud dans la province euramérienne... S.N. Naumova (1953) (15) ayant effectué un grand nombre d'analyses palynologiques dans les terrains dévoniens, constata des différences selon les régions : « Ces différences indiquent que, dès le Dévonien, les conditions différaient au Nord-Est et dans la région dévonienne centrale, ce qui nous contraint à admettre l'existence à cette époque de paysages botaniques ou de zones végétales distinctes ».

(*) H. Korn, ayant étudié des sédiments dans les formations du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur de Thuringe, a déduit qu'à ces époques le climat était équatorial, pareil à celui qui règne entre 10° latitude Nord et 10° latitude Sud, les varves observées (faites de plusieurs micro-strates : de limon, d'argile et de sable) permettraient de préciser le régime pluviométrique : pour le Carbonifère inférieur « deux maxima assez rapprochés et séparés par une saison sèche principale suivant le second maximum, donc régime doublement périodique avec deux saisons de pluies ».

* * *

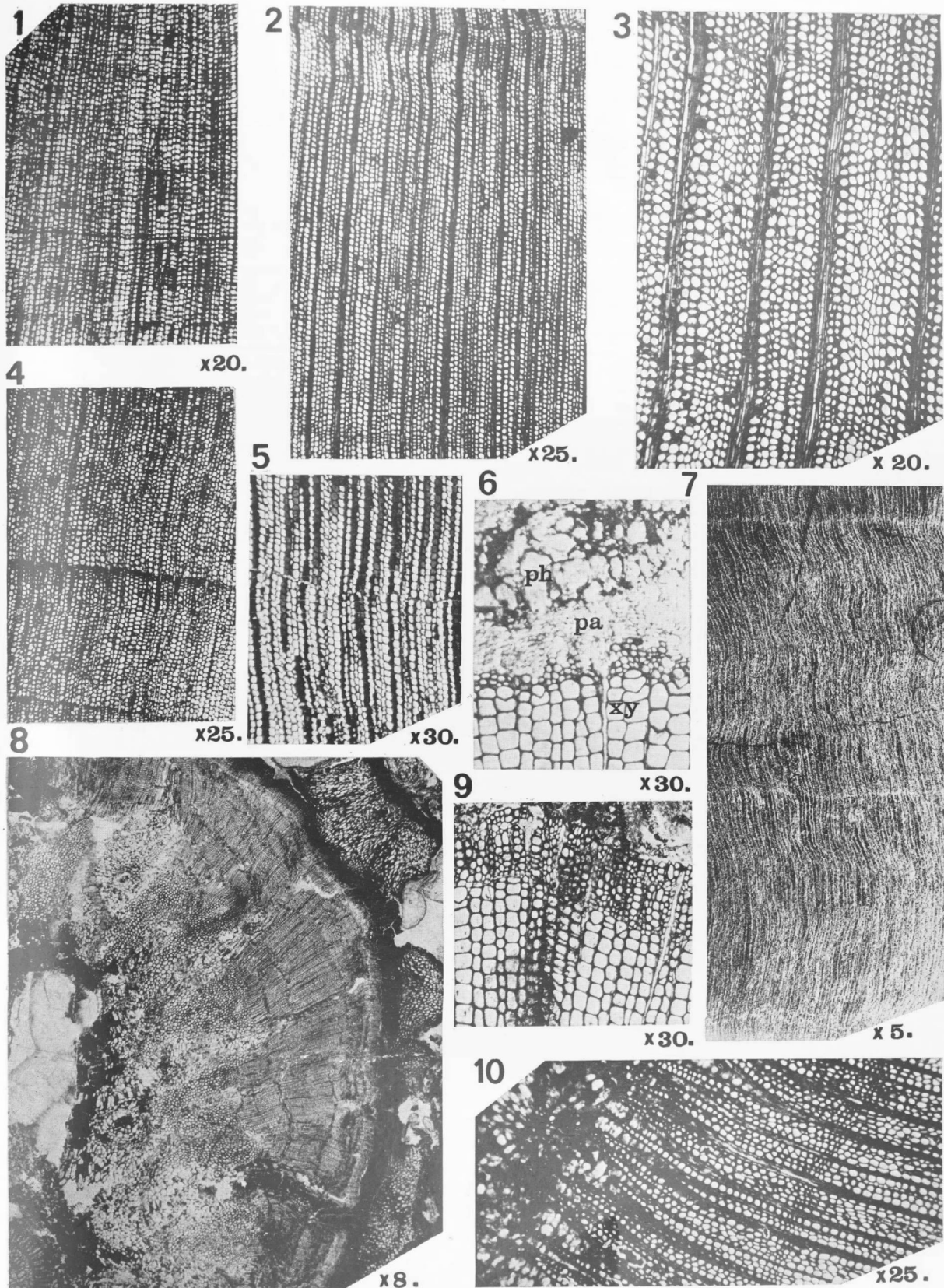
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) BAILLAUD L. (1967). — Les rythmes biologiques. *Bull. Assoc. régionale pour l'Etude et la Recherche scientifiques*, n° 33, sept 1967, t. VIII, p. 46-56.
- 2) BAILLAUD L. (1968). — Apports de la Biologie végétale à la connaissance des Rythmes Biologiques. *Ann. Epiphyties*, 1968, 19 (1), p. 173-191.
- 3) BRONGNIART A. (1849). — Tableau des genres de végétaux fossiles. Extraits du *Dictionnaire d'Histoire Naturelle*, vol. XIII, p. 49, Paris.
- 4) DE CAYEUX A. (1958). — Trente millions de siècles de vie. Ed. A. Bonne, Paris.
- 5) DAWSON J.W. (1871). — The fossil plants of the Devonian and Upper Silurian formations of Canada. *Geological Survey of Canada*.
- (5 bis) DAWSON J.W. (1882). — The fossil plants of the Erian (Devonian) and Upper Silurian formations of Canada. *Geological Survey of Canada*, part. II.
- 6) ENDLICHER S. (1847). — Synopsis Coniferarum *Sangalli*.
- 7) ERHART H. (1962). — Témoins pédogénétiques de l'époque permo-Carbonifère. C.R. sommaire des Séances *Soc. Biogéogr.*, n° 335, 336, 337, Paris, p. 95-127, 1 pl.
- 8) GOTHAN W. et WEYLAND D. (1954). — Lehrbruch de Paläobotanik. Ed. Akademie Verlag, Berlin.
- 9) KRAUSEL R. (1963). — Introduction to the Paleoclimatic signifiacnce of coal, in Problems of Paleoclimatology. Proceed of The Nato paleoclimates conference held at the University of Newcastle-upon-Tyne, 7-12 jan. 1963.
- 10) LEMOIGNE Y. (1965). — Sur un *Dadoxylon* de la région de Saint-Etienne (Loire). *Ann. Soc. géol. Nord*, Lille, t. LXXXV, fasc 4, p. 369-371, 1 pl. h-t.
- 11) LEMOIGNE Y. (1966). — Les tissus vasculaires et leur histogénèse chez les Lépidophytales arborescentes du Paléozoïque. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, Paris, 12^{me} sér., t. VII, fasc. 3, p. 445-474, 4 pl. h-t.
- 12) LEMOIGNE Y. (1967). — Le cortex et son histogénèse chez les Lépidophytales arborescentes du Paléozoïque. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, Paris, 12^{me} sér., t. VIII, fasc. 4, p. 747-759, 7 pl. h-t.
- 13) LEMOIGNE Y. et COULON M. (1969). — *Palaeoxylon boubachensis*: nouvelle structure ligneuse du Viséen des Vosges. *C.R. Ac. Sc.*, Paris.
- 14) LINDLEY et HUTTON (1931). — *Fossil Flora*, t. I.
- 15) NAUMOVA S.N. (1953). — Complexes sporo-polliniques du Dévonien supérieur de la plateforme russe et leur valeur stratigraphique. *Trav. Inst. Sci. Géol.*, vol. 143, p. 154, 19 pl., Moscou.
- 16) SEWARD A.C. (1931). — Plant life through the ages. Ed. University Press, Cambridge.
- 17) STOCKMANS F. et WILLIERE Y. (1963). — Flores anciennes et climats. *Naturalistes belges*, t. 144, p. 177-197 (avril-mai 1963), p. 269-293 (juillet-août 1963), p. 317-340 (septembre 1963). Bruxelles.
- 18) WITHAM OF LARTINGTON H.T.M. (1883). — The internal structure of Fossil Vegetables found in the carboniferous and oolitic deposits of Great Britain. Ed. Oldam et Charles Black, Edinburgh.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

- FIG. 1 et 4. — Plan ligneux transversal d'une tige de *Cordaïtes* sp. montrant une zonation concentrique nette; les cernes ont une largeur variable. (Lames n° V 9311 et V 9203, Coll. Holden, British Museum Natural History, Londres). Gr. = 20 et = 25.
- FIG. 2. — Plan ligneux transversal d'un tronc de *Callixylon newberriyi*: seul un cerne est visible, les deux lignes limitantes qui délimitent le cerne se remarquent en haut et en bas de la figure. (Lame n° V 2477 ba, Coll. Holden, British Museum Natural History, Londres). Gr. = 25.
- FIG. 3. — Plan ligneux transversal d'un tronc de *Pitya primoeva*: seul un cerne est visible sur toute sa largeur, les deux lignes limitantes qui l'encadrent sont visibles respectivement en haut et en bas de la figure (elles sont obliques sur la figure). (Lame n° 736, Coll. Hungarian Museum de Glasgow). Gr. = 20.
- FIG. 5. — Vue partielle d'un plan ligneux transversal d'un tronc de *Cordaïtes* récolté dans un niveau d'âge Stéphanien de la région de Saint-Etienne: au milieu de la figure on remarquera la trace, très discrète, d'une ligne limitante séparant deux cernes consécutifs. (Lame Coll. Y. Lemoigne, Lab. Paléobot. Fac. Sci. Lyon). Gr. = 30.
- FIG. 6. — Partie d'une coupe transversale dans la périphérie de la stèle vasculaire d'un *Stigmaria*. *ph*: phloème; *pa*: parenchyme ligneux d'origine cambiale (en voie de différenciation en trachéides); *xy*: xylème secondaire différencié ou deuteroxylénié. (Lame n° R 355, Coll. Museum Natural History, Manchester). Gr. = 30.
- FIG. 7. — Plan ligneux transversal d'un tronc de *Palaeoxylon bourbachensis* Y. LEMOIGNE, provenant d'un niveau dévonien des Vosges. (Lame Coll. Y. Lemoigne, Lab. Paléob. Fac. Sci. Lyon). Gr. = 5.
- FIG. 8. — Partie d'une coupe transversale dans les tissus corticaux d'un axe de *Lepidodendron selaginelloides* BINNEY. L'écorce moyenne, secondairement formée et remarquable par sa disposition régulière de ses éléments en files radiales, apparaît nettement zonée. (Lame n° Ls 3, Coll. Y. Lemoigne, Lab. Paléob. Fac. Sci. Lyon). Gr. = 8.
- FIG. 9. — Coupe transversale dans le xylème secondaire d'une ramification de *Stigmaria ficoides*. Trois zones successives et inégales (la première étant beaucoup plus large que les autres) sont visibles, elles témoignent d'une activité discontinue du cambium. (Lame n° R 367, Coll. Museum Natural History, Manchester). Gr. = 30.
- FIG. 10. — Plan ligneux transversal d'un tronc de *Pitya (Araucarioxylon) antiqua* WITHAM: la trace d'un faisceau de bois primaire peut être remarquée dans l'angle supérieur gauche de la figure; par ailleurs, le bois secondaire est nettement zoné (une ligne limitante est visible dans la partie droite de la figure). (Lame n° 598 A, Coll. Hungarian Museum, Glasgow). Gr. = 25.



Règles à observer dans la Rédaction et la Présentation des Manuscrits ainsi que dans leur correction (*)

Présentation des manuscrits

Les manuscrits (en double exemplaires) rédigés en termes clairs et précis, doivent être remis dactylographiés à double interligne, sans surcharges, ni ratures et entièrement tapés en caractères ordinaires. Ils comportent au total, au maximum 26 pages de 27 lignes composées chacune de 75 caractères (y compris évidemment les illustrations, les interlignes et les blancs pour détacher les titres). Au delà de cette limite, les frais d'impression sont à la charge de l'auteur, sauf avis contraire du Conseil.

1) TITRE.

En tête se trouve le titre suivi du nom de l'auteur avec, en note infrapaginale, le nom et l'adresse complète de l'Institution ou l'Organisme dont cet auteur fait partie.

2) SOMMAIRE.

Puis vient obligatoirement un sommaire concis qui donne les résultats essentiels du travail. Il est limité à 5 % de la longueur de l'article.

Immédiatement en dessous un sommaire de 50 à 200 mots en langue anglaise.

3) TEXTE.

Pour le texte, quelques recommandations :

— L'ensemble du texte est fourni en caractères ordinaires. Seuls les noms destinés à être imprimés en italique doivent être soulignés.

— L'usage de l'italique est presque exclusivement réservé aux noms de fossiles. Le nom spécifique de tout fossile cité (dont l'initiale est en minuscule) doit être suivi du nom de l'auteur qui a créé l'espèce.

— Les noms d'étage prennent une majuscule sauf s'ils sont employés comme adjectifs.

— Les points cardinaux sont indiqués par les symboles N S E et W non suivis de points ; les points intermédiaires sont indiqués par les majuscules juxtaposées sans point, ni tiret (NNE, SSW) ; dans l'indication d'une direction, les points extrêmes sont séparés par un tiret (N-NE, NW-SE).

— Rappelons en ce qui concerne les nombres qu'aucun point ne sépare les tranches de 3 chiffres et que dans l'écriture d'un nombre comportant des décimales, on place la virgule immédiatement entre la partie entière et la partie décimale.

— Les symboles des unités s'écrivent sans point et ne prennent pas la marque du pluriel ; parmi les symboles le plus fréquemment utilisés : mm (millimètre), cm (centimètre), dm (décimètre), m (mètre), km (kilomètre), l (litre), g (gramme), kg (kilogramme), m/s (mètre seconde), μ (micron), mn (minute).

— Par contre, les mots abrégés sont suivis d'un point (s. l. = sensu lato, s. str. = sensu stricto, fig. = figure, p. = page, M. = Monsieur ...).

— Références bibliographiques.

L'ensemble des références bibliographiques constitue la liste bibliographique qui fait immédiatement suite au texte. Ces références qui seront numérotées alphabétiquement donneront dans l'ordre :

Numéro d'ordre, nom de l'auteur et initiale du prénom, année de parution entre parenthèses, titre complet de l'article. Indications bibliographiques, c'est-à-dire titre du périodique, tomasion (avec t. = tome ou vol. = volume, suivi éventuellement de fasc. = fascicule), pages (pp. début et fin), planches et figures.

Exemple : 14) LUTZ J. (1933). — Zur Culmflora von Geigen. *Palaeontographica*, vol. LXXVIII, fasc. B, pp. 114-157, Pl. XV-XIX, fig. 8-15.

Dans le texte, il suffira donc d'indiquer les rappels numériques et non plus l'ensemble des noms d'auteurs avec l'année de la publication.

(*) Ces règles ont été adoptées lors de la séance du Conseil de la S.G.N. du 7 Février 1968.

4) ILLUSTRATIONS.

a) *Planches photographiques.*

Les planches photographiques ont une justification maximum de 160 x 215 mm (cadre intérieur). Elles seront numérotées au crayon puisque l'on numérote simultanément l'ensemble des planches photographiques d'un même fascicule. Par contre toutes les indications à l'intérieur du cadre doivent être parfaitement faites car la S.G.N. n'utilise plus que le procédé simili. Autant que possible, les photographies qui composent une planche sont numérotées en chiffres arabes en haut et à gauche tandis que le grossissement est indiqué en bas à droite.

Il est préférable, afin d'obtenir une meilleure reproduction, de fournir des maquettes confectionnées avec des photographies tirées sur papier mat.

b) *Figures dans le texte.*

Les dessins au trait doivent être fournis à l'encre de Chine sur papier bristol ou calque blanc, éventuellement plus grands que les figures définitives (tenant compte alors, pour la grosseur du trait, de la réduction adoptée qui ne doit pas être supérieure à 1/2).

Les figures qui constitueront une page complète ne doivent pas dépasser la justification : 160 x 200 mm (soit rapport $l/L = 4/5$), celles qui n'occuperont pas toute la surface auront une largeur de 80 ou 160 mm.

Les croquis doivent comporter une échelle graphique ainsi qu'un tableau des figurés avec numéros de rappel, mais aucune indication de légende ni de numérotation.

c) *Explication des planches et figures.*

Ces légendes doivent être fournies avec le texte.

— L'explication des planches suit la liste bibliographique. Elle comporte l'ensemble des explications succinctes de chaque figure (FIG. 1. —).

— L'ensemble des légendes de figures sera dactylographié sur une même page et non fourni sous forme de feuillets isolés pour chacune des figures. Lors de l'impression, chaque explication est par la suite remise sous les figures correspondantes.

Correction des manuscrits

Les auteurs reçoivent une épreuve de leurs communications, accompagnée de leur manuscrit ainsi que d'un bon à tirer. Aucune correction importante du texte de la part de l'auteur ne peut être envisagée alors. L'ensemble (épreuve corrigée, manuscrit et bon à tirer) doit être renvoyé au Délégué aux publications avant la date limite fixée par ce dernier sur le bon à tirer, faute de quoi les épreuves seront considérées comme acceptées par les auteurs et seules les principales corrections seront faites au Secrétariat.

Tirés à part

Quand une communication comporte des planches, il est indispensable de connaître le nombre de tirés à part désirés au moment même du dépôt des documents. Celui-ci sera donc à indiquer obligatoirement en titre du manuscrit.

Quand il n'y a pas de planches, il suffit d'envoyer le bon de commande de tirés à part en même temps que les épreuves corrigées.



SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCI

1971

2^{me} trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1971 —

<i>Président d'Honneur</i>	M. G. WATERLOT
<i>Président</i>	M ^{lle} D. BRICE
<i>Premier Vice-Président</i>	M. A. BONTE
<i>Vice-Présidents</i>	M. M. WATERLOT
	M. J. PAQUET
<i>Secrétaire</i>	M. J. DIDON
<i>Secrétaire-Adjoint</i>	M. J.J. FLEURY
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Déléguée aux Publications</i>	M ^{me} Paule CORSIN
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i>	M. S. LOBOZIAK
<i>Conseillers</i>	M. A. DALINVAL
	M. Ch. DELATTRE
	M. J. PROUVOST
	M. J. DERCOURT
	M. J. GANTOIS
	M. P. DOLLÉ

A N N A L E S
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
publiées avec le concours du Centre national de la Recherche scientifique

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 juin 1873

Secrétariat : Société Géologique du Nord
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59-Villeneuve-d'Ascq
Tél. 52.14.20 ou 52.02.10 — C.C.P. Lille 5.247

Compte rendu de l'activité de la Société

SEANCE ORDINAIRE DU 21 AVRIL 1971

PRÉSIDENTE DE MADemoiselle D. BRICE, PRÉSIDENTE

Après la lecture du compte rendu de la séance du 17 Mars 1971, M^{lle} BRICE propose l'élection d'un nouveau membre. Est donc élu :

M. ROMAN Jean-Paul, Docteur ès Sciences naturelles, Chercheur, Institut de Paléontologie, 8, rue de Buffon, 75 - Paris (5^e), présenté par M^{lle} D. Brice et M^{lle} J. Drot.

Communications orales

A.F. DE LAPPARENT. — Essai sur le Paléozoïque de la région d'Hajigak (Afghanistan) et son encadrement.

B. HOYEZ. — Le Viséen du Boulonnais : analyse et corrélation séquentielles.

Communications écrites

Y. PLUSQUELLEC. — Révision du genre *Microcyclus* MEEK et WORTHEN 1868 (Tétracoralliaires).

G. TERMIER et Cl. GUERNET. — Sur un Sphinctozoaire (Spongiaire) du Permien de l'Eubée (Grèce) : *Amblysiphonella canaliculata* nov. sp.

Sur les propriétés d'anisotropie de la pyrite de Dravidji (Turquie) (*)

par Jean PROUVOST (**)

Sommaire. — Des échantillons de minerai de Dravidji (Turquie) que nous avons examinés contiennent de la pyrite (FeS_2) particulièrement anisotrope. De petits cristaux ont pu être extraits de la masse minérale et être examinés au goniomètre, aux rayons X et au microscope polarisant. Ils présentent tous les caractères de la pyrite mais sont anisotropes suivant certaines directions. Une hypothèse est avancée pour expliquer cette anomalie.

Summary. — Samples from Dravidji (Turkey) ore enclose anisotropic pyrite (FeS_2). Some little crystals were pulled out from ore sample and examined by goniometer, X rays and microscope. They have properties of pyrite but are anisotropic according to some axis. A theory is advanced to explain the phenomena.

Le sulfure de fer se rencontre généralement dans la nature, sous forme de trois espèces minérales distinctes :

Bisulfure de fer :

- FeS_2 cristallisant dans le système cubique $2/m\bar{3}$ groupe de recouvrement Pa_3 , c'est la pyrite ;
- FeS_2 cristallisant dans le système orthorhombique $2/m\ 2/m\ 2/m$ groupe de recouvrement Pnmm , la marcassite.

Monosulfure de Fe :

- FeS connu sous le nom de pyrrothite, appartenant au système hexagonal $6/m\ 2/m\ 2/m$. C 6/mmc. Ce composé est généralement non stoechiométrique et est représenté le plus souvent par la formule Fe_{1-x}S . La variété contenant le maximum de fer est nommée troïlite et se trouve dans les météorites.

Des aspects divers de ces minéraux ont parfois donné lieu à la distinction de diverses variétés sur lesquelles nous n'insisterons pas.

Si l'on considère les trois espèces du point de vue des propriétés optiques et compte tenu de leurs propriétés de symétrie, on constate que la distinction des trois espèces doit être particulièrement aisée, en effet :

— la pyrite est jaune blanc en lumière naturelle avec un pouvoir réflecteur assez élevé et

bien entendu, elle s'éteint entre polariseur et analyseur croisés ;

— la marcassite est presque identique en lumière naturelle, mais polarise assez nettement dans des teintes vives allant du bleu vert au pourpre violet ;

— la pyrrothite présente des caractères assez différents en lumière naturelle. Ses teintes semblent être délavées de rouge et entre polariseur et analyseur croisés, ce sont des teintes brun rose qui dominent, des gris-jaune parfois verdâtres.

Il est à remarquer qu'en ce qui concerne la pyrite, les auteurs mentionnent souvent des anomalies optiques, cela veut dire que l'on décèle une certaine action sur la lumière polarisée, mais les observateurs, prudents, n'en donnent ni l'origine, ni une tentative d'explication satisfaisante.

Nous avons eu l'occasion d'observer de nombreux échantillons de pyrite et nous n'avons pas, jusqu'à présent, noté la présence de ce phénomène d'une manière indiscutable, jusqu'au jour où nous avons examiné des échantillons provenant de Dravidji, région de Divrik (Turquie). Cette pyrite est incluse dans un minerai de fer provenant d'un important gisement : 100 000 000 T.

Il s'agit, d'après D.D. Klemm (1957) notamment, d'un gisement pneumatolitique de contact coïncé entre une syénite et des calcaires métamorphisés reposant sur de la serpentine. L'ensemble de la masse minéralisée est constitué par de la magnétite accompagnée de tout un cortège de minéraux sulfurés parmi lesquels on notera particulièrement la présence de la pyrite, de la marcassite et de la chalcopyrite. Toujours d'après Klemm, on note par endroit de grandes masses de pyrite.

(*) Cette communication a été présentée à la Séance du 17 Mars 1971.

(**) Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire de Minéralogie.

Les échantillons que nous avons eu à notre disposition sont constitués par de la magnétite avec, de place en place, un minéral jaune rappelant la pyrite, mais l'examen entre polariseurs croisés de ce minéral fait apparaître sa vive action sur la lumière polarisée et engage à le rapprocher de la marcassite. Dans sa description optique précise des espèces, Klemm avait noté cette remarquable anisotropie qu'il attribuait à des anomalies optiques de la pyrite, mais l'absence d'autres critères de détermination ne permettait pas de confirmer ces résultats.

Un examen complémentaire aux rayons X s'imposait et nous avons eu la surprise de retrouver les paramètres de la pyrite. Pour plus de certitude, des examens ont été pratiqués sur les fragments même qui avaient été observés.

Nous avons voulu rechercher les causes de cette anisotropie en envisageant la présence d'impureté, ou de distorsions rémanentes d'origine mécanique. Une étude roentgenographique plus poussée a été possible car nous avons pu isoler de petits cristaux de pyrite dont les dimensions sont de l'ordre du 1/10 de mm et présentant des formes. La plus fréquente de celles-ci est l'octaèdre (111). Le paramètre a été mesuré suivant les trois axes cristallographiques et les valeurs de paramètres trouvées sont comprises entre 5,385 et 5,400 Å. Une vérification a été faite sur les rangées diagonales $|111|$, $|\bar{1}\bar{1}\bar{1}|$ et nous avons trouvé les valeurs 9,363 et 9,368 Å ce qui, compte tenu des erreurs expérimentales, nous permet d'affirmer que les deux quantités sont égales au 1/1000 près.

On pouvait donc conclure que nous avons affaire à de la pyrite conforme aux données généralement admises et notamment celles de Kerr (1945) et très voisines de celles de Swanson (1955).

L'examen attentif des sections polies a montré que les plages de pyrite étaient disséminées au sein de la magnétite, les détails de chacune d'elles étaient visibles et l'anisotropie permettait parfois de se rendre compte que nous avions affaire à diverses orientations cristallines. Il semble même qu'une certaine loi régit ces associations en suggérant l'idée de macle, bien qu'il ne nous ait pas été possible de déterminer quelles étaient les orientations relatives.

On pourrait envisager, comme le suggère Capedecomme (1946), la formation épitaxiale d'une couche d'un autre sulfure de Fer, pyrothite ou marcassite, au cours de la préparation des sections mais, dans ces conditions, le minéral ne

pourrait être qu'en faible épaisseur. Nous avons donc, sous le microscope, procédé à une attaque par l'acide nitrique dilué et l'anisotropie a pu être vérifiée jusqu'au moment où toute observation devenait impraticable. L'anisotropie observée n'était donc pas accidentelle.

Au cours de l'examen des préparations, nous avons pu repérer certaines plages qui restaient éteintes et spécialement une plage triangulaire. Des mesures d'angle ont montré qu'il s'agissait là d'un triangle équilatéral. Un axe d'ordre 3 se trouvait donc confondu avec l'axe du microscope, et cet axe semblait jouer le rôle d'axe optique.

Pour préciser de telles directions, nous avons eu recours aux petits cristaux qui avaient pu être extraits, et après examen et orientation au goniomètre, ils ont été polis suivant des directions repérées.

Les résultats de ces examens furent les suivants:

- section perpendiculaire à A_3 : isotrope,
- section perpendiculaire à A_4 : anisotrope,
- section perpendiculaire à A_2 : faiblement anisotrope.

Dans le second cas, la direction des lignes neutres a pu être déterminée avec précision, en utilisant un oculaire de Wright et en introduisant une lame de Macé de Lépinay. Les lignes neutres sont situées dans le plan (110) qui contient l'axe d'ordre 2.

Nos travaux confirment donc des observations anciennes et isolées, le fait que nous ayons pu faire des études goniométriques, roentgenographiques et optiques sur les mêmes cristaux leur confère, d'après nous un caractère de certitude qui mérite d'être signalé.

Mais ces observations posent un problème d'une autre ampleur : l'anisotropie de la pyrite. Celle-ci ne peut être accidentelle, en effet, nous avons vu que les paramètres sont conformes à ceux généralement admis et que le cristal ne semble pas avoir subi de déformation.

On peut donc supposer que le caractère d'anisotropie optique de ce minéral n'est qu'approximatif. Des travaux théoriques, tels que ceux de Lorentz, montrent en effet que le caractère d'anisotropie n'est défini qu'au premier ordre et que des termes correctifs devraient pouvoir préciser les propriétés optiques.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BRAUNS R. (1891). — Die optischen Anomalien der Krystalle. Leipzig.
- 2) CAPEDECOMME. (1946). — Office professionnel général de la transformation des métaux, Journées des états de surface, p. 247-250.
- 3) EGERAN et GOKSN. (1952). — Les gisements de fer de la Turquie. Symposium sur les gisements de fer du monde. Alger.
- 4) FLEET M.E. (1970). — *Canadian Mineralogist*, p. 226-231.
- 5) GIBBS. (1882). — *American Journal of Sciences*, III^e série, 23, p. 460-476.
- 6) GYSIN M. 1943). — Recherches géologiques, pétrographiques et minières dans la région de Divrik. *Mém. Soc. Sc. Phys. Hist. Nat. de Genève*, vol 42, n° 2, p. 97-252.
- 7) KERR, HOLMES et KNOX. (1945). — *Am. Mineral.*, p. 30-498.
- 8) KLEMM D.D. (1957). — Thèse Heidelberg.
- 9) LORENTZ. (1878). — *Verh. der. Akad. Van Wer.*, Amsterdam.
- 10) NEUHAUS A. (1942). — Variation des paramètres de la pyrite en fonction de la teneur en As. *Metalle und Erz*, 39, p. 157-159.
- 11) STRAUMANIS M.E., AMSTUTZ C.C. et CHAN S. (1964). — Lattice parameters and expansion of FeS₂. *American Mineralogist*, 49, n° 1 and 2, p. 206.
- 12) SWANSON et al. (1955). — *N.B.S. circular* 539 S 29,

————— « » —————

Le Viséen du Boulonnais : analyse et corrélation séquentielles

par Bernard HOYEZ (*)

Sommaire. — Le calcaire viséen du Massif du Haut-Banc (Boulonnais) présente une constitution rythmique. Le modèle séquentiel est identique à celui décrit par les auteurs belges de l'École de Liège. Il se résume en deux termes : une phase inférieure ou de haute énergie, une phase supérieure ou de basse énergie. Ces deux phases correspondent à une période d'instabilité suivie d'un rétablissement progressif de l'équilibre hydrodynamique. Les phénomènes se traduisent par une fermeture de l'aire sédimentaire à la mer ouverte, et en l'isolement d'un lagon.

L'intervalle séquentiel, compris entre deux périodes de déséquilibre, peut être considéré comme une unité parastratigraphique. De l'ensemble des caractères des diverses séquences est dégagé a posteriori un faisceau de repères qui permet de les individualiser et par suite de les reconnaître.

Des corrélations fondées sur cette méthode sont proposées entre le Boulonnais et la région de Liège-Namur distants de plus de 300 km. La série considérée s'étend de la base du V2aα au V3bα et se révèle séquentielle sauf les sous-assises V3aβ, γ. Les rythmes y sont comparables. La présente étude confirme le caractère fondamental de la séquence mise en évidence en Belgique et son utilité stratigraphique.

Summary. — The viséan limestone of the "Massif du Haut-Banc" (Boulonnais) shows a rhythmic constitution. The sequential model is the same as described by Belgian authors from Liège. It sums up in two terms : a lower (or high energy) phase, an upper (or feeble energy) phase. These two stages square with a period of instability followed by a gradual re-establishment of the hydrodynamic equilibrium. The phenomena are expressed by the closing of the area of sedimentation from the open sea, and the isolation of a lagoon.

The sequential interval may be regarded as a parastratigraphic unit. From all the characters of varied sequences a group of guide marks is defined a posteriori which allows to recognize them.

Correlations, based on this method are proposed between the Boulonnais and the Liège-Namur areas which are three hundred kilometers apart. The described series stretches from the bottom of V2aα to V3bα, and shows itself sequential except the divisions V3aβ, γ. Rhythms are identical. This study bears out the fundamental character of the sequence and its stratigraphic use.

Vers 1949, P. Michot reconnaissait pour la première fois le caractère rythmique de la sédimentation de certaines assises viséennes et ouvrait la voie à une nouvelle méthode d'étude de cet étage.

Ainsi J. Gérards (1955), analysant plusieurs coupes échelonnées sur une vingtaine de kilomètres, montrait que certains rythmes du Viséen

moyen présentent une extension latérale remarquable.

Lors du VI^{me} Congrès international de sédimentologie en 1963, la rythmicité de plusieurs sous-assises du Viséen moyen et supérieur est mise en évidence et une explication de la genèse de la séquence est avancée (48, 49).

Enfin, les travaux fondamentaux de H. Pirlet (51) intègrent un vaste domaine d'investigation à la fois dans les synclinoriums de Namur et de Dinant. Ils confirment la valeur chronostratigraphique

(*) Laboratoire de géologie appliquée, Université de Lille.

phique de la séquence, analysent ses variations latérales de faciès et appliquent l'analyse séquentielle à la détection de mouvements épeirogéniques et des lacunes.

Par ailleurs, en septembre 1966, au cours d'une excursion de la Société belge de Géologie, certains participants constataient des analogies sédimentologiques frappantes entre le Viséen de Belgique et du Boulonnais et notamment son caractère rythmique (6).

En dépit d'un hiatus d'observation de plus de deux-cents kilomètres séparant le Boulonnais de son prolongement structural en Belgique, il semblait a priori intéressant d'analyser le caractère séquentiel du Viséen du Massif de Ferques ; au-delà peut-être de vérifier l'extension des rythmes eux-mêmes (*).

Première Partie :

L'ANALYSE SEQUENTIELLE

L'examen de nombreuses coupes en Belgique comme dans le Boulonnais montre que les termes lithologiques successifs ne se disposent pas dans un ordre quelconque mais qu'ils se groupent selon des ensembles identiques répondant à une logique sédimentaire déterminée.

L'étude de ces ensembles — ou séquences — constitue l'analyse séquentielle. En réalité, toutes les séquences, bien qu'obéissant aux mêmes lois, ne sont pas calquées sur une même image ; tel terme habituellement présent peut manquer, ou au contraire se développer considérablement en prenant la place des autres.

Seul donc, un examen statistique permet d'appréhender le phénomène, aussi définissons-nous, à la suite de H. Pirlet, la séquence standard comme étant "la séquence idéalement la plus complète suivant laquelle les différents microfaciès s'ordonnent au sein des rythmes réalisés dans l'assise considérée". Nous tenterons de décrire cette séquence standard, en nous souvenant qu'elle n'est qu'une entité synthétique.

(*) Thèse de doctorat 3^{me} cycle, soutenue le 21 décembre 1970.

La séquence standard.

Dans tout phénomène cyclique, le choix d'un terme de départ est arbitraire. Le terme adopté ici n'aura de justification qu'a posteriori.

A) LA PHASE INFÉRIEURE.

Au début de cette série, les seuls corpuscules qui apparaissent sont les intraclastes et les fossiles, avec différentes proportions relatives selon les assises. Les intraclastes sont généralement plus nombreux à la base et très volumineux, pouvant atteindre dans certains cas des dimensions décimétriques et conférant alors un aspect macroscopique de brèche. Le triage est médiocre. Les espaces intercorpuseulaires, d'abord remplis de micrite, sont rapidement cimentés par de la calcite spathique. La succession lithotypique dans les premiers décimètres pourra donc être : intramicrudite grossière → fine → intrasparite ou biosparite.

Au cours de l'évolution, les intraclastes diminuent en proportion, parallèlement à une augmentation des bioclastes. Le triage s'affine. Les corpuscules subissent un granuloclasement positif, celui-ci s'effectuant dans la majorité des cas, de manière récurrente.

Sous certaines conditions, les biostromes à polypiers se développent, leur maximum de fréquence semble être dans la moitié de la phase corpusculaire (ils sont rarement présents à la base ou alors remaniés). En plus du granuloclasement, se produit un enrichissement en micrite des espaces intercorpuseulaires et une substitution à la calcite spathique.

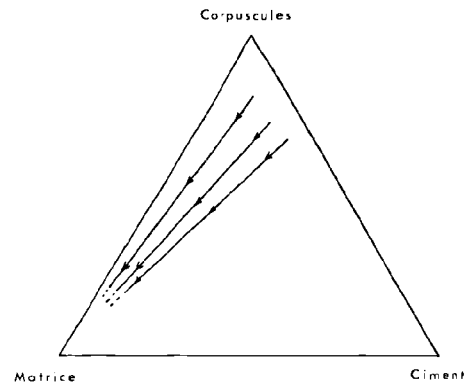


FIG. 1. — Diagramme triangulaire montrant la répartition des constituants au cours de l'évolution de la phase inférieure.

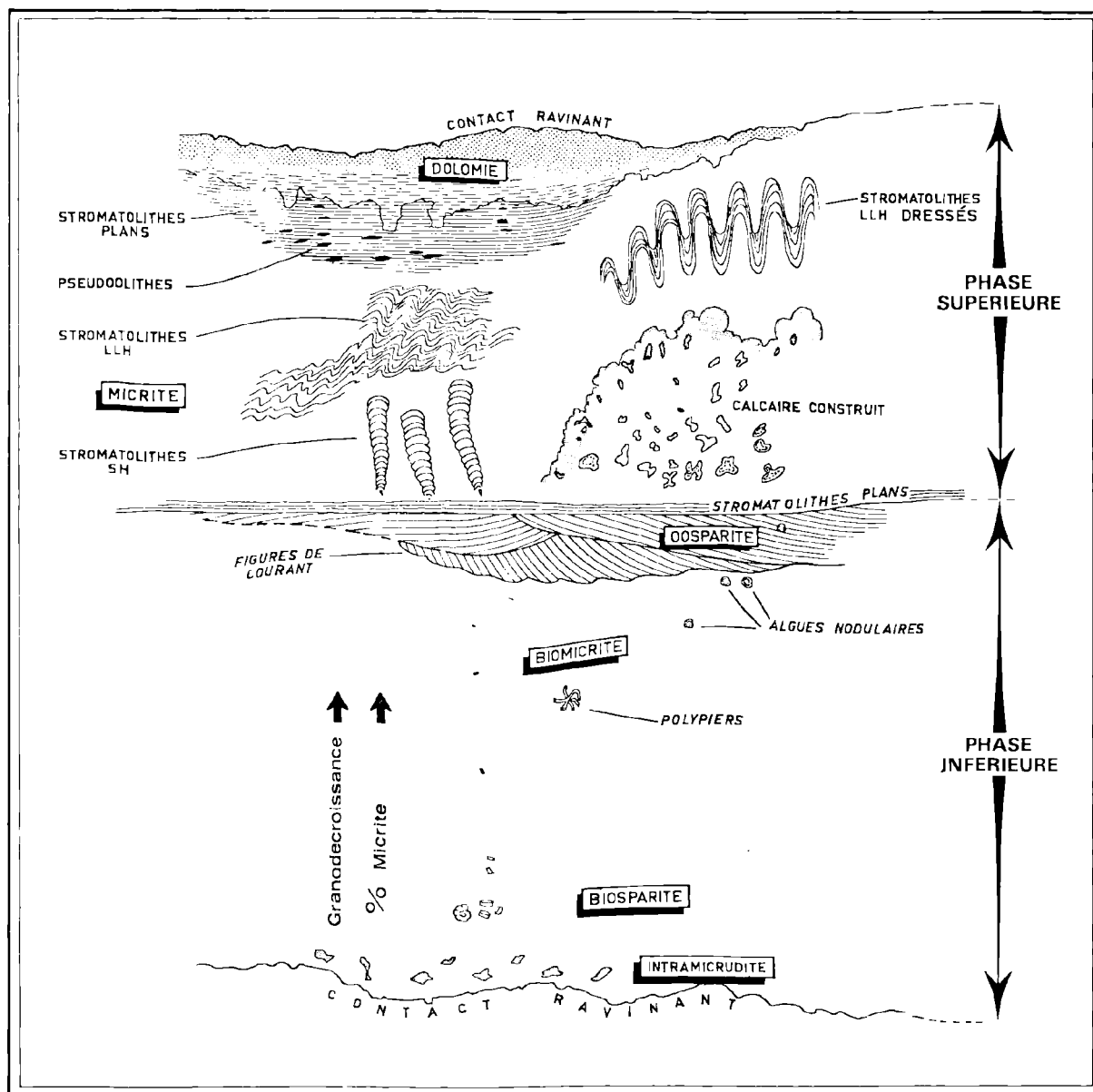


FIG. 2. — Schéma évolutif de la séquence dans le Boulonnais.

En d'autres termes, sur un diagramme triangulaire, l'évolution se traduit par une convergence vers le pôle matrice.

Au sommet de la série intra-bioclastique apparaissent parfois des algues nodulaires. Ces formes sont analogues aux oncolithes, ou structures S.S. de la classification de Logan et al. (36).

Puis brusquement, en l'espace de quelques centimètres, fossiles et intraclastes sont remplacés par des oolithes. Celles-ci sont cimentées par un ciment de calcite spathique très pur. Ne doivent être considérées comme oolithes à cet endroit de la séquence que les oolithes vraies : normales ou superficielles, à l'exclusion des oolithes de recriss-

tallisation. Dans la plupart des cas, des stratifications obliques en faisceaux minces sont décelables, ce qui permet d'attribuer leur transport et leur dépôt à des courants. Les conditions physico-chimiques particulières de formation des oolithes (profondeur, température, chimisme...) expliquent que ce faciès ne soit pas représenté dans toutes les séquences.

Le passage à la série suivante se fait également de manière très rapide, soit normalement, soit par récurrences. Si le lithotype oolithique est présent, on peut observer parfois sur quelques millimètres ou centimètres, la modification de l'oosparite en oomicrite.

La série supérieure est marquée par la disparition quasi-totale des corpuceules; en effet, la majorité des calcaires de cette série est représentée par le groupe des micrites.

B) LA PHASE SUPÉRIEURE.

Pourront être rencontrées :

— des micrites complètement dépourvues de faune, obscures en lame mince ;

— des micrites fossilifères, mais à la différence des biomicrites du sommet de la série antérieure, les fossiles ne sont pas ou sont peu fracturés et roulés. S'il arrive qu'un grand nombre d'individus soient présents, ils ne représentent jamais qu'un petit nombre d'espèces (ostracodes, calcisphères...) ;

— des dismicrites : la structure des micrites homogènes peut être modifiée, soit par une recristallisation progressive conduisant à la formation de grumeaux (structure grumeleuse d'origine secondaire de Cayeux), soit par un remaniement léger dû à des courants (structure grumeleuse d'origine dynamique) ; soit encore, qu'à la suite d'une floculation lors de leur chute vers le fond, les cristaux de calcite aient été cimentés précocement par de la calcite spathique, gardant ainsi une structure lâche.

Dans le cas de dismicrites d'origine dynamique, on conçoit que selon le niveau d'énergie du courant la boue ait été plus ou moins remaniée et, à l'extrême, qu'apparaissent des intraclastes bien individualisés et arrondis. Une dismicrite très particulière, plus spécialement observée au sommet de la séquence, se manifeste dans une structure

“birds-eyes” : des cavités circulaires (cylindriques dans l'espace) parcourent la masse de la micrite sans que cette dernière en soit dérangée. Parfois, de petits grumeaux micritiques se localisent à la base de ces cavités, tandis que le reste est comblé par un ciment spathique. Ces perforations représenteraient le résultat de l'activité d'organismes fouisseurs ou le vestige de radicules.

En association avec la série des micrites se développent habituellement les biolithites phyto-gènes. Celles-ci seront divisées schématiquement en deux catégories :

— Les calcaires construits.

Ils sont le fait d'algues qui présentent un thalle calcifié et parcouru par des faisceaux de tubes ou d'ampoules. La calcite spathique est venue précipiter entre les portions organiques encroûtées et cryptocristallines. Leur croissance verticale et bourgeonnante leur confère un aspect en buissons. Leur extension latérale est remarquable.

— Les stromatolithes.

Ils procèdent d'algues unicellulaires filamenteuses qui précipitent ou fixent à leur surface un tapis calcaire. On n'observe donc pas de thalle, le résultat de l'activité biologique témoigne exclusivement de leur existence. La morphologie du tapis varie : ondulations de plus ou moins grande amplitude, rapprochées ou dispersées, lames horizontales...

Dans la majorité des cas, calcaires construits et stromatolithes ne cohabitent pas dans une même séquence, la série des biolithites algaires évoluant soit dans le sens calcaire construit, soit dans le sens stromatolithe.

Une suite stromatolithique progresse fréquemment depuis des formes dressées jusqu'à des formes trapues et surbaissées. De manière idéale se succèdent :

— des formes colonnaires verticales, auxquelles se rattachent certaines structures en “bouffées de pipe”. Elles correspondent aux types Cryptozoon, ou S-H de la terminologie de Logan et al. (36). Ces stromatolithes peuvent adopter des formes digitées. Ils apparaissent généralement à la base de la série des micrites (ex. : V2b séq. 1-0) ;

— des formes mamelonnées, pour lesquelles le tapis algaire dessine des ondulations hémisphériques ou sinusoïdales. Leur configuration est

stratifications argileuses se placent au sommet de la séquence ;

— les charbons. Les veines de houille intercalées dans le calcaire noir de Réty n'existent plus à l'affleurement. H. Pirlet cite des charbons autochtones et allochtones dans le V3b belge, au sommet de certaines séquences.

Conclusions.

Que faut-il déduire des conditions de formation de la séquence ? Les deux phases de la séquence représentent deux milieux différents, avec une évolution au cours du rythme, d'un milieu vers un autre.

— La phase inférieure par :

- ses structures mécaniques : figures de courant, contacts ravinants, stratifications obliques, débris remaniés et granuloclassés... ;
- ses caractères biologiques : présence d'une faune abondante et polypécifique, typique d'un milieu oxygéné (biostromes à polypiers, par exemple), traduit l'existence de COURANTS.

Un milieu actuel, caractérisé par de telles conditions physiques et écologiques, se rencontre au Grand Banc des Bahamas aux endroits où celui-ci est soumis aux influences des courants (ex. : courant de Floride).

— La phase supérieure, au contraire :

- ne possède pas de structure mécanique : la sédimentation est essentiellement fine, sans corpuscules ;
- présente les caractères biologiques d'un milieu calme et abrité : faune quasi-inexistante (ostracodes, spirorbes) et développement parallèle d'une flore essentiellement algale.

Ce type de peuplement se rencontre actuellement dans le lagon situé entre l'île Andros et le Banc de Bimini (Bahamas).

La phase supérieure signifie donc :

- une ABSENCE de courants énergétiques ;
- un ISOLEMENT de la mer ouverte.

En résumé, on peut conclure que le passage de la phase inférieure (zoogène) à la phase supérieure (phytogène) représente les différents stades de la fermeture d'une aire sédimentaire aux influences de la mer ouverte. Diverses hypothèses peuvent être avancées pour expliquer son isolement progressif : modifications du régime hydrodynamique dues à des causes climatiques, élévation

ou abaissement relatifs du niveau de la mer, changements géographiques de la direction des courants...

Le caractère de généralité et d'extension du phénomène séquentiel tend à faire admettre un processus responsable lui-même très général. La subsidence peut ici être invoquée. H. Pirlet suppose la présence d'une barrière hypothétique au large de la zone considérée. Par un jeu vertical de subsidence, cette barrière permettrait les relations ou la fermeture avec la mer ouverte, un peu à la manière d'une écluse. Nous adopterons cette conception mais en essayant de recréer un modèle réel pouvant jouer ce rôle.

Genèse de la séquence carbonifère dans le Boulonnais (fig. 4).

A l'issue du Viséen inférieur, les grands récifs barrières de type Waulsort qui avaient pris naissance au cours du Tournaisien ont disparu ou régressé, et les irrégularités topographiques qu'ils avaient déterminées sont rapidement comblées et aplanies. A l'aurore du Viséen moyen, on se trouve donc en présence d'une très large zone de shelf bordant peut-être le sud d'un continent, vestige du massif du Brabant. Le régime de subsidence amorcé dès le Dévonien affecte cette plateforme. Vers le sud, le plateau passe brutalement aux fosses où se déposent les flyschs de la zone rhéno-hercynienne. Le climat régnant est de type tropical ou subtropical, comme en témoignent la pétrographie et la paléontologie.

A) PHASE INFÉRIEURE.

A la suite d'une variation positive du niveau de la mer — subsidence, par exemple — l'équilibre hydrodynamique est rompu. Les bancs sableux de protection ou les récifs sont disloqués. Ainsi le shelf est largement pénétré et balayé par les courants du large (2). Ce renouvellement des eaux entraîne une décroissance de la salinité et de ses fluctuations, une augmentation de la teneur en oxygène dissous, une régulation de la teneur en CO₂. Enfin l'agitation et les apports continus de particules organiques permettent le développement d'une vie benthonique et planctonique intense. Cette vie se localise particulièrement à une certaine distance de l'aire émergée où elle détermine une zone de biostrome (51), isolant un lagon d'une zone de shelf plus profonde.

Au cours du Viséen moyen plus particulièrement, des biostromes à polypiers apparaissent et déterminent par leur croissance rapide des hauts-fonds isolant des lagons peu profonds et hyper-

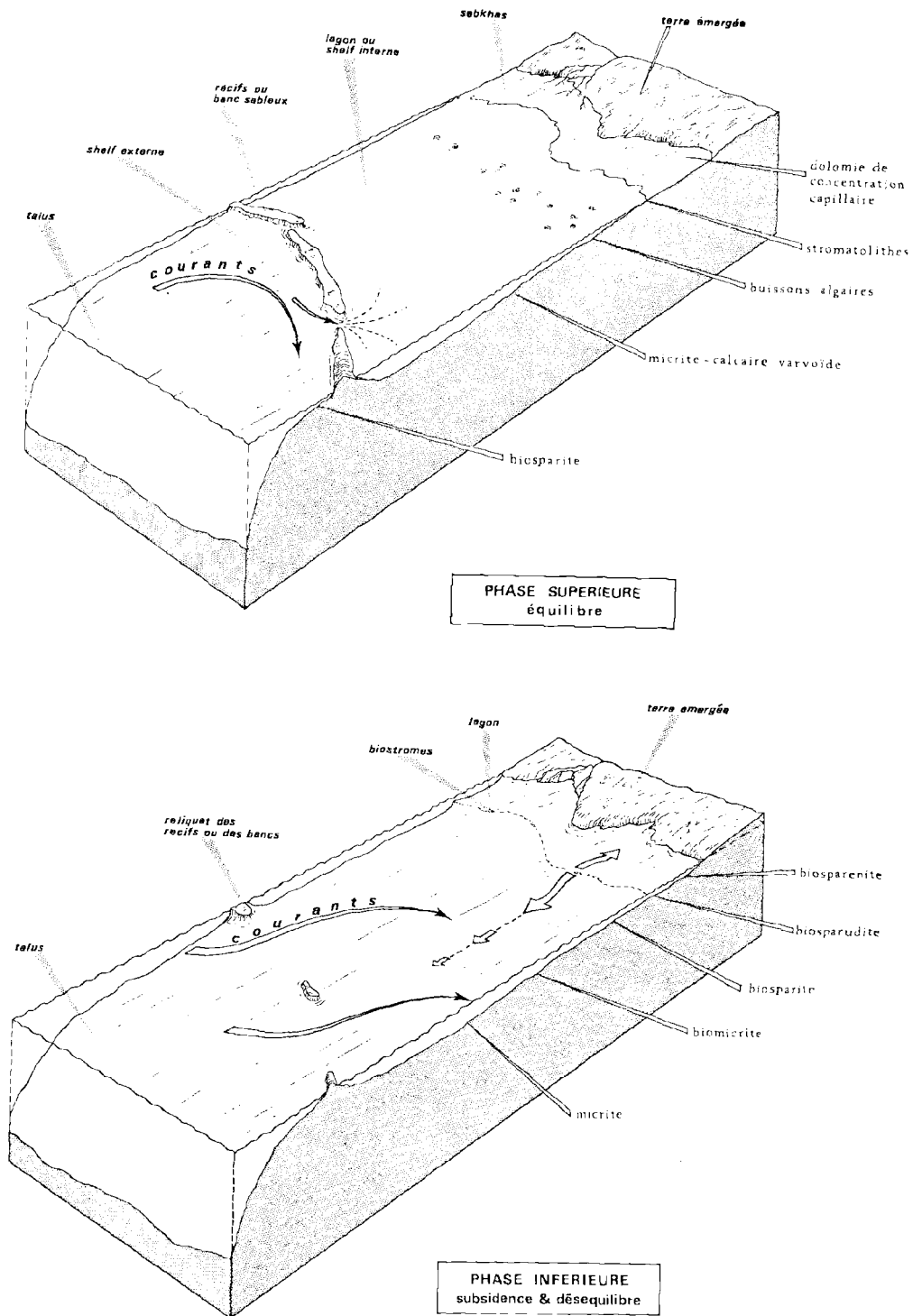


FIG. 4. — Blocs-diagrammes schématiques montrant la distribution et l'évolution des faciès aux cours des phases inférieure et supérieure.

salins. Par un processus d'infiltration ou de reflux (14) de solutions sursaturées, ces récifs pourraient être progressivement dolomitisés : ils constitueraient alors des dolomies de la phase inférieure.

Les variations relatives du niveau de la mer se ralentissant, puis s'annulant, un équilibre entre les forces hydrodynamiques et la topographie sous-marine va tendre à s'établir. Les bancs sableux, constamment déplacés lors de la période d'instabilité, vont s'adapter à ce nouvel équilibre et prendre une position plus fixe. La rupture de pente entre le shelf et le talus constitue un lieu privilégié pour l'implantation des bancs sableux (2). Graduellement, les courants perdent leur énergie, les particules élastiques se déposent donc en granuloclasement normal. Cependant, la profondeur est encore suffisamment appréciable, les eaux trop froides, pour modifier le caractère purement mécanique de la sédimentation.

Par suite du comblement progressif, la lame d'eau diminue, les courants du large, quoique ralentis, parviennent encore sur la plateforme et font séjourner l'eau plus ou moins longtemps sur les bancs insolés, de telle manière que la température de celle-ci s'élève. Pour une certaine profondeur, l'interface de sédimentation entre dans le seuil d'action de la houle et du vent, l'énergie totale qui s'exerce à ce niveau subit une élévation brutale. Les conditions de température, de pression, d'énergie, étant réalisées, le carbonate de Ca instable précipite sous forme d'aragonite, généralement sur des germes constitués de débris squelettiques fins. Les oolithes ainsi constituées s'accroissent sphériquement du fait de l'agitation et de l'attrition qu'elles éprouvent l'une contre l'autre. Les oolithes subissent une éluviation poussée et se sédimentent sans intervention de matrice micritique. Les oolithes se rassemblent en bancs qui se déplacent sous l'effet de la houle et du vent, déterminant des figures de courant et des stratifications obliques. D'autres types d'oolithes de forme irrégulière, plus volumineuses et associées à un ciment à fort pourcentage de micrite, indiquent un milieu moins énergétique ; on les trouve fréquemment mélangées à des oolithes d'origine algale et aplaties dans le plan de stratification. Dépendant de facteurs très précis, on conçoit que le lithotope oolithique puisse être absent de la séquence.

B) PHASE SUPÉRIEURE.

Un lagon s'étend maintenant sur la plateforme, protégé des influences du large : soit par le déve-

loppement d'un mur récifal, marginal au shelf ; soit par la formation de ceintures sableuses (bioclastes, oolithes).

L'effet des courants marins et de la houle est lui-même fortement réduit par friction sur le fond, du fait de la réduction progressive de la tranche d'eau. Les seuls agents moteurs sont représentés par les courants de marée et les fortes tempêtes qui, à intervalles plus ou moins réguliers, fournissent le matériel calcaire, soit sous forme dissoute, soit sous forme de particules extrêmement ténues d'aragonite.

Selon la profondeur, l'énergie du milieu et les conditions de vie, se développent différents types de sédiments :

a) des micrites dans les aires ou profondes, ou calmes, ou peu favorables à la vie. Elles résultent soit d'une sédimentation de fins débris bioclastiques, soit d'accumulation de "poussière d'algue", soit d'une précipitation chimique directe ;

b) des intramicrites, plus rarement des intrasparites, dans les aires plus agitées (chenaux, tempêtes) ;

c) des sédiments algaires :

- calcaires construits sous la zone de balancement des marées, à des profondeurs rarement supérieures à une vingtaine de mètres et dans les eaux claires et euryhalines ;

- des stromatolithes, dans les zones infra, inter et "supratidales", avec des variations morphologiques répondant à l'énergie du milieu : formes *Cryptozoon* (SH) dans les eaux les plus agitées évoluant vers les formes *Collenia* (LLH), puis formes planes dans les aires les plus calmes.

L'évolution purement mécanique de la phase inférieure à la phase supérieure a pour effet une adaptation biologique, substituant à une vie à dominante zoogène une vie à dominante phytogène.

Au terme de la séquence, l'isolement de la plateforme est réalisé. Bordant un lagon en voie de comblement, s'étendent de vastes étendues plates, comparables aux "sebkhas" du Golfe Persique. Ces régions ne sont submergées que lors des très fortes marées. Le niveau de la nappe fluctue à peu de distance de la surface du sol, de telle sorte que la tranche d'eau capillaire est soumise à une évaporation, intense sous le climat. Cette eau capillaire se sature en une saumure, dans laquelle

précipitera d'abord le gypse ; l'élévation consécutive du rapport Mg/Ca suffit pour qu'en surface l'aragonite soit transformée en protodolomite très proche de la dolomite idéale. Des bancs dolomités peu épais de stromatolithes plans ou polygonaux pourraient procéder de ce phénomène de concentration capillaire. Des phénomènes d'infiltration et de reflux de solutions hypersalines au travers des sédiments expliqueraient les masses dolomitiques importantes.

En bordure du lagon ou sur des promontoires émergés, une végétation pourra s'installer, laissant des vestiges de radicelles ou même un niveau de houille autochtone (H. Pirlet, 1968).

Enfin, succédant à cette période d'équilibre et de comblement, se produit une nouvelle modification du niveau de la mer ou un mouvement de subsidence du shelf. Les courants font irruption de nouveau dans le lagon, remaniant plus ou moins profondément les sédiments de la phase phytogène. La dislocation se traduit par un contact ravinant, par des brèches ou des conglomérats à galets empruntés à la séquence sous-jacente. Un nouveau type de sédimentation adapté à la dynamique nouvelle du milieu va apparaître ; le cycle est bouclé, un autre peut recommencer.

Deuxième Partie :

LES CORRELATIONS

Les méthodes de corrélation.

Le problème essentiel, lorsqu'on envisage de comparer une coupe séquentielle à une autre, est de reconnaître les séquences, soit individuellement, soit par rapport aux rythmes encaissants. Il s'agit donc de leur assigner un nom. Dans ce but, tous les paramètres susceptibles de caractériser une séquence sont répertoriés, et ceux dont la valeur corrélatrice se vérifie a posteriori sont considérés comme repères pour cette séquence.

Deux remarques seront faites :

— une séquence sera d'autant mieux caractérisée que le faisceau de niveaux repères sera plus complet et précis ;

— une séquence sera d'autant mieux identifiable qu'elle présentera une originalité vis-à-vis

des autres, ou encore qu'un ou plusieurs de ses termes différeront de la séquence standard.

Les critères utilisés dans la reconnaissance pourront être :

— d'ordre sédimentologique :

- lithotype particulier (oolithe, varvoïde, charbon, argile, chert, dolomite),
- caractère ravinant ou non de la phase inférieure,
- épaisseur relative des séquences...

— d'ordre paléontologique :

- biostromes à polypiers, serpules, morphologie des calcaires construits et des stromatolithes...

Cette méthode d'analyse séquentielle appliquée aux calcaires du Viséen est celle suivie par l'école de Liège, plus particulièrement par H. Pirlet.

Nous introduisons ici l'expression du *rapport de phase R*. Il représente l'épaisseur de la phase supérieure sur l'épaisseur totale de la séquence. Deux raisons ont conduit à adopter ce paramètre :

— d'une part, en tant que possibilité d'identification d'une séquence par rapport à d'autres dans une suite séquentielle. En effet, certains rythmes présentent, semble-t-il, sur l'étendue du bassin un rapport originalement faible ou fort par rapport aux autres rythmes d'une même assise ;

— d'autre part, pour tenter d'exprimer de manière concrète la notion implicite d'épaisseur relative des phases. Les variations de cette épaisseur relative s'avèrent être parallèles à l'étagement des faciès depuis la bordure jusqu'à l'extérieur du shelf.

H. Pirlet (1963), analysant les modifications latérales de faciès du Nord au Sud de la vallée du Samson, a mis en évidence que les calcaires cryptogrenus devenaient prépondérants par rapport aux calcaires bioclastiques et qu'ainsi la source du matériel bioclastique était située au Nord du bassin, localisée plus précisément à une zone de biostrome.

L'application de la détermination de R au tracé de courbes iso-R, en chaque point du bassin et pour chaque séquence, permettrait de reconstituer, dans l'espace et dans le temps, l'évolution paléogéographique du bassin et de repérer les biostromes et leurs déplacements.

Corrélations séquentielles entre le Boulonnais et la Belgique.

Le Viséen calcaire du Boulonnais est divisé classiquement, de bas en haut, en 4 ensembles : les calcaires du Haut-Banc, le marbre Lunel, le marbre Napoléon et le marbre Joinville. Ces ensembles affleurent de manière continue dans le Massif du Haut-Banc et seuls la base et le sommet de la série échappent à l'observation.

Ainsi les niveaux les plus inférieurs visibles, dans la carrière de Basse-Normandie, sont représentés par une dizaine de mètres de calcaires construits et de micrites aséquentiels et ne contenant, semble-t-il, aucune faune.

Il y succède un banc de brèche d'environ 3 m de puissance, à éléments monogéniques de micrite de taille et de forme très variables. La matrice est, soit calcaire (ciment spathique), soit argileuse. En surface altérée, la brèche prend une coloration jaune rougeâtre. Cette description, ainsi que la position de ce conglomérat presque à la base d'une série qui appartiendrait au V2b α par ses caractères sédimentologiques et microfauniques, semblent permettre l'homologation avec le "Banc d'Or de Bachant". Le Banc d'Or est généralement admis comme limite entre les sous-assises V2a et V2b (12).

La sédimentation séquentielle ne succède pas immédiatement à la brèche puisque celle-ci est surmontée de nouveau par 7 mètres de calcaires construits et de micrites.

Les premiers rythmes qui apparaissent à la partie inférieure du V2b (— 20, — 19, — 18,...) sont incomplets et tronqués à la base, ne débutant qu'avec le lithotype oolithique. La phase supérieure reste au contraire prédominante, ce qui traduit une fermeture encore prononcée de l'aire sédimentaire. Le complètement par le terme bio-élastique de base intervient progressivement, il est effectif à partir de la séquence — 10. Parallèlement, se produit une substitution graduelle des calcaires construits par les stromatolithes : formes SH (bouffées de pipe) du sommet de la séquence — 12 ; formes LLH (*Collenia*) à partir de la séquence — 10. Le terme oolithique, maximal avec — 10 à laquelle il confère une puissance exceptionnelle, perd ensuite de son importance en épaisseur et disparaît totalement à partir de la séquence — 7, ceci jusqu'à la fin du Viséen moyen. Ainsi les deux termes qui caractérisent le mieux les deux

phases deviennent les biosparites et les stromatolithes.

On ne dispose pas de coupes séquentielles suffisamment nombreuses et détaillées en Belgique, pour les séquences inférieures à — 6, de telle sorte que les corrélations séquence à séquence sont délicates. Peut-être faut-il rapprocher le niveau à "bouffées de pipe" de — 12 avec celui de la séquence — 13 de la carrière de Malonne (29) — également les séquences — 10 qui présentent de part et d'autre une épaisseur anormalement grande (Malonne : 4,35 m). A partir de — 6, les coupes belges de référence sont nombreuses et les caractères spécifiques de chaque séquence peuvent être dégagés.

Les diagrammes A et B de la figure 5 indiquent en abscisses le numéro des séquences et en ordonnées leur épaisseur correspondante. Le diagramme A a été obtenu en prenant la moyenne des valeurs mesurées en différents points de la région de Namur-Liège ; le diagramme B correspond aux valeurs mesurées dans le Boulonnais.

Les diagrammes C et D de la figure 5 sont établis de façon identique, en considérant cette fois le rapport de phase R.

Les similitudes d'épaisseurs et de rapports de phase sont assez évidentes pour exprimer l'identité des séquences.

Ces analogies scalaires sont étayées en outre par des analogies sédimentologiques, ainsi pour les séquences suivantes :

- 3 : la phase supérieure montre un débit particulier en dalles ou plaquettes onduleuses.
- 2 : la phase phytogène consiste, dans le Boulonnais, en un niveau marbrier dit "Henriette", qui est en fait un horizon stromatolithique particulier. Sa morphologie en masses volumineuses, bossuées et mamelonnées, sa teinte claire contrastant avec l'encaissant, le font immédiatement reconnaître.

De la même manière en Belgique, J. Gérards (25) puis J. Gérards et P. Michot (1963) décrivent un "banc mamelonné" à "*Collenia* en mamelons hémisphériques" repérable sur une trentaine de kilomètres.

L'identité des deux structures est remarquable.

- 1 : en plus d'un débit en plaquettes onduleuses comparable à celui de — 3, la phase supérieure montre à sa base un niveau à "bouffées de pipe", que les deux précédents auteurs signalent dans de nombreuses carrières belges.

0 : les deux caractères de la séquence précédente se retrouvent avec en plus un critère de reconnaissance majeur matérialisé par un banc argileux rouge violacé (Boulonnais), épais de 10 à 30 cm, vers le milieu de la phase supérieure. Cet horizon est de même constant dans la quasi-totalité des coupes entre Namur et Liège. Le diffractogramme aux Rayons X d'un échantillon provenant de Basse-Normandie ne fait apparaître que la kaolinite comme élément phylliteux, mêlé à de la calcite et du quartz. Bien que ne contenant pas les vermicules caractéristiques, l'attribution à un tonstein n'est pas impossible.

+ 1 : des biostromes apparaissent à la partie inférieure de la phase phytogène.

+ 2 : les biostromes à Polypiers prolifèrent, les premiers cherts apparaissent. Un niveau argileux se place au tiers inférieur de la phase phytogène. Presque au sommet de la phase phytogène se place anormalement un mince biostrome à Polypiers.

+ 3 : la présence d'une intercalation de calcaire à pâte fine conduit à subdiviser cette séquence en deux sous-séquences 3 et 3'. Le repère essentiel consiste en un contact ravinant de base, auquel succède un niveau intraclastique grossier, d'allure bréchique. Les intraclastes proviennent directement du banc de micrite sous-jacent. En quelques cas, le sommet de la séquence présente un caractère "varvoïde".

+ 4 : le rythme est généralement couronné par un calcaire varvoïde.

A partir de + 5, les corrélations et même l'identification des séquences devient délicate, car le phénomène de dolomitisation contamine les calcaires. Ce phénomène intéresse plus précocement les niveaux de même âge dans le Boulonnais (coupe de référence : tranchée de chemin de fer de Seilles).

La sous-assise du V2b s'achève par une épaisse série (plus de 15 mètres) de calcaires bioclastiques et dolomitiques, à cherts abondants, en tous points comparable à la "série à cherts" de Belgique ou V2bd. Cet ensemble a séquentiel s'observe à la base du chantier marbrier de la Vallée Heureuse. Les petites séquences du sommet du V2b, désignées en Belgique par V2be, semblent manquer dans le Boulonnais.

Le début du Viséen supérieur (V3a α) se traduit comme en Belgique par des modifications sédimentologiques générales :

- réapparition du caractère rythmique ;
- réapparition du lithotype oolithique ;
- changement de teinte des calcaires (plus clairs) ;
- disparition des cherts ;
- disparition des calcaires dolomitiques.

Si le caractère séquentiel est évident, le repérage individuel des séquences l'est beaucoup moins. En effet, les séquences du V3a α se révèlent toutes ubiquistes ; en d'autres termes, elles sont calquées sur le même modèle : biosparite fine, oosparite, calcaire algaire construit recouvert ou non d'un horizon stromatolithique peu épais. Le nombre de rythmes identifiés dans le Boulonnais est approximativement identique à celui de Belgique, à savoir 20 séquences (1, 1', 2... 9, 9', 9''... 17) pour 21 (désignées par A, B, B', C, C',... O, P, Q). Certains groupements permettent d'effectuer des corrélations basées sur les épaisseurs des séquences (fig. 5).

En règle générale, les rythmes du V3a α s'opposent à ceux du V2b par :

- leur épaisseur, souvent supérieure à 2 m ;
- leur rapport de phase R faible et fréquemment inférieur à 1/4.

La transition avec le V3a β au niveau du marbre Napoléon (sens large) est ménagée par la séquence 17 qui possède une épaisse phase supérieure. Au cours du V3a β , la faune est rare, la quasi-totalité des calcaires est de type micritique ou algaire construit. Des perturbations importantes interviennent au cours du dépôt du Napoléon Grand mélange, niveau bréchique dont on s'accorde à faire l'homologue de la Grande Brèche de Dinant et de la Brèche des Grands Malades.

Au-dessus du V3a β se développe une douzaine de mètres de calcaires algaires rubanés, correspondant grosso-modo au toit de l'exploitation marbrière de Bleequeneques. Cet ensemble, encore désigné par V3a γ , contient en abondance des petits organismes hélicoïdaux attribuables à des serpules ou des spirorbes. Presque au sommet s'intègre un banc argileux (0-20 cm), rouge et blanc immaculé dans le Boulonnais, jaunâtre dans la vallée du Samson. Le diffractogramme R-X et l'analyse thermique différentielle sur la fraction blanche concluent à la seule présence de kaolinite (90 %) et de chlorite (10 %). Les parties rouges montrent en plus des traces d'illite, la coloration semble due à de l'hématite α . En dépit de l'état médiocre de cristallisation, l'hypothèse d'un tonstein n'est pas à écarter.

A ce repère argileux se superpose systématiquement un autre repère, de telle sorte que leur

faisceau soit immédiatement identifiable : en effet, à environ 1,00 m au-dessus du niveau argileux, se place un bref épisode oolithique. Cet horizon, souvent dédoublé, comporte des oolithes vraies de taille supérieure au millimètre, dont certaines sont encroûtées par des algues et acquièrent le volume de pisolithes. Un banc de micrite bleutée vient recouvrir ce niveau. Il est à noter — ceci uniquement dans le Boulonnais — que la passée oolithique est précédée d'une quinzaine de centimètres de biosparite à microfaune d'affinité V3a.

La reprise de l'activité rythmique de la sédimentation marque le début de la séquence 1 du V3b α ; ce fait est confirmé par l'apparition d'*Archaeodiscus gigas* et ultérieurement par le développement d'*Archaeodiscus* à nodosités.

L'analogie des séquences 2 dans le Boulonnais et dans la vallée du Samson se manifeste dans l'aspect monolithique de leur phase zoogène, celle-ci constituée dans le Boulonnais le marbre Joinville (*sensu stricto*).

La phase supérieure de 2 ainsi que les séquences 3 et 4 comprennent de nombreux diastèmes souvent argileux qui confèrent à l'ensemble un aspect en dalles, contrastant avec la phase inférieure de la séquence 2. L'identité se retrouve en Belgique où les carrières désignent cet horizon sous le vocable de "Plates-Escailles". Certains de ces minces lits kaoliniques se sont révélés être des tonsteins en Belgique (52).

La phase inférieure de la séquence 3 montre des interbanes ondulés et argileux ; ces lits phylliteux prennent de l'importance dans la vallée du Samson.

D'autre part, un banc d'une cinquantaine de centimètres de calcaire varvoïde au sommet de la séquence 3 constitue un niveau-repère dans le Boulonnais et en Belgique. Un autre banc de varvoïde, connu sous le nom de "marbré", existe en Belgique, au sommet de la séquence 4 où il forme le deuxième élément du "doublet" de varvoïdes décrit par H. Pirlet ; son équivalent dans le Boulonnais est un gros banc (plus de 2 mètres) de calcaire clair rubané ou cryptogrenu.

Enfin la séquence 5, dernière accessible, présente un contact ravinant de base. Elle comporte à sa partie inférieure un niveau argileux lenticulaire, comparable à celui de la coupe de Goyet ; des microfaciès pseudoolithiques se rencontrent dans la phase supérieure.

CONCLUSION

La rythmicité de la sédimentation viséenne, découverte et analysée dans le bassin belge namurodinantais, se retrouve avec ses caractères propres dans le Boulonnais.

Les diverses assises du Viséen, lorsqu'elles sont séquentielles, se distinguent entre elles par un ensemble de paramètres. A l'intérieur de ces assises les rythmes eux-mêmes sont corrélables avec ceux décrits par les auteurs belges entre Namur et Liège.

Leur identification a pu s'effectuer grâce à un faisceau de niveaux-repères, dégagés le plus souvent de la sédimentologie. La macro et la micropaléontologie viennent appuyer ces attributions.

Bien mise en évidence par H. Pirlet, la valeur de la séquence en tant qu'unité parastratigraphique est donc ici confirmée. Les phénomènes responsables de son édification n'ont donc pas une origine locale ou régionale, mais sont de nature fondamentale : ils intéressent toute l'étendue de la plateforme. Encore faudrait-il en connaître l'extension et vérifier s'ils ne se limitent qu'à la seule plateforme ?

Pour chaque unité rythmique, nous avons tenté d'isoler les caractères qui reviennent au processus séquentiel d'une part, à sa situation dans le temps et dans l'espace d'autre part ; autrement dit, les caractères communs à toutes les séquences par opposition à ceux liés à l'appartenance à une même assise ou à une même zone isopique. Un schéma évolutif et une interprétation de la séquence viennent compléter ceux énoncés auparavant.

Enfin l'analyse séquentielle a permis de préciser la stratigraphie du Calcaire carbonifère dans le Boulonnais. La série du Massif du Haut-Banc, comprise entre le V2a et le V3b β ne présente aucune lacune par rapport à la série belge ; son épaisseur est généralement plus forte, ce fait n'étant pas dû à l'adjonction de nouvelles séquences mais aux variations individuelles d'épaisseur.

Les coupes comparées (Boulonnais et Vallée de la Meuse entre Namur et Liège) appartiennent à la même zone isopique, ainsi qu'en témoigne l'évolution des faciès à l'intérieur des séquences. Il faut en conclure que la subsidence était légèrement plus forte dans le Boulonnais.

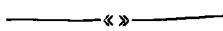
B E L G I Q U E		B O U L O N N A I S		FOSSILES GUIDES
Petit granite de Thon	V3b α (1... 6)	Calcaire Joinville	H2c2a (1... 4)	<i>Productus giganteus</i> <i>Spirifer striatus</i> <i>Archaediscus</i> à nodosités <i>Archaediscus mölleri</i> <i>Howchinia</i> Formes typiques d' <i>Endothyra spira</i>
Calcaires à pâte fine	V3ay	Rubanés supérieurs	H2c1c	<i>Dibunophyllum vaughani</i>
Grande Brèche	V3a β	Napoléon Gr ^d Mélange	H2c1b	<i>Carcinophyllum vaughani</i>
Calcaire de Seilles	V3a α (A... Q)	Calcaire Lunel	H2c1a (1... 17)	<i>Lithostrotion irregulare</i> <i>Productus giganteus</i> <i>Productus corrugato-hemisphaericus</i> <i>Productus undiferus</i> <i>Koninckopora inflata</i> <i>Archaediscus convexus</i> <i>Plectogyra omphalota-minima</i> <i>Plectogyra exelikta</i> <i>Plectogyra faeda</i>
Calcaire de Lives	V2b ϵ (a, b, c, d) V2b δ V2b γ (+ 1...) V2b β (0) V2b α (- 21... - 1)	Calcaire du Haut-Banc	H2b2d H2b2c (+ 1...) H2b2b (0) H2b2a (- 20... - 1)	<i>Lithostrotion martini</i> <i>Lithostrotion irregulare</i> (part. sup.) <i>Productus corrugato-hemisphaericus</i> <i>Koninckopora inflata</i> <i>Archaediscus convexus</i> <i>Archaediscus krestovnikovi</i> <i>Lituotubella glomospiroïdes</i> <i>Plectogyra exelikta</i> <i>Quasiendothyra nibelis</i> <i>Cribostomum</i>
Banc d'Or de Bachant		Erèche		
Calcaire de Neffe	V2a			

TABLEAU I. — Correspondance des assises en Belgique et dans le Boulonnais et fossiles-guides principaux.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AITKEN J.D. (1967). — Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites, with illustrations from the Cambrian and Ordovician of southwestern Alberta. *Journ. of Sed. Petrol.*, vol. 37, n° 4, p. 1163-1178, fig. 1-22,
- 2) BALL M.M. (1967). — Carbonate sand bodies of Florida and the Bahamas. *Journ. of Sed. Petrol.*, vol. 37, n° 2, p. 556-591, fig. 1-40.
- 3) BEALES F.W. (1965). — Diagenesis in pelleted limestones. *Dolomitization and limestones diagenesis, a symposium, S.E.P.M.* Special publication, n° 13, p. 49-70.
- 4) BLACK M. (1933). — The algal sediments of Andros Island, Bahamas. *Phil. Trans. of the Roy. Soc.*, Ser. B.V. 222, p. 165-192.
- 5) BOLLÉ H.M. (1969). — Sédiments marins récents du Grand Banc des Bahamas. *Nautilus*, (4), p. 3-4.
- 6) BONTE A. et DE HEINZELIN J. (1966). — Compte rendu de la session extraordinaire de la Société Belge de géologie. *Bull. Soc. Belge géol.*, t. LXXV, fasc. 3 et dernier.
- 7) CAROZZI A. (1950). — Contribution à l'étude des rythmes de sédimentation (suite et fin). *Arch. Sc. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*. Vol. 3, fasc. 1.
- 8) CAROZZI A. (1954). — Sédimentation rythmique en milieu corallien. *Arch. Sc. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, Vol. 7, fasc. 2, p. 65-93, 3 fig.
- 9) CAYEUX L. (1935). — Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées. Masson et Cie, édit., Paris, 463 p.
- 10) CONIL R. (1968). — Le calcaire carbonifère depuis le Tria jusqu'au V2a. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. 90, 1966-1967, Bull. 8, p. 687-726, 8 fig., 1 pl., 3 h-t.
- 11) CONIL R., LYS M. (1964). — Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de la Belgique et de la France (Avesnois). *Mém. de l'Inst. Géol. de l'Université de Louvain*, t. XXIII.
- 12) CONIL R., PIRLET H., LYS M. (1967). — Echelle biostratigraphique du Dinantien de la Belgique. *Serv. géol. de la Belgique, Prof. Paper*, n° 13, p. 1-56, 3 pl.
- 13) CONIL R., PIRLET H. (1964). — Sur quelques foraminifères caractéristiques du Viséen supérieur de la Belgique (Bassin de Namur et de Dinant). Note préliminaire. *Bull. Soc. géol. Belgique*, t. 72 (B), p. 183-204, 1 tabl., 3 pl.
- 14) DEFFEYES K.S., JERRY LUCIA F., WEYL P.K. (1965). — Dolomitization of recent and plio-pleistocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire, Netherlands Antilles. *Dolomitization and limestone diagenesis, a symposium S.E.P.M.* Special publication, n° 13, p. 71-88.
- 15) DELÉPINE G. (1911). — Recherches sur le calcaire carbonifère de la Belgique. *Mém. et Trav. Fac. Cath. Lille*, f. VIII, 419 p., 83 fig., 14 pl.
- 16) DERVILLE H. (1931). — Les marbres du Calcaire carbonifère en Bas-Boulonnais. Thèse. Impr. O. Boehm, Strasbourg, 322 p., 30 fig., 24 pl.
- 17) DONAHUE J. (1969). — Genesis of oolite and pisolite grains: an energy index. *Journ. of Sed. Petrol.*, vol. 39, n° 4, p. 1399-1411, fig 1-15, december 1969.
- 18) DUNHAM R.J. (1962). — Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Classification of carbonate rocks, Mem. A.A.P.G.*, 1, p. 108-121.
- 19) DUTERTRE A.P. (1929). — Le Dinantien du Boulonnais. Esquisse stratigraphique. *Ann. Mus. Géol. Boulonnais*, fasc. 7, p. 3-27.
- 20) EVANS G., KINSMAN D.J.J., SHEARMAN D.J. (1963). — A reconnaissance survey of the environment of recent carbonate sedimentation along the crucial coast, Persian Gulf. *Deltaic and shallow marine deposits. Proceedings of the sixth int. Sed. Congress. The Netherlands and Belgium*, p. 129-135.
- 21) FAIRBRIDGE R.W. (1967). — Carbonate rocks and paleoclimatology in the biogeochemical history of the planet. *Carbonate rocks, origine, occurrence and classification. - Developments in sedimentology*, 9 A Elsevier Publ. Comp. Amsterdam, London, New-York, p. 399-428.
- 22) FOLK R.L. (1959). — A practical petrographic classification of limestones. *Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bull.* V. 43, n° 1, p. 1-38.
- 23) FOLK R.L. (1962). — Spectral subdivision of limestone types. *Classification of carbonate rocks, Mem. A.A.P.G.*, 1, p. 62-84.
- 24) GERBELEIN C.D. (1969). — Distribution, morphology, and accretion rate of recent subtidal algal stromatolites, Bermuda. *Journ. of Sed. Petrol*, n° 1, p. 49-69, fig. 1-19.
- 25) GERARDS J. (1955). — Sédimentation rythmique du calcaire V2b du bassin de Namur. *Mém. de Licence inédit, Université de Liège*.
- 26) GINSBURG R. et LOWENSTAM H.A. (1958). — The influence of marine bottom communities on the depositional environment of sediments. *Journ. of Geol.* V, 66, n° 3, p. 310-318.
- 27) GINSBURG R.N. (1957). — Early diagenesis and lithification of shallow-water carbonate sediments in south Florida. *Regional aspects of carbonate deposition, S.E.P.M.*, sp. publ., n° 5, p. 80-99.
- 28) GOSSELET J. et BERTAUT M. (1873). — Etude sur le terrain carbonifère du Boulonnais. *Mém. Soc. Sc., Agric., Arts de Lille*, 3^{me} série, II^{me} volume.
- 29) Hocq M. — Mémoire inédit (Liège).
- 30) HOUBOLT J.J.H.C. (1957). — Surface sediments of the Persian Gulf near the Qatar peninsula. *Mém. geologisch Institut Rijks Universiteit. Utrecht (Hollande)*.
- 31) HOYEZ B. (1970). — Analyse séquentielle des calcaires viséens du Massif du Haut-Banc (Boulonnais). *Thèse de 3^{me} cycle, Lille (inédite)*.
- 32) ILLING L.V. (1964). — Penecontemporary dolomite in the Persian Gulf. *Bull. A.A.P.G.*, vol. 48, n° 4, april, p. 532-533.
- 33) KORNIČEK L.S. (1958). — Bahamian limestone crusts. *Trans. Gulf coast Ass. of geol. Soc.*, vol. VIII, p. 167-170.

- 34) LECLERCQ G. (1950). — Note sur un niveau d'allure conglomératique à la base des bancs inférieurs d'Anhée, dans le bassin de Dinant. *Strat. et Séd. III^e Congr. Nat. des Sc., Bruxelles*, p. 97-98.
- 35) LEIGHTON M.W., PENDEXTER C. (1962). — Carbonate rock types. *Classification of carbonate rocks. Mem. A.A.P.G.*, 1, p. 33-61.
- 36) LOGAN B.W., REZAK R. et GINSBURG R.N. (1964). — Classification and environmental significance of algal stromatolites. *Journ. of Geol.*, vol. 72, n° 1, p. 68-83.
- 37) LOMBARD A. (1953). — Les rythmes sédimentaires et la sédimentation générale. Essai de synthèse. *Rev. I.F.P.*, vol. VIII, numéro spécial, p. 9-46.
- 38) Mc KEE E.E. (1960). — Cycles in carbonate rocks. *Am. Journ. of Sc., Bradley*, vol. V, 258 A, p. 230-233.
- 39) MAMET B. (1963). — Sédimentation des faciès "marbres noirs" de la Belgique et du Nord de la France. *VI^e Congr. Int. de Séd. Pays-Bas et Belgique*.
- 40) MANGIN J.P. (1963). — La séquence unité et les séries sédimentaires. *VI^e Congr. Int. de Séd. Pays-Bas et Belgique*.
- 41) MONTY C. (1963). — Recherches paléo-écologiques dans le V2a de la région "Huy-Moha". *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 86, (1962-1963), Bull. n° 8, p. 407-428, 3 fig., 2 h.-t., 2 pl.
- 42) NEWELL N.D., RIGBY J.K. (1957). — Geological studies on the Great Bahama bank. *Regional aspects of carbonate deposition. S.E.P.M.*, sp. publ., n° 5, p. 15-72.
- 43) NEWELL N.D., PURDY E.G. et IMBRIE J. (1960). — Bahamian oolitic sands. *Journ. of geol.* V. 68, p. 481-497.
- 44) OLBRY A. (1904). — Topographie souterraine du bassin houiller du Boulonnais ou Bassin d'Hardinghen. *Et. gîtes min. Fr.*, Impr. Nat., vol. in-4°, 240 p., 2 cartes.
- 45) PIRLET H. (1961). — Un calcaire à texture varvaire dans le Viséen supérieur de Lives (Province de Namur, Belgique). *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 84, B, p. 251-254, 1 fig.
- 46) PIRLET H. (1963). — Sédimentologie des formations du Viséen supérieur V3b dans la vallée du Samson (Bassin de Namur, Belgique). *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 86, M, n° 1, p. 1-45, 4 pl., 4 fig. 2 h.-t.
- 47) PIRLET H. (1963). — Sur la nature kaolinifère de certains joints argileux du Viséen supérieur. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 86, B, p. 359-360.
- 48) PIRLET H. (1963). — La sédimentation rythmique dans les sédiments calcaires du V3b de la vallée du Samson. *VII^e Congr. Int. de Séd.* Livret-guide de l'excursion G., p. 15-19, 1 pl.
- 49) PIRLET H. (1963). — Le Viséen supérieur : partie inférieure V3a, la sédimentation rythmique du V3a. *VII^e Congr. Int. de Séd.* Livret-guide de l'excursion G., p. 13-14, 1 pl.
- 50) PIRLET H. (1964). — La sédimentation rythmique du V3a inférieur du Bassin de Namur ; les relations entre le Dinantien et le Namurien, de Namèche à Moha. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. 86, B, p. 461-468, 1 fig., 1 h.-t.
- 51) PIRLET H. (1965). — La sédimentation rythmique et la stratigraphie du Viséen supérieur V3b, V3c dans les synclinoriums de Namur et de Dinant. Thèse doctorale, *Mém. Acad. Roy. de Belgique*, 2^{me} série, t. XVII, fasc. 4.
- 52) PIRLET H. (1966). — Présence d'un tonstein dans le Viséen supérieur des synclinoriums de Namur et de Dinant. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 89, B, p. 27-32, 1 microphoto.
- 53) PIRLET H. (1967). — Méthodes d'analyse séquentielle dans les formations calcaires. *Preprint of the VII Int. Sed. Congr., Great-Britain, Reading and Edinburgh*, 5 fig.
- 54) PIRLET H., CONIL R., LYS M. (1967). — Traits principaux de l'échelle biostratigraphique du Dinantien de la Belgique. *Preprint of the subcommission on Carboniferous stratigraphy of the VI^e Int. Congr. of Carboniferous, Strat. and geol.*, Sheffield, 3 pl.
- 55) PLUMLEY W.J., RISLEY G.A., GRAVES R.W., KALEY M.E. (1962). — Energy index for limestone interpretation and classification. *Classification of carbonate rocks. Mem. A.A.P.G.*, 1, p. 85-107.
- 56) PURSER B.H. (1970). — Subdivision et interprétation des séquences carbonatées. *Preprint, Colloque sur les méthodes et les tendances de la stratigraphie*.
- 57) ROBINSON R.B. (1967). — Diagenesis and porosity development in recent pleistocene oolites from southern Florida and the Bahamas. *Journ. of Sed. Petrol.*, vol. 37, n° 2, p. 355-364, fig. 1-9.
- 58) SHENK P.E. (1967). — The Macumber formation of the maritime Provinces, Canada. A Mississippian analogue to recent strand-line carbonates of the Persian Gulf. *Journ. of Sed. Petrol.*, vol. 37, n° 2, p. 365-376, fig. 1-20.
- 59) SHINN E.A., GINSBURG R.N., LLOYD R.M. (1965). — Recent supratidal dolomite from Andros Island, Bahamas. *Dolomitization and limestone diagenesis, a symposium S.E.P.M.*, special publication, n° 13, p. 112-123.



Révision du genre *Microcyclus* MEEK et WORTHEN 1868 (Tétracoralliaire)

par Yves PLUSQUELLEC (*)
(Planches VI et VII)

Sommaire. — L'examen de spécimens de *Microcyclus discus* MEEK et WORTHEN provenant du gisement-type, permet de préciser les caractères de l'espèce-type. L'importance systématique du profil du polypier est mise en évidence et il est fait un examen critique des espèces attribuées à *Microcyclus*. Une nouvelle diagnose du genre est donnée.

Summary. — A study of specimens of *Microcyclus discus* MEEK et WORTHEN from the type locality, lent by the Smithsonian Institution (Washington) makes it possible to define the morphological and microstructural features of the type species of *Microcyclus*. The systematic value of the profile (drawn both perpendicularly to C-K and to the under side), which is lenticular and sharp-edged, is pointed out.

In the areas of septal addition, the last born septum is always a major septum as shown by the thin sections: the last added septum is produced by bifurcation, while minor septa are added by intercalation. The "three adjacent major septa in the counter position" are considered as counter septum + two minor septa. The septal arrangement is cumminsioid (with minor septa) to microcycloid *sensu* Jeffords. The cardinal fossula is well developed, the alar pseudofossulae are sometimes more or less conspicuous.

In our opinion, the following species described by D. Le Maître (1952) *Microcyclus brevissepta*, *M. florealis*, *M. roberti*, *M. spinulosus*, *M. tortuosus* and *M. praecox* ROEMER do not belong to the genus *Microcyclus* but to a new genus characterized by a biretta-shaped profile.

In our conclusion, we propose a new diagnosis of *Microcyclus*.

Mes premières investigations sur les Porpitidae du Dévonien du Massif armoricain m'ayant rapidement confronté à des difficultés pour les attributions génériques, il m'est apparu nécessaire de préciser les caractères du genre *Microcyclus*, ce qui constitue l'objet de cette note, et ceux du genre *Hadrophyllum*, objet d'une note prochaine en collaboration avec Semenoff Tian Chansky.

Je dois à l'extrême obligeance des services du National Museum of Natural History - Smithsonian Institution, l'obtention en prêt d'une collection de *Microcyclus discus* MEEK et WORTHEN et l'autorisation de sectionner de nombreux échantillons; que MM. F.J. Collier et P.M. Kier trouvent ici l'expression de mes plus vifs remerciements.

Ce travail était en cours de rédaction lorsque parut la note de G.H. Fraunfelter et J.C. Engstrom; les préoccupations de ces auteurs étant

sensiblement différentes des miennes, il m'a paru utile de présenter ici les résultats de mes observations.

Famille PORPITIDAE (**)
MOORE et JEFFORDS 1945 (***)

Genre *MICROCYCLUS* MEEK et WORTHEN 1868

Espèce-type: *Microcyclus discus* MEEK et WORTHEN 1868.

Microcyclus discus MEEK et WORTHEN 1868

MATÉRIEL ÉTUDIÉ: 40 échantillons environ. (Coll. USNM - Smith. Inst., n° 91055 et 172831-172850).

(**) Note ajoutée en cours d'impression:

Le terme Porpitidae étant préoccupé (*Porpitidae* BRANDT 1835 s'applique à une famille de Siphonophores), il conviendrait d'utiliser ici le terme de *Paleocyclidae* DYBOWSKI 1873.

(***) D. Le Maître (1952) a discuté des termes Porpitidae, Palaeocyclidae, Hadrophyllidae; il est inutile d'y revenir ici.

(*) Laboratoire de Paléontologie, Université de Bretagne occidentale, U.E.R. Scientifiques, Av. Le Gorgeu, 29 N - Brest et R.C.P. n° 240.

Les étiquettes mentionnent pour les localités "Grand Tower", Illinois (91055) et N. end Backbone Ridge, Grand Tower, Illinois (172831-172850, anciennement 91055a). La localité-type donnée par Meek et Worthen est "Devil's Back-bone", Jackson County Illinois. C.R. Stauffer (18) — qui désigne la localité-type : Devil's Backbone Ridge — considère que les spécimens étudiés par Bassler (USNM 91055) proviennent de cette localité-type ; les précisions apportées tout récemment par G.H. Fraunfelter et J.C. Engstrom sur les gisements à *Microcyclus discus* semblent confirmer cette opinion. L'étude de ces échantillons est donc parfaitement justifiée pour tenter de mieux cerner les caractères du genre *Microcyclus*.

POSITION STRATIGRAPHIQUE : Base des "St Laurent limestone" (cf. Fraunfelter et Engstrom) ou des "Lingle limestone" (cf. Stauffer). Ces deux noms de formation étant à peu près synonymes, la position stratigraphique de la zone à *Microcyclus discus* correspond sensiblement à la limite Eifélien-Givétien.

DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.

1) *Face proximale ou inférieure.*

La face proximale montre des bourrelets d'accroissement concentriques plus ou moins régulièrement espacés, superposés à des stries de croissance, et entourant la surface initiale du polypier. Celle-ci se trouve, chez la presque totalité des individus, décalée vers le septé antipode. Cela indique un développement plus important des anneaux de croissance du côté cardinal.

Sur certains spécimens, les bourrelets d'accroissement portent des constriction radiales qui correspondent au trajet des septes ; ce caractère fut déjà noté par C.R. Stauffer (18).

Quelques échantillons montrent, au centre du polypier, une zone plus ou moins confuse, peu développée qui pourrait correspondre à une cicatrice de fixation ; mais il ne semble pas que cette fixation soit du même type que celle des *Pleurodictyum* par exemple, où il est toujours aisé de reconnaître un fragment de test ou une coquille entière de Gastéropode, Brachiopode ou Bivalve ; dans le cas de *Microcyclus discus*, la croissance de la larve débiterait sans doute sur un fragment d'organisme non fossilisable (Algue ?).

Deux spécimens — et plus particulièrement l'un d'entre eux — possèdent en leur centre une petite protubérance en croix (Pl. VI, fig. 1a, 3a)

dont l'orientation est la même que celle des 4 proto-septes. L'interprétation en est délicate, s'agit-il vraiment de l'exposition des proto-septes ou seulement d'une très curieuse coïncidence ?

La face proximale est concave, plane ou convexe, et offre très souvent, quel qu'en soit le profil général, une dépression centrale.

2) *Face distale ou supérieure.*

a) *Les proto-septes.*

Le septé cardinal (C), très souvent élargi vers le centre du polypier ou bordé par deux loculi interseptaux à évasement centripète, est moins élevé que les métaseptes qui l'encadrent et il détermine, de ce fait, une fossule, dite cardinale, qui se prolonge fréquemment par une légère dépression affectant la plateforme centrale lisse.

La fossule cardinale s'observe également sur les formes très jeunes (6).

Le septé antipode (K) ne se différencie pas par sa hauteur des septes voisins, il n'existe pas chez *Microcyclus discus* de fossule antipode. Celle-ci est d'ailleurs très rare chez les Porpitidae.

Les deux septes qui entourent le septé antipode sont sensiblement de même taille que celui-ci ; ils méritent un examen plus approfondi. Stauffer (18), Fraunfelter et Engstrom (6) les considèrent comme des septes majeurs ; Le Maître (9) les appelle antipodes latéraux sans en préciser la signification.

En fait, les interprétations que l'on peut donner de ces septes sont multiples :

— ce sont des métaseptes normaux (dans une conception de polypier à 4 proto-septes) ; l'alternance septé majeur - septé mineur disparaît alors dans cette région du polypier ;

— ils représentent la troisième paire de proto-septes, et dans le secteur réduit antipode - périantipode, il n'y a aucun septé ;

— ce sont des septes mineurs fortement développés.

Cette dernière hypothèse nous semble la plus vraisemblable. En effet, chez les formes jeunes, ces septes sont souvent plus courts que le septé cardinal et que le septé qui lui fait suite [(6), Pl. 150, fig. 10, 22, 24].

D'autre part, l'échantillon de la fig. 29 de Fraunfelder et Engstrom montre une variation morphologique progressive entre les derniers septes mineurs formés dans le quadrant antipode (A - K) et les septes qui flanquent l'antipode.

Cette disposition se retrouve chez *Microcyclus alpenensis* STUMM, en outre, *M. ontarioensis* STAUFFER offre, en position antipode, soit trois septes presque identiques, soit un septe antipode encadré de septes typiquement mineurs par leur morphologie.

Chez *M. southworthi* STAUFFER et *M. thedfordensis* STAUFFER, tout le secteur antipode montre une alternance régulière septes majeur - septes mineur, avec, toutefois, un développement un peu plus marqué des deux septes mineurs adjacents au septes antipode ; exceptionnellement, ces septes atteignent une taille voisine de celle de l'antipode.

Chez *Microcyclus bifidus* STUMM et *M. grandis* STAUFFER, il y a une alternance parfaite septes majeur - septes mineur dans les quadrants antipodes.

Les variations décrites ci-dessus, tant chez *Microcyclus discus* que chez d'autres espèces de ce groupe très homogène (au moins pour les espèces citées), permettent de penser raisonnablement que le septes antipode est flanqué de 2 septes mineurs.

Les septes alaires (A) se reconnaissent assez facilement au fait qu'ils sont bordés, du côté antipode, par une pseudofossule (la pseudofossule alaire) dont la longueur est plus grande que celle des derniers loculi interseptaux du secteur antipode (fig. 1).

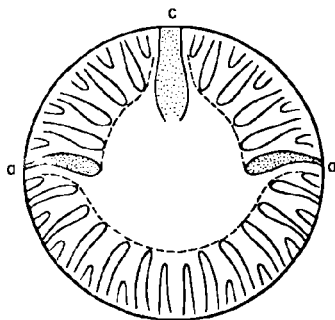


FIG. 1. — *Microcyclus*. Schéma de la disposition des pseudofossules alaires (a), de la fossule cardinale (c) et des loculi interseptaux ; leur arrangement est souligné par un trait en tireté.

De plus, les derniers septes formés dans le secteur antipode ne sont pas disposés de façon parfaitement radiale, ils ont tendance à se recourber vers le secteur antipode. Cela est particulièrement net chez les formes jeunes [(6), Pl. 150, fig. 22, 24].

Les septes périantipodes ou antipodes latéraux (3^{me} paire de protoseptes) : il ne semble pas que l'on puisse considérer les deux septes qui flanquent le septes antipode comme des antipodes latéraux ; la 3^{me} paire de protoseptes est alors à rechercher dans la paire de septes majeurs adjacents ; ceux-ci n'assument aucune fonction particulière, ainsi que le prouvent les lames minces ; ils n'offrent, par ailleurs, aucune originalité morphologique ; on doit donc les considérer comme des métaseptes normaux.

Il est possible que les Porpitidae, par exemple, soient des Hexacoralliaires potentiels, mais ils se comportent fonctionnellement en Tétracoralliaires. Cela n'est aucunement en contradiction, selon nous, avec le comportement très particulier de certaines formes, telle *Pentaphyllum gracile* (17), dont la position systématique définitive reste peut-être à rechercher.

b) Les métaseptes. Septes majeurs et mineurs.

La face distale des polypiers expose, dans les quatre secteurs délimités par les protoseptes, des couples de septes apparemment tous identiques ; chaque couple comporte un septes majeur (situé du côté antipode dans le quadrant A-K, et du côté alaire dans le quadrant C-A) et un septes mineur. La réalité est un peu plus complexe (cf. § insertion septale). Le sommet des septes est généralement émoussé.

c) Les loculi interseptaux.

Les loculi interseptaux séparant les couples de septes (majeur-mineur) sont, dans la majorité des cas, élargis vers le centre du polypier, peu profonds, et se raccordent en pente douce à la plateforme centrale. Cette dernière n'est jamais surplombante. Chez les formes jeunes (néaniques) à septes élevés et envahissants, les loculi interseptaux correspondants à deux septes majeurs voisins sont plus profonds, se terminent en pointe et sont divisés en deux parties à la périphérie du corail par le septes mineur.

Les loculi interseptaux localisés entre un septa majeur et le septa mineur qui lui est accolé, sont courts, triangulaires et peu profonds.

d) *La plate-forme centrale.*

Généralement dépourvue de trace de septation, la plate-forme centrale, dont la hauteur maximum coïncide avec la zone initiale décentrée du polypier, est affectée d'une légère dépression au voisinage de la fossule cardinale. Le profil de la face proximale suivant C-K est dissymétrique. La plate-forme perpendiculairement à C-K et au niveau du "centre" peut être plane, convexe ou concave (plate-forme plane, 23 % ; concave, 23 % ; convexe, 54 %).

e) *Le contour du polypier.*

Il est subcirculaire, même chez les formes très jeunes.

f) *Le profil du polypier.*

Des sections effectuées sur des moulages en plâtre, perpendiculairement à C-K et passant par le "centre" des faces proximales et distales des échantillons, ont permis de reconstituer le profil de quelques exemplaires de *Microcyclus discus* adultes ("éphébie") ou en début de sénescence ("géronitic") *sensu* Fraunfelter et Engstrom.

Ce profil présente des variations assez importantes (fig. 2), mais offre quelques caractères constants :

— les septes s'abaissent en pente douce depuis la plate-forme centrale jusqu'à la périphérie ;

— la zone externe de la face proximale est généralement relevée ;

— le bord du polypier est tranchant, une arête sépare les deux faces ;

— l'allure générale est celle d'une lentille.

La valeur systématique du caractère "profil" possède, selon nous, une importance qui a souvent été négligée, chez les Porpitidae — Tétracoralliaires très simples, dépourvus de planchers et de dissépinements — la morphologie générale du polypier constitue un critère important devant être pris en considération très tôt dans la hiérarchie des caractères pour la distinction des genres.

Quoique sujette à des variations parfois notables, la section se maintient néanmoins dans cer-

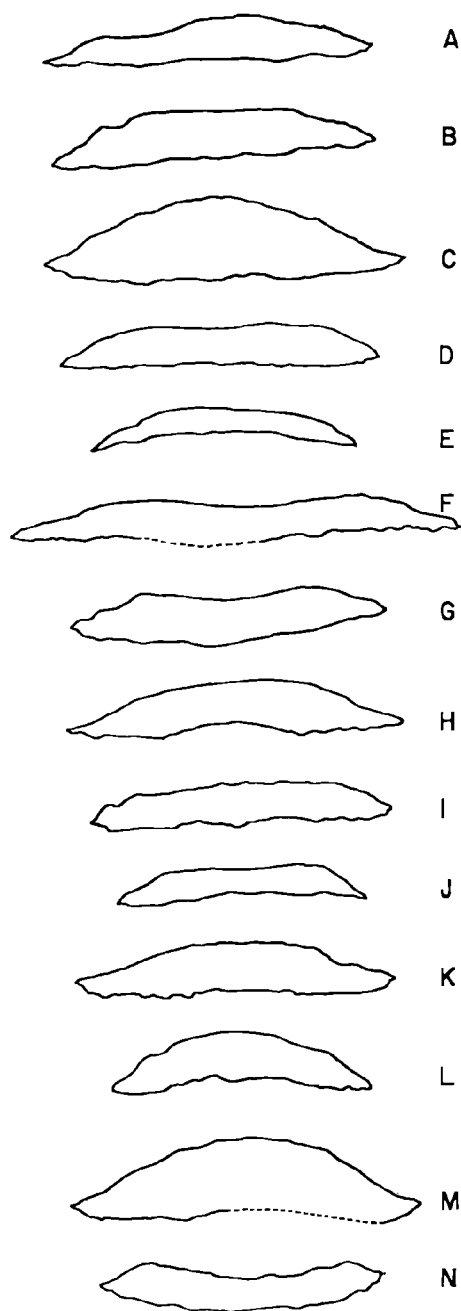


FIG. 2. — Profils de quelques échantillons de *Microcyclus discus* dessinés perpendiculairement à C-K et passant par le centre. (U.S. Nat. Mus., Washington : A, n° 91055-1. — B, n° 172831. — C, n° 172832. — D, n° 91055. — E, n° 172833. — F, n° 172835. — G, 172834. — H, n° 172836. — I, 172837. — J, n° 172838. — K, n° 172841. — L, n° 172843. — M, n° 172849. — N, n° 172850).

taines limites, et ce caractère est suffisant pour exclure du genre *Microcyclus* des faunes à profil en barrette (fig. 8) tels que les "*Microcyclus*" *intermedius* figurés par G. et H. Termier [(21), Pl. XL, fig. 1-9] ou les "*Microcyclus*" *brevisepta* LE MAÎTRE [(9), Pl. I, fig. 10-17].

Ces formes à profil en barrette, dont on trouve également des représentants dans le Dévonien moyen du Massif armoricain, ne peuvent pas davantage être placées dans le genre *Hadrophyllum* MILNE-EDWARDS et HAIME. Nous proposerons par ailleurs la création d'un nouveau genre pour les distinguer.

3) L'insertion septale.

Les lames minces et l'étude morphologique de certains spécimens jeunes figurés par Fraunfelter et Engstrom, permettent de préciser les modalités de l'insertion septale.

a) Lames minces.

Elles montrent clairement les quatre proto-septes, les septes majeurs et les septes mineurs naissant par intercalation et non par bifurcation entre les précédents. Ceci est en accord avec les observations de Fraunfelter et Engstrom, et montre que la morphologie externe ne reflète pas nécessairement, de façon fidèle, l'organisation interne (fig. 3, 4, 5).

On ne voit malheureusement pas, sur nos lames, les relations des deux septes mineurs adjacents au septes antipode avec celui-ci, le centre du polypier étant mal conservé.

Au contact du septes alaire, dans la zone de bourgeonnement septal du secteur antipode, on remarque que le dernier septes formé provient de la bifurcation d'un septes majeur (fig. 3, 4, 5), il s'agit donc aussi d'un septes majeur.

Cette disposition est moins évidente dans la zone de bourgeonnement septal du secteur alaire, au contact du septes cardinal; néanmoins, la croissance de ces formes discoïdes étant centrifuge dans un plan — le plan de la coupe précisément — on peut, en traçant des cercles concentriques, se faire une idée de la disposition septale à un stade donné de l'évolution d'un individu (dans la zone médiane des coupes, les septes sont toujours bien visibles). On constate que, du septes antipode vers le septes alaire ou du septes alaire

vers le septes cardinal, la succession septale est la suivante: s. mineur - s. majeur - s. mineur - s. majeur - s. majeur - protosepte ou s. mineur -

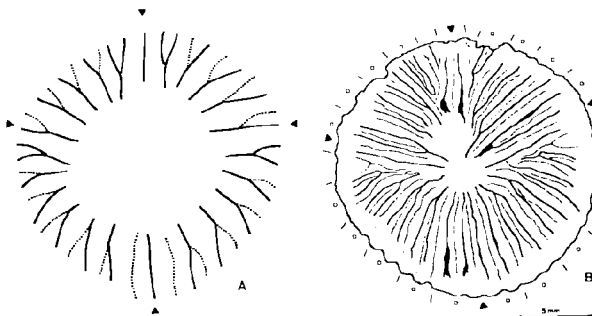


FIG. 3. — *Microcyclus discus*.

A. - Diagramme septal d'après la morphologie externe (septes majeurs en trait plein, septes mineurs en pointillé).

B. - Disposition septale en lame mince du même exemplaire (septes majeurs repérés par un tiret, septes mineurs par un point).

Ech. USNM n° 172848. Remarquer sur la coupe les septes mineurs intercalés entre les septes majeurs, et dans les quadrants antipodes les deux derniers septes formés par bifurcation. Les formules indiquant le nombre de septes, établies d'après la morphologie K 13 A 9 C 9 A 11 K (fig. 3 A) et d'après la section K 11 A 9 C 9 A 11 K (fig. 3 B) montrent que 2 septes du quadrant antipode gauche n'ont pas pu être observés en lame mince, mais on remarquera que l'espace entre les deux derniers septes visibles est suffisant pour placer les deux éléments absents.

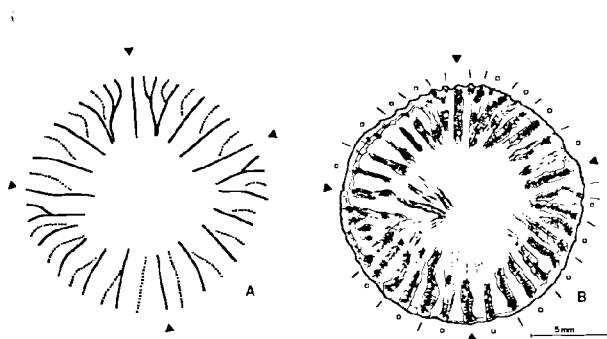


FIG. 4. — *Microcyclus discus* (même légende que fig. 3).

Ech. USNM n° 172842. Spécimen mal fossilisé mais montrant la nature fibreuse des septes.

Formule septale d'après la morphologie K 11 A 9 C 9 A 11 K (fig. 4 A). Formule septale d'après la section K 10 (?) A 9 C 9 A 11 K (fig. 4 B). Cette différence entre les deux formules est à mettre vraisemblablement au compte d'une mauvaise fossilisation.

Noter, à la périphérie, des fibres disposées radialement.

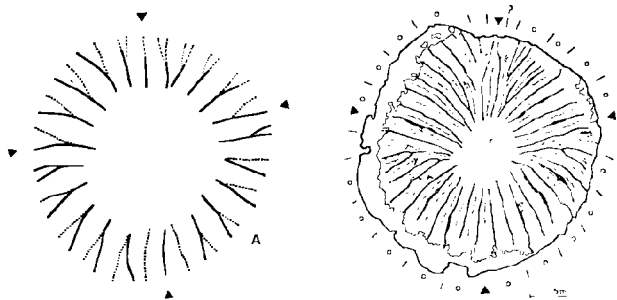


FIG. 5. — *Microcyclus discus* (même légende que fig. 3). Ech. USNM n° 172487. Formule septale d'après la morphologie évaluée à K 11 A 9 C 9 A 11 K (fig. 5 A). Formule septale d'après la coupe K 11 A 9 C 9 A 11 K (fig. 5 B).

s. majeur - s. mineur - s. majeur - protosepte. Autrement dit, le dernier septe formé est toujours un septe majeur. La présence de deux septes majeurs contigus au contact du septe cardinal ou des septes alaires est extrêmement fréquente (Pl. VI, fig. 1b, 3e, 9) et, malgré les apparences, le dernier couple de septes formés, bien qu'il soit morphologiquement identique aux autres couples, n'est pas constitué par des septes de même valeur. L'autre disposition (s. majeur - s. mineur - s. majeur - protosepte) se rencontre plus rarement (Pl. VII, fig. 6, 9).

b) *Spécimens figurés par Fraunfelter et Engstrom.*

Ce rythme septal, qui est fréquent chez les Porpitidae, était signalé dès 1909 chez *Cyathaxonia cornu* (5) ; il se trouve confirmé par des individus figurés par Fraunfelter et Engstrom (Pl. 150, fig. 24, 22). Ces spécimens montrent de façon remarquable — surtout dans les secteurs A-C — les septes majeurs contratingents, recourbés à l'endroit où ils s'attachent sur le septe dont ils sont issus puis orientés radialement ; sur ces échantillons, les derniers septes formés sont évidemment des septes majeurs, et l'organisation septale est typiquement Tétracoralliaire ; celle-ci s'estompe ultérieurement par suite du développement de la plate-forme centrale chez les formes adultes et sénescentes.

Fraunfelter et Engstrom donnent des diagrammes d'insertion septale (fig. 3 A, B, C, D) en indiquant l'apparition des nouveaux septes par des

flèches. Ces diagrammes paraissent montrer des faits tout à fait exceptionnels : présence de deux septes mineurs (?) dans l'espace déterminé par deux septes majeurs contratingents au contact de la pseudofossule alaire (fig. 3 D, côté gauche de la figure), apparition simultanée (?) de deux septes dans le secteur K-A (fig. 3 B).

Si ces dispositions ne correspondent pas à une interprétation abusive de ma part, il est regrettable que ces auteurs n'aient pas tenté d'expliquer ces anomalies.

4) *Microstructure.*

L'axe des septes est occupé par une ligne médiane sombre sur laquelle s'insèrent des fibrocristaux, obliques à la fois vers la périphérie et vers la face calicinale (fig. 4, 5, 6). Il ne semble pas, d'après les quelques lames minces à peu près correctement conservées que j'ai observées, que les fibrocristaux soient organisés en trabécules. Il est difficile de se prononcer sur la présence ou l'absence d'une épithèque véritable, c'est-à-dire une formation possédant ses propres centres de calcification, car les structures curieuses qui existent à la périphérie de l'échantillon USNM 172842 (fig. 4 B) par ailleurs très mal fossilisé, et de l'échantillon USNM 172839 (fig. 6) restent difficiles à interpréter. Je n'ai donc pas cru devoir employer le terme d'épithèque pour décrire la face proximale.



FIG. 6. — *Microcyclus discus*. Ech. USNM 172839. Coupe non radiale perpendiculaire aux septes et à la face proximale ; noter les fibrocristaux plus ou moins organisés en bouquets ; et près de la face inférieure, une surface triangulaire fibreuse difficilement interprétable (épithèque ?).

— *Mensurations.*

Les mensurations sont effectuées au pied à coulisse de la façon suivante :

L : diamètre suivant C-K.

L' : diamètre perpendiculairement à C-K.

H : hauteur maximum du polypier (pour une forme concavo-convexe, la hauteur est supérieure à l'épaisseur du polypier).

N° Ech.	L	L'	H
USNM 91055-1	16,00	15,55	2,15
» 172831	16,25	16,55	2,95
» 172832	16,75	16,50	3,50
» 91055	15,30	14,90	2,40
» 172833	13,00	13,35	± 2,40
» 172834	16,20	15,40	2,89
» 172835	21,30	21,30	± 2,75
» 172836	± 17,00	17,25	3,25
» 172837	14,45	14,90	2,60
» 172838	± 12,30	11,85	2,30
» 172839	14,30	14,90	± 2,30
» 172840	12,85	12,50	—
» 172841	15,50	15,30	2,95
» 172842	15,10	14,75	—
» 172843	14,70	13,80	3,55
» 172844	14,20	14,55	3,15
» 172846	10,55	9,65	1,65
GSC 10202	18,70	19,30	3,50
GSC 10203	9,25	9,35	2,45
GSC 10207	15,75	15,55	2,70

USNM : Nat. Mus. Nat. Hist. Smith. Inst. Washington.
GSC : Geol. Survey. Canada. Ottawa (*).

Les espèces du genre MICROCYCLUS

En se basant uniquement sur l'aspect du profil, on peut éliminer du genre *Microcyclus* les espèces suivantes :

- M. brevissepta* LE MAÎTRE 1952
- M. florealis* LE MAÎTRE 1952
- M. roberti* LE MAÎTRE 1952
- M. simplex* SANDBERGER 1889 (l'auteur précise que son attribution générique est provisoire)
- M. spinulosus* LE MAÎTRE 1952
- M. tortuosus* LE MAÎTRE 1952

Ces formes ont en effet un profil en barrette d'éclésiastique (espèces décrites par D. Le Maître (**)) ou trochoïde (*M. simplex*).

Si l'on admet avec H. Müller (1965) la synonymie de *M. eifliensis* KAYSER 1872, *M. schmidtii* LOTZE 1928 avec *Microcyclus praecox* ROEMER 1844, cette espèce doit être également séparée du genre *Microcyclus*. J'ai pu revoir les types de *M. schmidtii* et une partie du matériel étudié par H. Müller (***).

Les septes ont un bord externe vertical, ou surplombant, et la muraille, ou disque basal, forme

(*) Avec mes plus vifs remerciements à T.E. Bolton pour le prêt des "figurés" de Stauffer.

(**) M^{lle} D. Brice m'a donné accès aux types de D. Le Maître à Lille, je l'en remercie.

(***) Je remercie également M. Müller et M. Ritzkowski pour le prêt de ce matériel.

une ride circulaire débordante au pied des septes. Cela s'accorde assez bien avec la figuration de "*Fungia*" *praecox* mais est plus éloigné de la figuration de *Microcyclus eifliensis*, en particulier de la fig. 8c qui serait plus proche d'un *Microcyclus* réel.

Le cas de *Microcyclus* sp. LE MAÎTRE in DELATRE 1952, doit être réservé car je n'ai pu revoir les exemplaires ainsi nommés.

Les espèces ci-dessus étant exclues, le profil des autres formes attribuées au genre *Microcyclus* possède une section qui s'inscrit aisément dans le cadre des variations de profil relevées chez l'espèce-type. Il s'agit des espèces suivantes : *M. alpenensis* STUMM 1949, *M. altus* LE MAÎTRE 1952, *M. bifidus* STUMM 1949, *M. blairi* MILLER 1891, *M. canadensis* STAUFFER 1952, *M. crenulatus* STAUFFER 1952, *M. erraticus* STUMM 1949, *M. grandis* STAUFFER 1952, *M. ignotus* STAUFFER 1952, *M. intermedius* BASSLER 1937, *M. laticostatus* STAUFFER 1952, *M. lyrulatus* BASSLER 1937, *M. macilentus* STAUFFER 1952, *M. microdiscus* STAUFFER 1952, *M. ontarioensis* STAUFFER 1952, *M. planoconvexus* STAUFFER 1952, *M. sinuatus* STAUFFER 1952, *M. southworthi* STAUFFER 1952, *M. striolatus* STAUFFER 1952, *M. thedfordensis* BASSLER 1937, *M. ventricosus* STAUFFER 1952, *M. venustus* STAUFFER 1952 ; certaines de ces espèces doivent probablement tomber en synonymie ainsi que l'ont suggéré Fraunfelter et Engstrom.

L'importance accordée ici au caractère "profil du polypier" pour délimiter les genres, peut certes être discutée à cause des variations signalées chez *M. discus*. Il est possible, en outre, que l'on puisse trouver des formes intermédiaires pour ce caractère. Dans l'état actuel de nos connaissances cependant, il semble préférable d'utiliser ce caractère plutôt que la disposition septale plus fluctuante. Il convient de répéter que la morphologie générale nous paraît constituer un caractère essentiel pour la systématique des Porpitidae. R.M. Jeffords émet d'ailleurs le même avis lorsqu'il écrit : "Classification, therefore, must be based on the nature of the theca, the peculiarities of corallite form, and arrangement and nature of the major septa, minor septa and fossulae".

La face proximale des espèces citées dans la liste précédente montre des caractères qui sont toujours plus ou moins esquissés chez le génotype. Par exemple, certaines formes décrites par Stauffer, telles *M. canadensis*, *M. ontarioensis*, offrent une exagération du développement des rides

septales — caractère esquissé chez *M. discus* — qui se surimposent aux stries d'accroissement.

La cicatrice de fixation du polypier peut prendre une grande importance et entraîner des défor-

mations du squelette [*M. (?) ignotus*, *M. grandis*]. Rarement, l'élément sur lequel est fixé le polypier est fossilisable ; on peut cependant reconnaître chez *M. ontarioensis* [(18), Pl. VIII, fig. 9], la fixation sur une columnale de crinoïde.

La face distale des *Microcylus* montre, la plupart du temps, une fossule cardinale nette sauf chez certaines formes sénescentes à septation empâtée (*M. planoconvexus*, *M. ventricosus*). Cet empâtement pourrait être le résultat de dépôts secondaires comme ceux décrits chez *Gymnophyllum wardi* par Sutherland et Haugh.

Les pseudofossules alaires sont généralement peu marquées, quelquefois difficiles à repérer, sauf quand la disposition contratingente des septes majeurs du secteur antipode est fortement accusée [*M. ontarioensis* et *M. thedfordensis*, (1), Pl. 31, fig. 8 ; (18), Pl. II, fig. 17]. La fossule antipode est toujours absente. Suivant les espèces, les septes mineurs sont, soit libres, soit soudés aux septes majeurs, et la paire de septes mineurs qui borde le septes antipode peut offrir des aspects extrêmement différents (cf. *M. bifidus* STUMM et *M. lyrulatus* BASSLER). Généralement, les septes majeurs et mineurs — associés ou libres — sont disposés radialement et ne sont pas soudés vers le centre du polypier, mais certaines espèces ou certains individus montrent des septes contratingents typiquement "Tétracoralliaires" ou rarement des discordances au niveau de la pseudofossule alaire ; il en est ainsi par exemple chez *M. discus* [(6), Pl. 150, fig. 28] ; la plupart du temps, la plate-forme centrale, lisse, est bien développée.

On observe donc, chez le genre *Microcylus*, plusieurs types d'agencement septal. La disposition sensiblement cumminsioloïde, compte non tenu de la présence de septes mineurs, est surtout celle des stades immatures, comme le remarque Jeffords, et elle se trouve plus ou moins tardivement remplacée par l'aspect microcycloïde qui résulte uniquement de l'oblitération des septes dans la zone centrale du polypier.

Au cours de cette évolution, la fossule cardinale se maintient, même chez les formes âgées (on la trouve chez des spécimens de 21 mm, Pl. VII, fig. 2), tandis que la pseudofossule alaire, qui est surtout visible quand les septes s'étendent largement vers le centre du polypier, tend à devenir difficilement discernable chez les formes sénescents. Le type de disposition septale doit donc être utilisé avec certaines précautions, et il faudra

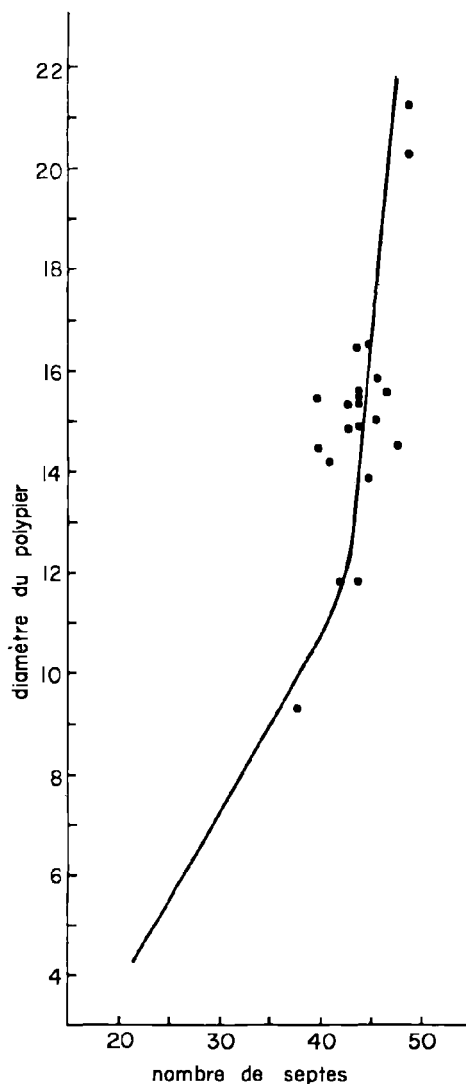


FIG. 7. — Diagramme nombre total de septes-diamètre du polypier représenté par L'. Courbe donnant l'accroissement du nombre de septes en fonction du diamètre, établie d'après les figures de Fraunfelter et Engstrom. Elle montre remarquablement le changement de rythme dans l'acquisition de nouveaux septes à partir de 11 mm, et on ne peut être que d'accord avec les auteurs cités pour voir à ce stade le début de la phase adulte ("éphébie"). Par contre, la deuxième coupure à 14 mm nous paraît moins évidente. Les échantillons sénescents ("gérontic") étudiés (Pl. VI, fig. 1, 2, 3) ont une septation normale de type "microcycloïde".

établir son évolution en se basant sur des séries ontogéniques complètes et en s'attachant à caractériser les fossules. Le genre *Microcyclus* paraît posséder un arrangement septal de type cumminsiöide pouvant évoluer vers le type microcycloïde (fig. 9). Le générotype correspond pour sa part à cette formule.

Chez presque toutes les espèces considérées comme de vrais *microcyclus*, les septes sont lisses sauf chez *M. crenulatus* STAUFFER, où ils sont finement crénelés transversalement; en aucun cas, on n'observe des septes noduleux ou se résolvant en nodules comme ceux de "*M.*" *roberti*, "*M.*"

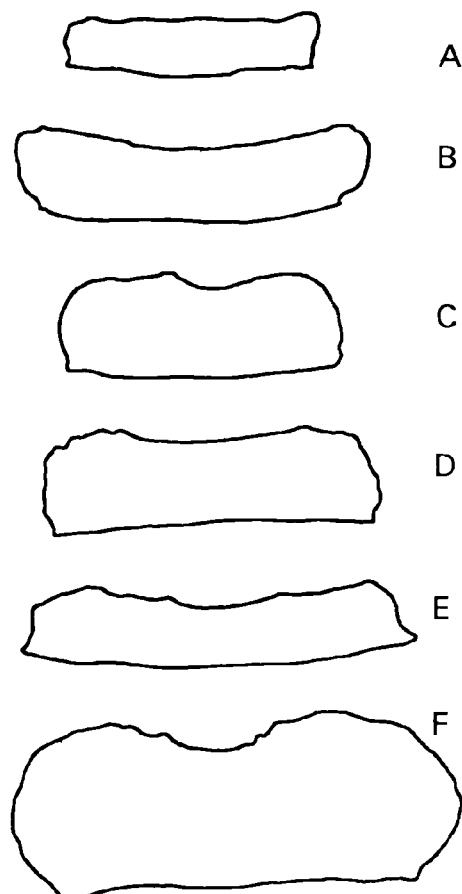


FIG. 8. — Profil en barrette chez : A) "*Microcyclus*" *brevisapta* LE MAÎTRE [(9) Pl. I, fig. 12]; B) "*M.*" *florealis* LE MAÎTRE [(9) Pl. I, fig. 8]; C) "*M.*" *roberti* LE MAÎTRE; D) "*M.*" *spinulosus* LE MAÎTRE [(9) Pl. I, fig. 26]; E) "*M.*" *tortuosus* LE MAÎTRE [(9) Pl. I, fig. 7]; F) chez une forme du Dévonien moyen du Massif armoricain (Lanvoy en Hanvec, Finistère).

schmidtii, etc. Cet aspect noduleux des septes semble assez fréquent chez les Porpitidae à profil en barrette.

Parmi les espèces attribuées ici au genre *Microcyclus*, une des formes qui s'inscrit le moins bien dans le cadre des variations du genre est *M. blairi* MILLER, dont les exemplaires ont une forme de galette, montrent une discordance alaire très nette et possèdent des septes renflés à la périphérie. Il s'agit peut-être là d'une espèce capable de garder son aspect cumminsiöide à un stade avancé de son ontogenèse. Il est à remarquer également que c'est le seul *Microcyclus* du Carbonifère. N'ayant examiné qu'un nombre restreint d'individus (*) (les cinq spécimens de la série-type), je maintiens, à titre provisoire au moins, cette espèce dans le genre *Microcyclus*.

Cette révision permet, en définitive, de proposer une nouvelle définition du genre *Microcyclus* : Porpitidae à face proximale montrant des stries d'accroissement concentriques, quelquefois les septes en surimposition; cicatrice d'attachement présente ou non; profil en lentille à bord tranchant; fossule cardinale présente, pseudofossule alaire plus ou moins marquée, pas de fossule antipode; septes disposés suivant le type "cumminsiöide à septes mineurs" à "microcycloïde"; microstructure fibreuse, non trabéculaire (?); pas d'épithèque véritable (?).

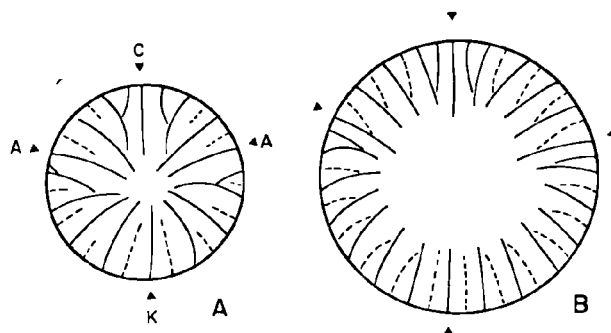


FIG. 9. — Schéma des dispositions septales chez *Microcyclus*.

A) type "cumminsiöide à septes mineurs";
B) type "microcycloïde".

(*) Mes plus vifs remerciements vont à R.A. Davis, du Département de Géologie de l'Université de Cincinnati, pour le prêt du matériel-type.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BASSLER R.S. (1937). — The paleozoic Rugose Coral family Paleocyclusidae. *Journ. Paleont.*, vol. 11, n° 3, p. 189-201, Pl. XXX-XXXII.
- 2) COLLINSON Ch., BECKER L.E., JAMES G.W., KOENIG J.W et SWANN D.H. (1967). — The North-Central region, United States. Illinois basin. *Int. Symp. Devon. Syst. Calgary*, 1967, vol. I, p. 940-962, fig. 4-13.
- 3) DELATRE Ch. (1952). — Recherches sur le Dévonien et le Carbonifère de la région de Morlaix. *Mem. Ez. Carte géol.*, Paris, 125 p., Pl. 1- XIII, cartes.
- 4) EASTON W.H. (1944). — Corals from the Chouteau and related formations of the Mississippi valley region. *Illinois Geol Survey Rept. Invest.*, 97, p. 1-93, Pl. I-XVII.
- 5) FAUROT L. (1909). — Relations entre le mode de développement des Tétracorallia et celui des Hexacorallia. *C.R. Acad Sc.*, t. 148, p. 583-584.
- 6) FRAUNFELTER G.H. et ENGSTROM J.C. (1970). — Development of the Rugose Coral *Microcyclus discus* MEEK et WORTHEN from the Devonian of Illinois and Missouri. *Jour. Paleont.*, vol. 44, n° 6, p. 1085-1091, fig.-texte 1-6, Pl. 150.
- 7) JEFFORDS R.M. (1955). — Septal arrangement and ontogeny in the porpitid corals. *University of Kansas. Paleontological contributions*, p. 1-16, fig. 1-3, Pl. I-III.
- 8) KAYSER H.E. (1872). — Neue Fossilien aus dem Rheinischen Devon. *Z. Deutschen Geol. Gesel.*, vol. XXIV, p. 691-699, 2 fig., Pl. XXVII-XXVIII.
- 9) LE MAÎTRE D. (1952). — La Faune du Dévonien inférieur et moyen de la Saoura et des abords de l'Erg El Djemel (Sud oranais). *Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie. 1re série : Paléontologie*, n° 12, p. 1-170, fig. 1-7, Pl. I-XXII.
- 10) LOTZE F. (1928). — Das Mitteldevon des Wennetals nördlich der Elspers Mulde. *Abh. Preuss. Geol. Land.*, N.F. 104, p. 1-104, fig.-texte 1-13, Pl. I-II.
- 11) MEEK F.B. et WORTHEN A.H. (1868). — Geology and Paleontology. Part. II. Paleontology. *Geol. Survey, Illinois III*, p. 289-574, Pl. I-XX.
- 12) MILLER S.A. (1891). — Paleontology: Indiana. *Dep. Geol. Nat. Hist. 17th Ann. Rept.*, p. 1-103 (non consulté).
- 13) MOORE R.C. et JEFFORDS R.M. (1945). — Descriptions of lower Pennsylvanian. - Corals from Texas and adjacent states. *Texas Univ.*, Pub. 4401, p. 77-208, Pl. XIV (non consulté).
- 14) MÜLLER H. (1965). — Zur stratigraphie der Eifel/Givet grenze im östlichen sauerland. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, vol. 9, p. 755-806, 5 fig., Pl. I, 6 Tabl.
- 15) ROEMER F. (1844). — Das Rheinische Vebergangsgesbirge. Hannover, 1844, 96 p., Pl. I-VI.
- 16) SANDBERGER F. (1889). — Über die Entwicklung der unteren obtheilung des devonischen systems in Nassau, verglichen mit jener in anderen Ländern. Nebst einem Paläontologischen anhang. Wiesbaden. p. 1-107, 1 tabl., Pl. I-V.
- 17) SCHINDEWOLF O.H. (1942). — Zur kenntnis der Polycoelien und Plerophyllen. Eine studie über den Bau der "Tetrakorallen" und ihre Beziehungen zu den Madreporarien. *Abhand. Reichsamts für Bodenforschung N.F.*, H. 204, p. 1-324, fig. 1-155, Pl. I-XXXVI.
- 18) STAUFFER C.R. (1952). — The coral *Microcyclus* and some of its devonian species. *Geol. Survey of Canada*, bull 24, p. 1-17, Pl. I-VIII.
- 19) STUMM E.C. (1949). — Three new devonian species of *Microcyclus* from Michigan and Ontario. *Jour. Paleont.*, vol. 23, n° 5, p. 507-509, Pl. 82.
- 20) SUTHERLAND P.K. et HAUGH B.N. (1969). — The discoid Rugose Coral *Gymnophyllum* growth form and morphology. *Stratigraphy and Palaeontology. Essays in honour of Dorothy Hill.* A.N.U. Press., Canberra, p. 27-42, fig. 1-11, Pl. III-IV.
- 21) TERMIER H. et G. (1950). — Paléontologie Marocaine. - Tome II: Invertébrés de l'ère primaire. Fasc. 1. Foraminifères, Spongiaires et Coelentérés. *Act. Sc. Indus.* Hermann et Cie, Paris, 109 p., Pl. I-LI.

* * *

EXPLICATION DES PLANCHES

Microcyclus discus MEEK et WORTHEN 1868. Grand Tower Illinois. Dévonien moyen. Tous les échantillons appartiennent au National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington (USNM).

Spécimens figurés au grossissement $\times 3$ sauf Pl. VII, fig. 6b et 9 au grossissement $\times 6$.

Les protoseptes sont repérés par des triangles. Le septe cardinal se trouve en haut de la figure.

Les vues de profil sont prises suivant C-K et orientées comme les vues de face.

Pour chaque spécimen est mentionné le stade de croissance d'après Fraunfelder et Engstrom.

PLANCHE VI

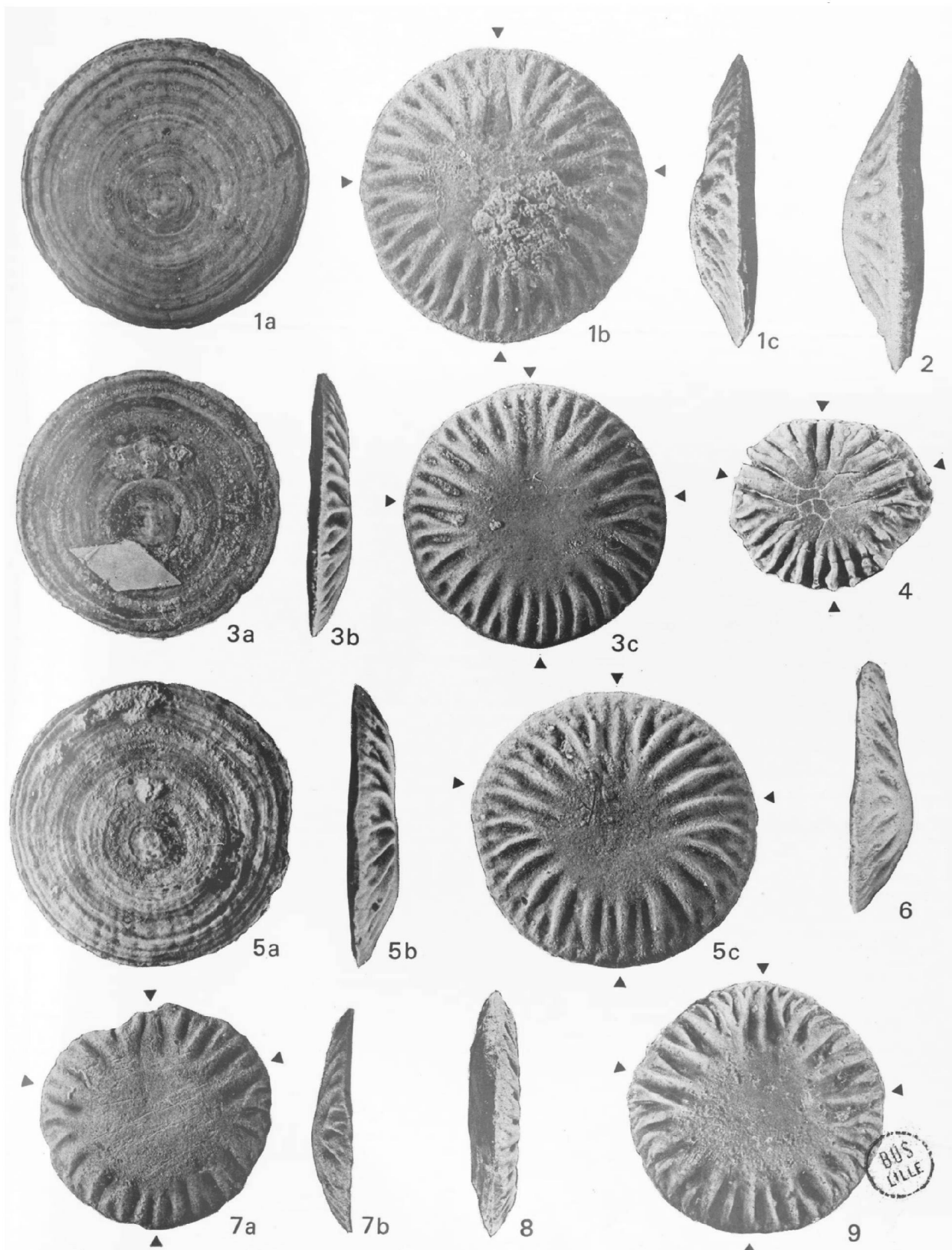
- FIG. 1. — Ech. USNM 172832.
1a. - Face proximale, remarquer les contractions radiales sur les bourrelets d'accroissement et l'élément cruciforme du centre du polypier.
1b. - Face distale.
1c. - Profil ("gérontic").
- FIG. 2. — Ech. USNM 172849. Profil ("gérontic").
- FIG. 3. — Ech. USNM 91055. (fig. in Bassler 1937, Pl. XXXI, fig. 4).
3a. - Face proximale. Remarquer au centre du polypier un élément plus ou moins cruciforme orienté de la même façon que dans l'échantillon de la fig. 1a.
3b. - Profil.
3c. - Face distale, très bel échantillon à arrangement septal microcycloïde ("gérontic").
- FIG. 4. — Ech. USNM 172845. Face distale, remarquer la faible différence morphologique entre les septes adjacents au septe antipode et les autres septes mineurs ("néanic").
- FIG. 5. — Ech. USNM 172831.
5a. - Face proximale, remarquer les rides septales et la zone initiale du polypier décentrée vers le septe antipode comme chez les échantillons des fig. 1a et 3a, ainsi qu'une cicatrice de fixation.
5b. - Profil.
5c. - Face distale ("gérontic").
- FIG. 6. — Ech. USNM 172843. Profil, remarquer la dissymétrie accusée du profil, ("gérontic").
- FIG. 7. — Ech. USNM 172833.
7a. - Face distale.
7b. - Profil, même remarque que fig. 6 ("éphébic").

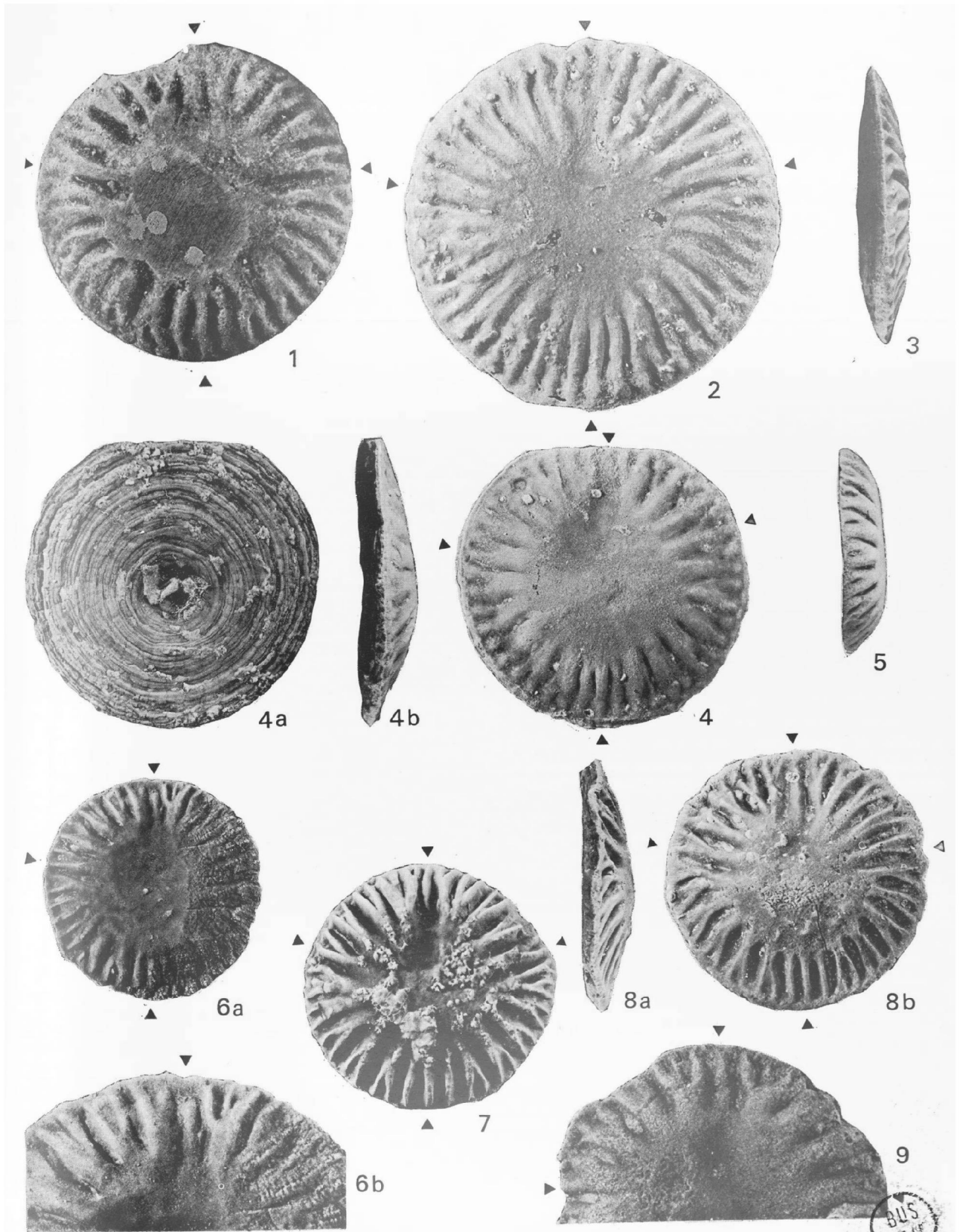
FIG. 8. — Ech. USNM 172850. Profil ("éphébic").

FIG. 9. — Ech. USNM 172842. Face distale. Voir diagramme septal et microstructure fig. 4 in texte ("gérontic").

PLANCHE VII

- FIG. 1. — Ech. USNM 172848. Face distale. Voir diagramme septal et microstructure fig. 3 in texte ("gérontic").
- FIG. 2. — Ech. USNM 172835. Face distale. Remarquer la très grande taille de l'individu qui conserve malgré tout des septes très lisibles et une fossole cardinale encore marquée ("gérontic").
- FIG. 3. — Ech. USNM 172834. Profil ("gérontic").
- FIG. 4. — Ech. USNM 172836.
4a. - Face proximale.
4b. - Profil.
4c. - Face distale ("gérontic").
- FIG. 5. — Ech. USNM 172838. Profil ("éphébic").
- FIG. 6. — Ech. USNM 172840.
6a. - Face distale.
6b. - Détail du secteur cardinal. Remarquer à gauche du septe cardinal un septe mineur grêle entre deux septes majeurs ("éphébic").
- FIG. 7. — Ech. USNM 172844. Face distale ("gérontic").
- FIG. 8. — Ech. USNM 172841.
8a. - Profil.
8b. - Face distale ("gérontic").
- FIG. 9. — Ech. USNM 172846. Même remarque que fig. 6b ("néanic").





Sur un Sphinctozoaire (Spongiaire) du Permien de l'Eubée (Grèce) : *Amblysiphonella canaliculata* nov. sp.

par Claude GUERNET(*) et Geneviève TERMIER(**)
(Planche VIII)

Résumé. — Le Permien de l'île d'Eubée a fourni un sphinctozoaire du genre *Amblysiphonella* STEINMANN, genre connu jusqu'ici dans deux ensembles fauniques du même âge : celui de la Tunisie et de la Sicile d'une part, celui de la Salt Range, du Pamir, de l'Arménie et du Caucase septentrional d'autre part. *A. canaliculata* nov. sp. se distingue des autres espèces du même genre par la largeur relative du tube axial et, d'une façon générale, l'épaisseur des parois dans lesquelles les pores deviennent de véritables canaux.

Summary. — The Permian of the island of Eubea has delivered a sphinctozoa from the genus *Amblysiphonella* STEINMANN; up to that date this genus was known in only two faunal stocks of the same age: on one hand in Tunis and Sicily, on the other hand in the Salt Range, Pamir, Armenia and northern Caucasus. *A. canaliculata* nov. sp. is characterized by the relatively large breadth of the axial tube and by the generalized thickness of the body walls through which pores become true ducts.

L'espèce décrite a été recueillie en Eubée dans un affleurement de calcaires permien découverts par l'un d'entre nous (Cl. G.) sur le versant sud du massif d'Ochtonia, près d'Achladeri, sous les calcaires mésozoïques et au-dessus des schistes de l'Eubée méridionale. Une coupe levée selon ce versant montre plus précisément la position des calcaires ; elle affecte, de haut en bas, les termes suivants :

1. - calcaires du Lias puis du Trias supérieur et moyen du Mont Ochtonia, épais de plusieurs centaines de mètres ;
2. - schistes d'âge triasique moyen ou inférieur, non fossilifères mais d'un faciès classique dans le Trias des Dinarides, associés à des prasinites ;
3. - grès gris clair d'un âge werfénien ou permien tout à fait supérieur ;
4. - calcaires noirs coralligènes, à surface irrégulière recouverte d'un encroûtement brun-rougeâtre, en affleurements discontinus, correspondant sans doute à des lentilles récifales épaisses de quelques mètres ; ces calcaires sont finement recristallisés — sans doute sous l'action d'un métamorphisme léger — et localement dolomitiques ; ils sont en outre remarquables par leur richesse en organismes récifaux, notamment en Bryozoaires et Stromatopores ;
5. - schistes qui surmontent eux-mêmes les schistes cristallins de l'Eubée du Sud.

(*) Laboratoire Géologie I, Université de Paris VI et Laboratoire associé au C.N.R.S., n° 135.

(**) Laboratoire Géologie structurale, Université de Paris VI.

Outre l'espèce décrite ici, les calcaires noirs (n° 4) contiennent les organismes suivants reconnus en lames minces par M. Lys : Brachiopodes (test et épines) ; *Fenestella* sp. (débris) ; *Tetrataxis* sp. ; *Deckerella* sp. ; *Pseudoendothyra* (?) sp. ; *Reichelina* sp. ; (*R. minuta* ERK) ; *Dunbarula mathiewi* CIRY probable ; *Glomospirella* ? ; *Tuburina bulbacea* GALL. et HARTON ; soit une association d'âge très probablement permien supérieur. La présence de *Dunbarula mathiewi*, si elle se confirmait, indiquerait des affinités avec le Permien du Dj. Tebaga (extrême Sud Tunisien) dont l'étude nous permet de considérer l'âge comme du Wordien.

Description

Le genre *Amblysiphonella* STEINMANN 1882 réunit des Sphinctozoaires à corps allongé, plus ou moins cylindrique, divisé en segments annulaires, pourvus chacun d'une muraille solide, convexe, percée de pores. Ces segments se trouvent comme empilés sur un axe qui constitue un tube cloacal central, traversant le corps sur toute sa longueur et se terminant en haut par un oscule assez large. Les parties basales, qui sont les plus anciennes, sont remplies de tissu vésiculeux. Ce genre, dont le type est *A. barroisi* STEINMANN, du Carbonifère supérieur des Asturies, est connu depuis cette époque jusqu'au Trias. Son acmé se situe dans le Permien. La présence du tube cloacal

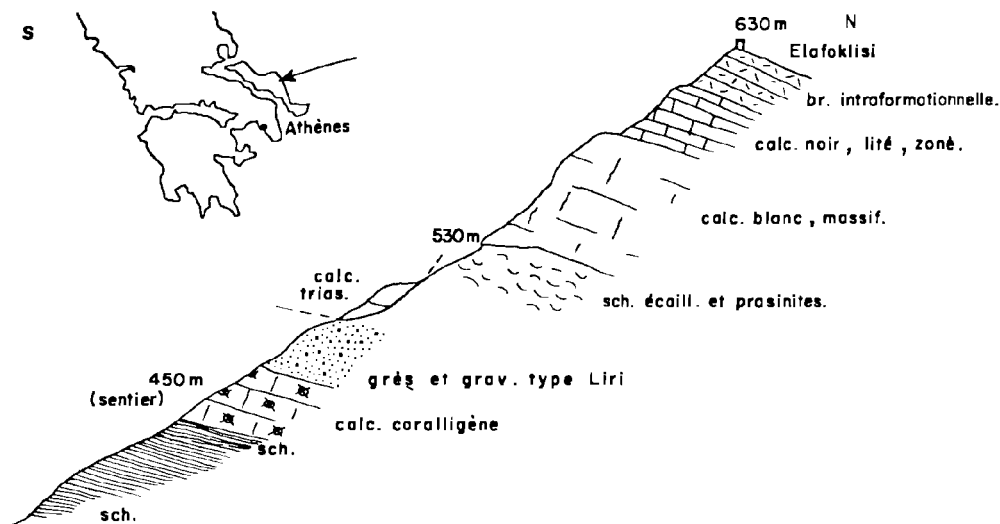


FIG. 1. — Coupe selon le versant méridional du massif d'Ochtonia (Elafoklisi), au-dessus d'Achladeri.

axial le range dans la famille des *Sebargasiidés* GIRTY 1908 (= *Sphaerosiphonidés* STEINMANN).

Deux ensembles à peu près synchrones de Sphinctozoaires ont été décrits au Permien :

1) Celui de la Salt Range compte quatre espèces d'*Amblysiphonella*, décrites initialement par de Koninck, puis étudiées à nouveau par Waagen et Wentzel, à savoir : *A. vesiculosa* (DE KONINCK), *A. radificera* WAAGEN et WENTZEL, *A. multilamellosa* WAAGEN et WENTZEL, *A. socialis* WAAGEN et WENTZEL. Tous proviennent de la partie supérieure des Middle Productus Limestones. A cet ensemble, peuvent se rattacher les formes décrites par I.T. Zhuravleva dans le Pamir, l'Arménie et le Nord du Caucase, parmi lesquelles est signalée *A. vesiculosa* (DE KONINCK), espèce commune avec la Salt Range, et en Arménie où est décrite une autre espèce, *A. sarytchevae* ZHURAVLEVA, du Guadalupien (GINSHIK et KATCHIK) ;

2) L'ensemble Sicile-Tunisie, décrit par Parona en 1933, pour le Permien du Sosio, et par H. Termier et G. Termier en 1955, pour celui de Tunisie. En Sicile, où est signalée *A. vesiculosa* (DE KONINCK), Parona a en outre décrit *A. merlai*, *A. nodosa* et *A. clathrata*. Dans le Djebel Tebaga (Sud Tunisien), a déjà été signalée la présence d'*Amblysiphonella* cf. *vesiculosa* (DE KONINCK) (1955, p. 615, fig. 1a-c).

Dans la plupart des cas, la recristallisation des éléments empêche d'étudier la texture et même

la structure fine des Sphinctozoaires. C'est le cas des représentants d'*Amblysiphonella* de Sicile décrits par Parona, et de la majorité de ceux du Djebel Tebaga.

Amblysiphonella canaliculata nov. sp.

Cette espèce nous est connue par un fragment subcylindrique, long de 98 mm, conservé dans un calcaire noir marmoréen. Ce fragment, de 26,5 mm de diamètre, compte 5 segments de hauteur variable (4,5 à 8,55 mm). Le tube central a un diamètre de 4,6 mm, muraille comprise, tandis que sa lumière a seulement 2,5 mm de large. Les planchers sont régulièrement convexes. De toutes les espèces décrites jusqu'à présent, ces dimensions permettent d'éliminer les trois espèces spéciales à la Sicile, qui sont bien plus minces (largeur : 12, 10 et 14 mm), et la majeure partie des formes de la Salt Range, qui sont plus larges (30 à 55 mm).

Deux espèces restent comparables à ce point de vue : *A. socialis* de la Salt Range (largeur : 22 à 33 mm) et *A. sarytchevae* de l'Arménie (largeur : 28 à 30 mm). Mais la largeur du tube axial, connue chez le seul *A. socialis* (6 à 13 mm avec la muraille ; 3 à 7 mm sans elle), y est fort différente de celle de l'espèce grecque. Le rapport diamètre du tube axial/diamètre total varie de 0,27 à 0,4, alors qu'il est de 0,17 chez *A. canaliculata*.

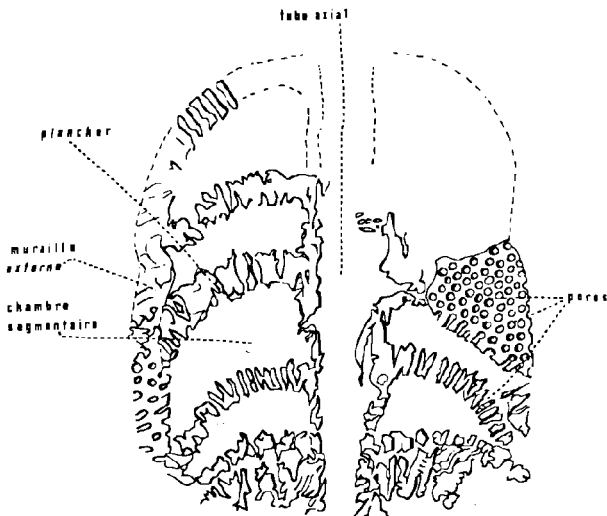


FIG. 2. — *Amblysiphonella canaliculata* nov. sp.
Section schématique.

L'épaisseur de la muraille externe est de 2,1 mm, donc moindre que celle de *A. socialis*.

Celle des planchers varie de 1,6 à 2 mm ; elle est de 2 mm chez *A. socialis*.

Les pores ont un diamètre de 0,22 à 0,5 mm. Ces dimensions sont comparables à celles mesurées chez les autres représentants d'*Amblysiphonella* où ils peuvent être étudiés (0,2 à 0,3 mm chez la plupart, allant jusqu'à 0,4 mm chez *A. radificifera* de la Salt Range). Ces pores sont, en fait, de longs canaux traversant les planchers radialement et se terminant en entonnoir. Il y en a 9 à 10 pour 0,5 mm.

Dans la paroi du tube central, les pores sont des canaux fortement obliques et peu nombreux.

Le test est d'apparence solide mais recristallisé. On observe toutefois à maintes reprises sa texture granuleuse, rendue manifeste à la surface des pores.

La convexité régulière des planchers s'oppose à la section souvent flexueuse qu'ils présentent dans plusieurs autres représentants d'*Amblysiphonella*.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) DE KONINCK L. (1863). — Description of some Fossils from India, discovered by Dr A. Fleming of Edinburgh. *Quarterly Journ. Geol. Soc. London*, vol. XIX, p. 15.
- 2) PARONA C.F. (1933). — Le Spugne della fauna permiana di Palazzo Adriano (Bacino del Sosio) in Sicilia. *Mem. Soc. geol. Ital.*, I, Roma.
- 3) TERMIER H. et TERMIER G. (1955). — Contribution à l'étude des Spongiaires permien du Djebel Tebaga (extrême Sud Tunisien). *B.S.G.F.*, 6^{me} série, V, p. 613-630.
- 4) WAAGEN W. et WENTZEL J. (1886-1887). — Salt Range Fossils. *Pal. Indica*, ser. 13, vol. 1, part. 6, p. 854-892, 904-924 ; part. 7, p. 963-966.
- 5) ZHURAVLEVA I.T. (1965). — Sphinctozoa in Ruzhencev et Sarytcheva Razvitiye i samena morskych organismov na rubezhe paleozoiya y mesozoiya. *Trudy Pal. Inst.*, Moscou, 108, p. 147-149.
- 6) ZHURAVLEVA I.T. (1970). — Porifera, Sphinctozoa, Archaocyathi. Their connections. *Symp. Zool. Soc. London*, n° 25, p. 41-59.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

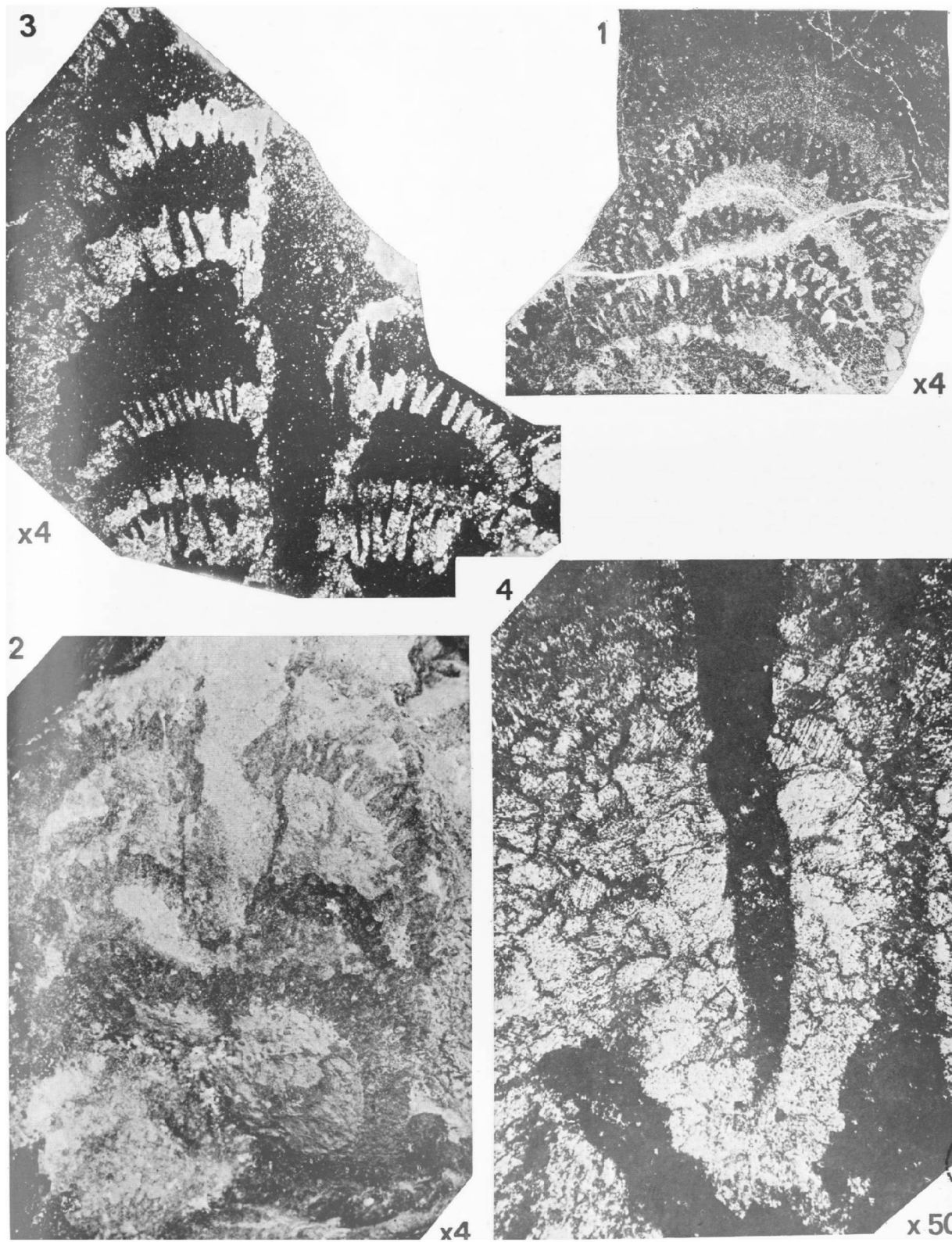
FIG. 1. — Aspect de l'exemplaire en section naturelle dans la roche. Gr. = 4.

FIG. 2. — Aspect de l'exemplaire après polissage. Gr. = 4.

FIG. 3. — Section subaxiale en plaque mince. Gr. = 4.

FIG. 4. — Détail. Gr. = 50. Section légèrement oblique à l'axe d'un pore.

On remarque le caractère rugueux des parois du pore.



Essai sur le Paléozoïque de la région d'Hajigak (Afghanistan) et son encadrement

par Albert F. DE LAPPARENT

(Planche IX)

Sommaire. — Le Dévonien supérieur était le seul terrain daté jusqu'ici par des fossiles au col d'Hajigak, en Afghanistan. On a tenté de préciser son encadrement et on propose une interprétation d'ensemble de la région entre le haut Hilمند et le bassin de Bamyan.

On aurait une zone synclinale carbonifère, très replissée, comprise entre un Paléozoïque surtout schisteux au Sud, et des calcaires dévoniens et du Paléozoïque inférieur, avec le minerai de fer, au Nord. Le tout étant encadré par des gneiss précambriens.

Summary. — Up to now, only the Upper Devonian with fossils was dated at Hajigak Pass, in Afghanistan. We try to state the age of other formations below and above it. Of course, we set up an interpretation of the area between Hilمند River and Bamyan Basin: a wide synclinal zone with folded Carboniferous stratas is comprised between Devonian and Lower Palaeozoic with iron ore, the whole surrounded by precambrian gneisses.

La région d'Hajigak est située dans les montagnes d'Afghanistan central. Elle se trouve à cheval sur la ligne de partage des eaux entre le versant de l'Amou Daria, qui va vers la Mer d'Aral au Nord, et le bassin de l'Hilمند, qui se perd au Sud dans les marais du Séistan (fig. 1).

Le col d'Hajigak (altitude : 3 520 m) fut un passage très fréquenté par les caravanes qui se rendaient à Bamyan ; Hayden l'utilisa, à cheval, en 1907. Dans la suite, aucun géologue n'y est repassé pendant plus de 50 ans. Une piste pour Jeep, destinée à offrir une nouvelle voie d'accès à Bamyan, y fut ouverte pendant l'été 1961 ; nous l'empruntâmes dès le mois d'août et y revînmes cet été-là à plusieurs reprises. En l'absence de cartes topographiques à cette époque, on dressa une première esquisse géologique sur photos aériennes et des fossiles récoltés alors confirmèrent l'existence du Dévonien (Lapparent et Le Maître, 1963). Martina, de son côté, y passa la même année et publia des observations (1963).

Le col d'Hajigak est donc maintenant connu dans la géologie de l'Afghanistan à un double titre : le Dévonien fossilifère y fut découvert pour la première fois par Hayden (1907, publié 1911)

et un gisement de fer fut reconnu en 1961 (Lapparent, 1961 ; Martina, 1963).

Mais l'encadrement stratigraphique de ces deux entités demeura mal précisé, malgré un rapport inédit des géologues soviétiques (Eventjev, Firsov et Smirnov, 1964) déposé au Ministère des Mines de Kaboul et qui contient une étude géologique avec cartes.

Nous avons réuni, depuis plusieurs années, de nombreuses observations effectuées dans ces hautes régions ; elles nous permettent d'apporter des précisions nouvelles. Bien que tous les problèmes ne soient pas encore résolus dans ce secteur difficile, nous proposons une mise au point de nos connaissances actuelles sur la région d'Hajigak.

Les dénominations créées par Hayden correspondaient à trois grands ensembles que l'on traverse en allant du Nord au Sud, c'est-à-dire depuis la bordure du bassin néogène de Bamyan à Paymuri, jusqu'au cours supérieur de l'Hilمند à Gardan Dewal, soit sur une distance d'une cinquantaine de kilomètres (fig. 1).

1) La série de Kalu, au Nord du col d'Hajigak, est surtout formée de schistes plus ou moins métamorphiques.

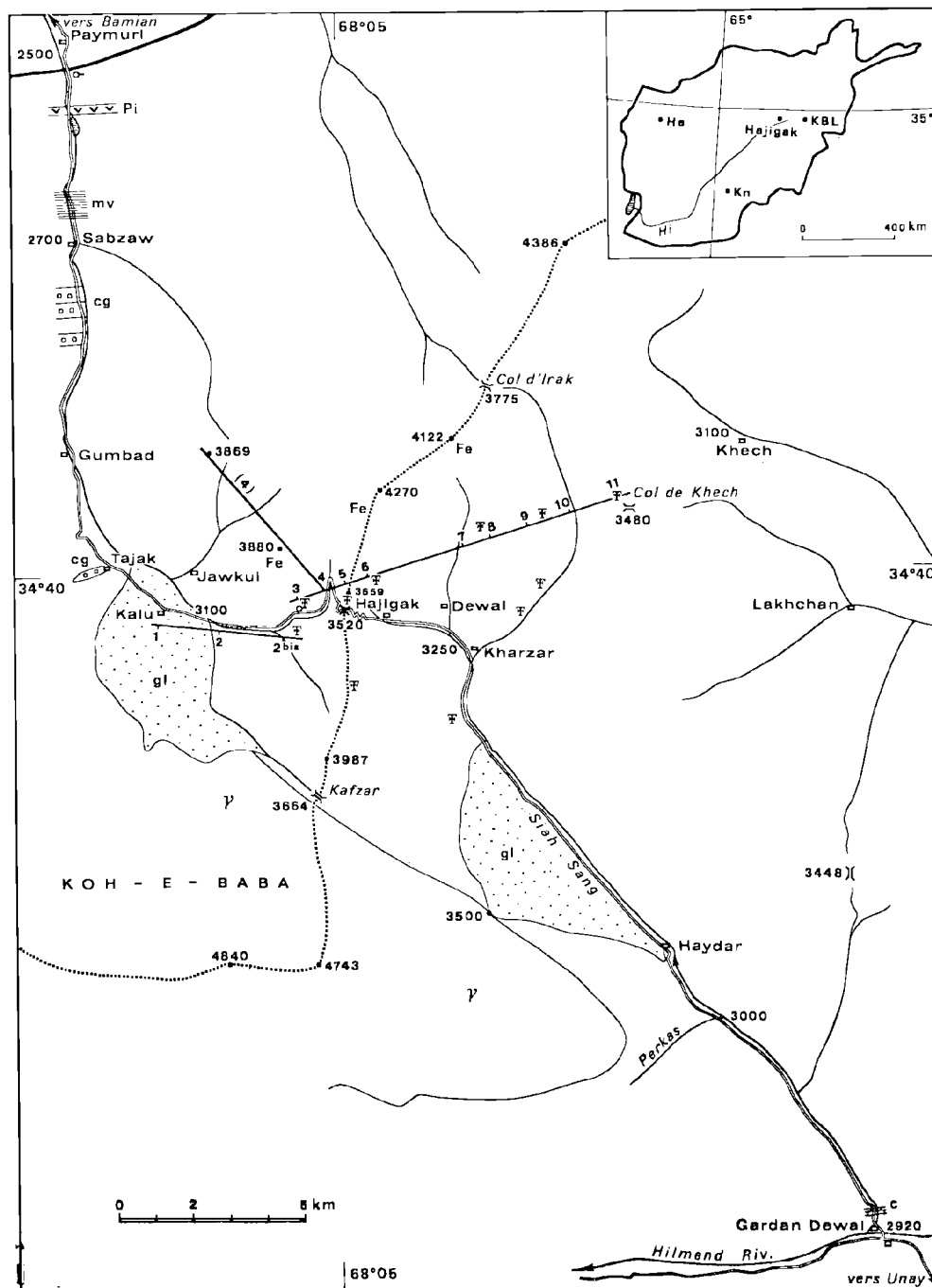


FIG. 1. — Croquis de la région d'Hajigak

1 à 11, position des coupes de la fig. 3. — (4), emplacement de la coupe fig. 4.
 c, bancs calcaires. — cg, conglomérats néogènes. — Fe, amas d'hématite. — gl, dépôts glaciaires.
 mv, micaschistes verts. — Pi, lame de gneiss de Paymuri. — γ , granite intrusif.
 Dans le cartouche: He, Hérat. — Hi, Hilmand. — KBL, Kaboul. — Kn, Kandahar.

2) La série d'*Hajigak*, visible auprès du col, constitue une étroite bande de calcaires dévoniens fossilifères.

3) La série de *Vilmend* engloberait tous les schistes et quartzites au Sud du col d'*Hajigak*.

Nous aurons à discuter et à démembrer ces trois séries et nous proposerons pour chaque membre une attribution stratigraphique. Nous ajouterons quelques remarques sur les terrains récents, conglomérats rouges d'une part, dépôts quaternaires d'autre part, et finalement sur la structure des montagnes d'*Hajigak*.

Nous remercions spécialement Jacques Blaise, qui nous a accompagné à *Hajigak*, a examiné des roches en plaques minces et nous a apporté des suggestions intéressantes.

I. — La série de Kalu

Hayden (1911) appelait ainsi les schistes et les micaschistes traversés par la rivière qui dévale au Nord de Kalu vers Paymuri. On doit, en réalité, y distinguer deux ensembles superposés : la série inférieure et la série supérieure, bien différentes l'une de l'autre.

A) LA SÉRIE INFÉRIEURE DE KALU.

Dans sa partie aval, la rivière de Kalu entaille des schistes cristallins fortement plissés. En fait, lorsqu'on étudie les roches au microscope, on constate qu'elles sont des gneiss plagioclasiques rétro-morphosés. Tel est le terme qui convient pour désigner ces roches ayant au premier abord un aspect de micaschistes (d'après J. Blaise). Il y a en outre, dans cette série inférieure, quelques roches particulières.

1) *Le gneiss de Paymuri*. Une lame verticale de gneiss œillé, épaisse d'une quarantaine de mètres, barre la gorge de Paymuri et constitue l'obstacle le plus difficile sur la piste d'*Hajigak* à Bamyan. D'après l'analyse qu'a bien voulu faire M. G. Guittard, il s'agit d'un orthogneiss épi-ou mésozonal. Les grands cristaux de microcline seraient des feldspaths anciens d'origine magmatique. Par sa nature et par sa position en forme de dyke, le gneiss de Paymuri évoque un ancien filon de roche éruptive.

2) *Les micaschistes verts de Sabzaw*. Des micaschistes d'un beau vert, à chlorite et épidote, sont

développés sur près d'un kilomètre en aval de Sabzaw ; cet affleurement est à l'origine du nom local qui signifie "l'eau verte". De telles roches (tuffites) semblent le résultat du métamorphisme de tufs volcaniques basiques.

3) *Dolomies et quartzites de Jawkul*. Des dolomies et des quartzites sont plus particulièrement développées dans le secteur entre Gumbad et Jawkul. Ces roches se trouvent interstratifiées dans les gneiss et sont également prises dans le métamorphisme régional ; les petites cassures se montrent, en effet, au microscope, remplies de minéraux phylliteux très fins.

Les gneiss de Kalu se raccordent avec des roches analogues affleurant, d'une part, au NE, dans les gorges de Bulola et dans celles de la route de Bamyan, d'autre part, vers l'Ouest, dans le soubassement du bassin de Bamyan. Or, Fabriès et Lang (1970) ont reconnu là des micaschistes surmontés en discordance par des schistes ordoviciens. Ce fait important confirmerait l'âge antépaléozoïque des gneiss de cette région.

Nous parlerons plus loin des conglomérats que Hayden avait bien remarqués au Nord de Sabzaw, car il s'agit en réalité de conglomérats néogènes coïnés tectoniquement dans les gneiss : ils ne font point partie de la série de Kalu.

B) LA SÉRIE SUPÉRIEURE DE KALU.

C'est elle qui forme les crêtes culminant à 4 270 m entre Kalu et le col d'Irak (Pl. IX, fig. 2). Elle comprend, d'une part, des roches sédimentaires, d'autre part, des roches volcaniques et intrusives et elle contient le minerai de fer d'*Hajigak*.

a) Les premières se présentent sous forme de schistes ardoisiers sériciteux, avec quelques bandes de grès et des lentilles de dolomie.

b) Les secondes sont surtout représentées par des schistes chloriteux, qui correspondent vraisemblablement à des tufs volcano-sédimentaires. Ceux-ci ont été atteints postérieurement à leur dépôt par des phénomènes de recristallisation (tuffites).

Il y a aussi des schistes chloriteux vert foncé, qui doivent être d'anciennes roches éruptives basiques, affectées par une rétro-morphose et une structure fortement cataclastique.

c) Le minerai de fer d'*Hajigak* forme de grosses lentilles interstratifiées dans les schistes chloriteux (Pl. IX, fig. 2). Les masses d'hématite n'avaient

pas échappé à Hayden (1911), mais il les confondait avec des "calcaires hématisés" du Dévonien. Sa remarque tomba dans l'oubli, jusqu'à ce que nous eûmes reconnu l'importance de ce gisement de fer (21 août 1961, publié 1961), que vit aussi Martina (1961, publié 1963). Nous avons repris ultérieurement l'interprétation de ce minerai (Laparent, Bouladon et Lavigne, 1964). Une mission soviétique fit l'inventaire du gisement pour le Gouvernement afghan en 1962-1963 (rapport déposé en 1964), puis un avant-projet rationnel d'exploitation fut mis au point par J. Jacquemond (1967).

Le gisement semble dû à une substitution à des bancs dolomitiques dont on retrouve quelques traces dans le minerai. Le fer d'Hajigak se trouve inclus dans la série supérieure de Kalu. Il est sans rapports avec les calcaires dévoniens à Brachiopodes.

Nous avons relevé une coupe de cette série sur les crêtes au NE de Jawkul. Elle se trouve comprise entre deux accidents. L'un au NW la sépare de la série inférieure de Kalu, formée de gneiss, avec bancs de quartzites et de dolomies métamorphisés. L'autre au SE la fait buter contre les calcaires dévoniens à Brachiopodes. On a la succession suivante (fig. 2) :

1. Roche verte écrasée, à quartz, feldspaths, chlorite.
2. Schistes gris.
3. Schistes avec bancs de grès bruns à plusieurs niveaux.
4. Schistes bleutés en dalles et schistes gréseux.
5. Schistes tendres.
6. Lentille de dolomie jaunâtre, à grain fin.
7. Schistes gréseux.
8. Masse d'hématite interstratifiée.

9. Schistes verts, à quartz, feldspaths, séricite et chlorite ; il s'agit probablement d'un ancien tuf volcanique.
10. Roche verte, à quartz, feldspaths et abondance de chlorite.

On peut se demander si la série supérieure de Kalu a été atteinte par un métamorphisme ? Les schistes et grès 2 à 7 sont sans doute sériciteux, mais ils ne présentent aucun indice caractérisé de métamorphisme. Les schistes verts 9 et les roches vertes 1 et 10 ont subi de notables réajustements minéralogiques. Mais leur structure fortement cataclastique et leur position dans des zones d'étiement suggèrent que la rétro-morphose serait plutôt due à des phénomènes mécaniques qu'à un métamorphisme général. Quant à l'épaisseur de la série supérieure de Kalu, elle nous paraît impossible à apprécier correctement sur cette coupe. Si les couches étaient en série régulière, elles auraient au moins 3 000 m de puissance. Mais un peu plus à l'E, nous avons remarqué des bandes de conglomérats rouges néogènes coincées dans les schistes ; on peut penser qu'il y a ici également des replis et des accidents serrés, que nous n'avons pas détectés.

L'âge de la série supérieure de Kalu est difficile à établir. Sa position structurale permet de penser qu'elle est plus récente que la série inférieure métamorphique et plus ancienne que le Dévonien supérieur fossilifère. Il n'est pas aisé de préciser davantage, tant qu'on n'a pas recueilli d'arguments paléontologiques. L'hypothèse actuellement la plus vraisemblable consiste à y voir du Paléozoïque inférieur, comme l'ont indiqué les géologues soviétiques (1964). Les faciès schisteux avec bancs gréseux des crêtes à l'E de Jawkul (fig. 2), ressemblent assez aux séries schisto-gréseuses de l'Ordovicien-Silurien-Dévonien inférieur de l'Afghanistan central.

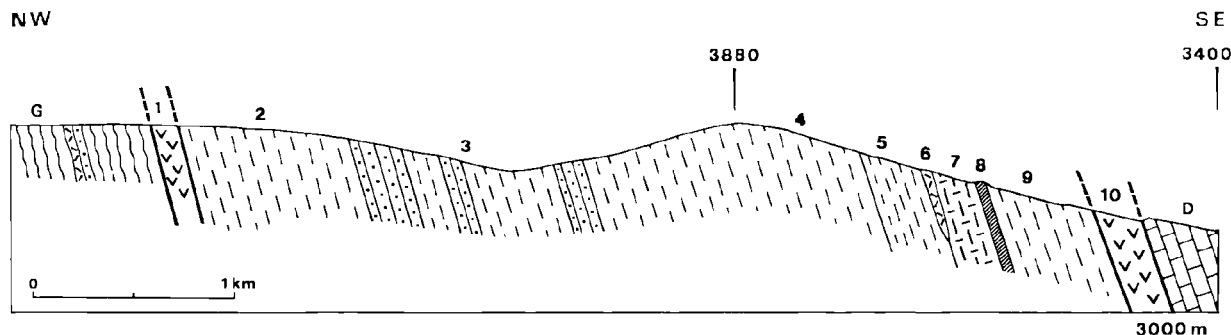


FIG. 2. — Coupe sur les crêtes de Jawkul.
G, gneiss de la série inférieure de Kalu. — D, calcaires dévoniens.

L'absence de contact stratigraphique normal entre le Dévonien fossilifère et la série supérieure de Kalu empêche par ailleurs toute déduction sur les rapports réels de l'une à l'autre.

II. — La série d'Hajigak

Ce terme s'applique à des calcaires dévoniens fossilifères, conservés dans une bande allongée de l'ENE à l'WSW sur une vingtaine de kilomètres, de Kalu à Khech. Les affleurements sont étroits, de 50 à 500 m, et ils ne sont point continus : il s'agit, en réalité, de panneaux successifs, limités de tous côtés par des failles. Au Sud de la bande principale, il en existe une seconde, très étroite, également fossilifère, entre le col d'Hajigak et la tour de Kalu (Pl. IX, fig. 1). Peut-être s'agissait-il de deux replis synclinaux, qui furent ensuite fortement comprimés et cassés lors des plissements post-néogènes, car les conglomérats rouges de cet âge sont pris dans cette tectonique intense. Nous donnons ici douze coupes successives à travers la série d'Hajigak (fig. 3). On remarquera l'allure très cassée des strates calcaires, qui sont, tantôt basculées vers le Sud ou vers le Nord, tantôt redressées à la verticale.

La stratigraphie de ce Dévonien fut assez laborieuse à établir. Hayden (1911) et Reed (1911) avaient reconnu pour la première fois le Dévonien supérieur, avec peut-être du Carbonifère. On trouvera dans la récente thèse de M^{lle} D. Brice (1970), la liste révisée des fossiles. Selon cet auteur, on est sûr maintenant que sont représentés le Frasnien et le Famennien. Certains Brachiopodes du Pic d'Hajigak (coupe 5) indiquent un Famennien supérieur élevé. Mais il n'y a pas de Carbonifère franc, contrairement à ce que l'on avait un moment envisagé d'après certains Polypiers, qui sont, en réalité, des espèces nouvelles du Dévonien.

III. — La série de l'Hilmend

D'après Hayden (1911), la série de l'Hilmend comprendrait toute l'immense zone schisteuse entre le col d'Hajigak et le col d'Unaï. En fait, il convient de l'arrêter à l'Hilmend et d'en exclure l'ensemble des roches métamorphiques qui va de l'Hilmend au col d'Unaï (travaux en cours de J. Blaise). Même ainsi restreinte, la série de l'Hilmend doit être divisée en deux groupes : les schistes et quartzites de Siah Sang et les schistes de Gardan Dewal.

A) LES SCHISTES ET QUARTZITES DE SIAH SANG.

Cette série constitue les montagnes de schistes et de quartzites au Sud du col d'Hajigak. Si l'on fait, par exemple, une coupe Nord-Sud sur les crêtes qui culminent à 3 987 m, entre le col d'Hajigak et le col de Kafzar, on trouve des schistes et douze fois des gros bancs de quartzites, replissés et répétés par des failles, et deux minces passées de calcaires à entroques.

Les schistes sont tantôt bleutés ou noirs, tantôt verdâtres et terreux. Dans ce dernier faciès, on trouve chaque fois en abondance de grands *Spirophyton* atteignant 30 cm d'envergure.

Les quartzites sont ordinairement en gros bancs, parfois en petits bancs décimétriques ou centimétriques. La base de certains gros bancs montre des figures de courants, d'aspects variés. Il y a aussi des passées de microconglomérats quartzeux. Immédiatement au Sud du col d'Hajigak, des quartzites en petits bancs contiennent de nombreux articles de tiges de Crinoïdes ; ils furent d'abord découverts par M. J. Stöcklin qui nous accompagnait en 1968.

Dans la vallée de Kharzar, les mêmes terrains sont affectés de nombreux replis dysharmoniques. Les *Spirophyton* sont également abondants dans les schistes verdâtres et les articles de Crinoïdes dans les quartzites.

Un filon de roche éruptive altérée se voit entre des bancs de quartzites, dans le vallon du Sursankul (fig. 3, coupe 2 bis).

Quel est l'âge de la série de Siah Sang ?

Hayden (1911) en faisait du Carbonifère, car il la voyait au-dessus du Dévonien. Mais tous les contacts sont tectoniques et on ne peut rien conclure de certain de cette position apparente.

Popol et Tromp (1954) l'attribuent au Dévonien inférieur, mais ils n'avancent pas de preuves. Le Lexique stratigraphique (Mennessier, 1961) fait une mise au point bibliographique. Desio (1960, 1961) et Martina (1963) reconnaissent que la stratigraphie du secteur demeure confuse. Eventjev, Firsov et Smirnov (1964) en font du Carbonifère, sans pouvoir apporter d'arguments paléontologiques. Ils figurent un *contact normal tout du long* entre les calcaires dévoniens et la série de Siah Sang, et ils indiquent un conglomérat de base du Carbonifère. En aucun point, nous n'avons pu observer une telle disposition.

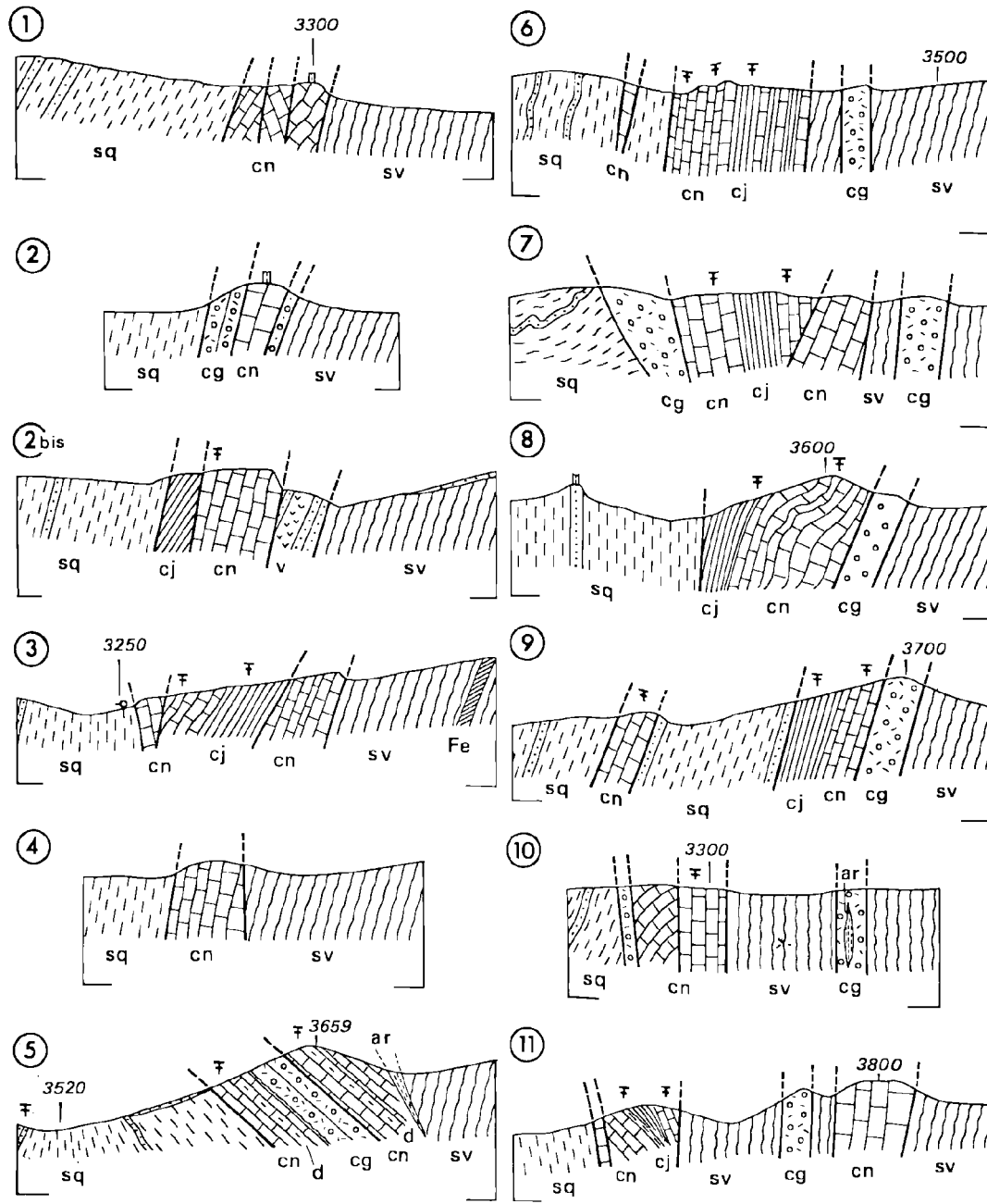


FIG. 3. — Coupes en série dans la région d'Hajigak.

1, Kalu ouest. — 2, Kalu est. — 2 bis, vallon de Sursankul. — 3, source de Kalu (gisement de Hayden). — 4, Ouest du col d'Hajigak. — 5, col et pic d'Hajigak. — 6, vallon au Nord du village d'Hajigak. — 7, vallée de Dewal. — 8, château de Kafirkala. — 9, montagne de Kafirkala. — 10, vallée de Kharzar. — 11, col de Khech.

Série supérieure de Kalu : sv, schistes verts. — Fe, hématite.

Série d'Hajigak : cn, calcaires noirs. — cj, calcaires jaunes et marnes. — d, dolomies à silex.

Série de Siah Sang : sq, schistes et quartzites. — v, roche volcanique.

Néogène : cg, conglomérats, brèches et grès rouges. — ar, argile rouge.

Nous avons nous-mêmes hésité et envisagé plusieurs hypothèses.

a) On ne peut voir, dans la série de Siah Sang, un retour de la série supérieure de Kalu. Les deux séries sont pétrographiquement très différentes.

b) Une attribution au Paléozoïque inférieur ne peut guère être retenue, car le type de sédimentation est fort différent de tout ce que nous connaissons assez bien maintenant en Afghanistan central.

c) L'opinion la plus plausible est qu'il s'agit de Carbonifère et les arguments sont les suivants :

— Les faciès de gros bancs de grès, souvent micro-conglomératiques, bien tranchés par rapport aux schistes encaissants, sont très typiques du Carbonifère dans les régions plus au Sud. Nous les suivons ainsi dans les zones synclinales, passant au-dessous du Permien, au Sud d'Unai, à Wardak, à Chaghna ; de là, nous les rattachons aux affleurements du Dacht-e-Nawar, où ils sont datés du Carbonifère supérieur par des fossiles.

— Ici même, nous pouvons faire état de traces de vie. Les grands *Spirophyton* sont abondants au Sud du col d'Hajigak. Or, des *Spirophyton* de même type et de même taille ont été trouvés par nous dans la région de Wardak, à Sarferaz, dans une série schisto-gréseuse semblable. Là, elle se trouve en position stratigraphique au-dessous du Permien inférieur à Fusulines et correspond bien au Carbonifère supérieur.

Nous avons déjà trouvé antérieurement, avec André Boutière, des grands *Spirophyton* analogues dans les schistes et grès carbonifères superposés au Dévonien, près de Bokan, à l'Est du Dacht-e-Nawar.

Les articles de Crinoïdes récoltés à Hajigak n'apportent rien par eux-mêmes et de tels organismes sont abondants en Afghanistan, du Silurien au Permien. Mais, d'après un renseignement que nous ont fourni les géologues soviétiques, des articles de Crinoïdes, mieux conservés et indiquant le Carbonifère, auraient été trouvés plus loin à l'Ouest, dans des schistes et quartzites analogues. Ainsi, quoiqu'on ne puisse rien tirer de certain de la position de la série de Siah Sang, toujours séparée du Dévonien par un contact anormal, il semble qu'on doive adhérer à la première interprétation de Hayden et en faire du Carbonifère pour des raisons sérieuses.

Au S du col de Kafzar, les schistes et quartzites de Siah Sang sont traversés par le granite intrusif du Koh-e-Baba, qui les métamorphose au contact en cornéennes à andalousite (cf. Martina, 1963). Au bord du massif, on voit des exemples de cornéennes incomplètement digérées à l'intérieur du granite. Ces observations confirment l'âge post-paléozoïque du granite du Koh-e-Baba.

B) LES SCHISTES DE GARDAN DEWAL.

A partir de Perkas, on passe à une série différente, qui affleure sur 7 km et va jusqu'à Gardan Dewal (fig. 1). Elle est surtout formée de schistes ardoisiers bleutés, qui se débitent en grandes dalles. Les bancs de quartzites y sont exceptionnels, lenticulaires, peu épais ; tout cela les différencie du Carbonifère.

Dans le vallon de Perkas, on observe des faciès particuliers : schistes bleutés fins, quartzites blancs et zonés, schistes noirs ampéliteux. Ceux-ci donnent lieu à des émergences de sources ferrugineuses. Il serait tentant de voir ici un faciès connu du Silurien ; mais cette suggestion n'a pu être confirmée par aucun argument.

Immédiatement au N de Gardan Dewal, J. Blaise a reconnu des bancs de calcaires interstratifiés dans les schistes ; en outre, dans cette zone, l'ensemble des schistes est affecté d'un métamorphisme bien caractérisé.

Nous comparerons volontiers l'ensemble schisteux de la série de Gardan Dewal à une partie des "schistes de Wardak", que nous connaissons plus au Sud et qui comprennent l'Ordovicien, le Silurien et le Dévonien. De toutes façons, cette partie de la coupe entre Parkas et Gardan Dewal ne doit pas appartenir au Carbonifère. De sorte que le terme "série de l'Hilmend" ne pourra être conservé comme désignant le Carbonifère en Afghanistan.

IV. — Les conglomérats néogènes

Il faut dire quelques mots des conglomérats rouges que l'on rencontre à plusieurs reprises et dans des positions inattendues, dans les montagnes d'Hajigak.

A) LES CONGLOMÉRATS ROUGES DE TAJAK.

En ce point, dans la haute vallée de Paymuri, existent de gros bancs de conglomérats rouges, formés d'éléments peu roulés de quartzites, de

schistes, de calcaires. Ils sont discordants sur les gneiss de la série inférieure de Kalu, bien que l'affleurement soit ordinairement faillé sur les bords. La ressemblance est telle avec les conglomérats du bassin de Bamyán, qu'il faut voir ici un petit bassin intra-montagneux indépendant, comparable à celui de Fatmasti situé au N du bassin de Bamyán (Lang, 1968). Il n'y a aucune raison de les rapporter à du Crétacé, inconnu sous ce faciès dans toute la région.

B) LES CONGLOMÉRATS VERTS DE SABZAW.

Il s'agit d'énormes bancs de conglomérats indurés, parfois rougeâtres, plus souvent gris ou verts, avec un ciment gréseux. Les galets sont d'origine proche, surtout des quartzites et des gneiss. Les bancs sont verticaux, schistosés, répétés plusieurs fois entre des bandes de gneiss de Kalu. J. Lang les a visités avec nous et n'hésite pas à les rapporter aux conglomérats de Zohak, dont l'âge Miocène est certain (Lang, 1968).

C) LES CONGLOMÉRATS ROUGES D'HAIJIGAK.

Ils s'observent de nombreuses fois depuis le village de Kalu jusqu'au col de Khech, en lames verticales coincées tectoniquement dans la série supérieure de Kalu, ou bien contre les calcaires dévoniens, ou bien au-dessous, ou même entre des strates dévoniennes. Les coupes de la fig. 3 indiquent ces types d'affleurements qui sont, de prime abord, assez trompeurs. Mais leur postériorité par rapport au Paléozoïque ressort de l'abondance des galets, d'ailleurs peu roulés, de dolomie et de calcaires noirs du Dévonien avec des fossiles. La présence de lentilles d'argiles rouges entre les bancs conglomératiques (fig. 3, coupe 10) augmente encore la ressemblance avec les conglomérats néogènes.

D) LES GRÈS ROUGES DU PIC D'HAIJIGAK.

Ce sommet (3 659 m) est formé par deux écaillés de calcaires dévoniens, poussées vers le Sud, entre lesquelles des grès rouges et des brèches à éléments quartzeux se trouvent coincés.

Les grès sont à grains de quartz anguleux, très mal triés ; ils contiennent des fragments de dolomie et de silex du Dévonien. Ils reposent en discordance sur le dos des calcaires de l'écaille inférieure, qu'ils ravinent ; c'est là le seul contact normal entre conglomérats et Dévonien que nous ayons pu noter (fig. 3, coupe 5).

Tous ces conglomérats révèlent l'existence de bassins intra-montagneux d'âge miocène. Ils ont été comprimés lors d'une intense phase de serrage, postérieure au Néogène, antérieure au Quaternaire. On ne peut évidemment pas les interpréter comme des conglomérats de base, ni du Dévonien, ni du Carbonifère et ils ne sont pas réellement interstratifiés dans le Dévonien, bien que toutes ces suppositions aient pu être avancées tout à tour.

V. — Les dépôts quaternaires

Une étude géomorphologique des montagnes d'Hajigak mériterait certainement d'être entreprise. Signalons au moins quelques dépôts quaternaires de la région.

GLACIATION. — De vraies moraines latérales et frontales, avec stades de retrait, s'observent au-dessus du village de Kalu et du col de Kafzar. Elles commencent sur les pentes nord des sommets 4 854 et 4 743 m et descendent jusque vers 3 750 m. Elles se raccordent à des auges glaciaires et à des cirques supérieurs, qui ne portent plus que des névés réduits, persistant tout l'été. Ils sont le témoin de glaciers qui ont existé au versant nord du Koh-e-Baba pendant le Quaternaire. Ils évoquent une période où les précipitations étaient notablement plus importantes qu'à l'heure présente, car si l'on enregistre en hiver entre -30° et -40° centigrades au col d'Hajigak, l'enneigement n'est pas tellement considérable.

Des remaniements fluvio-glaciaires sont à l'origine des épandages à gros blocs de granite blanc, qui recouvrent les pentes sur la rive ouest de la vallée de Siah Sang, ainsi que les alentours du village de Kalu (fig. 1).

PHÉNOMÈNES DE NIVATION. — Les accumulations de blocs d'hématite dans les ravins au versant sud du sommet 4 270 m, ne sont pas de simples éboulis, mais résultent de l'entraînement par les névés. Les étalements de blocs de minéral de fer au-dessus de la source de Kalu, à Pay Kotal, sont si abondants qu'on a envisagé de les exploiter directement. Ils paraissent dus, eux aussi, à un entraînement par la neige ou par la boue des fontes nivales. Il en va de même de certains éboulis dans les vallons des grandes montagnes schisteuses.

TERRASSES ALLUVIALES. — En remontant la vallée au Nord de Gardan Dewal, on suit tout du

long les restes d'une ou deux terrasses accrochées sur les versants de la vallée. Elles se relient aux remarquables terrasses du haut Hilmend.

A Haydar, on peut distinguer trois niveaux de terrasses ; elles sont horizontales et en discordance sur les schistes et les grès redressés de la série de Siah Sang.

DÉPÔTS LACUSTRES. — La lame de gneiss de Paymuri a barré un moment la rivière et déterminé un lac en amont sur environ 800 m de long (fig. 1). Le lac s'est vidé là où existe maintenant une cascade traversant les gneiss ; quelques pâturages et de pauvres cultures de blé se sont établis en amont sur les argiles lacustres et les graviers torrentiels.

TRAVERTINS CALCAIRES. — Les travertins de Paymuri prennent un développement considérable à la sortie de la gorge ; ils recouvrent même le torrent qui passe en dessous en tunnel. Ils sont manifestement liés à la grande fracture qui borde le bassin néogène de Bamyân, comme en témoignent les multiples émergences, actuelles ou anciennes, sortant des failles et fissures et aussi la pittoresque source chaude.

Des surcreusements comme ceux de Haydar et surtout des gorges de Paymuri témoignent, à n'en pas douter, d'un soulèvement récent de l'ensemble des montagnes d'Hajigak ; manifestement, les rivières torrentielles n'ont pas encore régularisé leur cours.

VI. — Essai d'interprétation structurale

Un ensemble essentiellement schisteux, comme celui de la région d'Hajigak, est difficile à dater ; par conséquent, son analyse structurale est également aléatoire.

Pourtant, avec les données stratigraphiques réunies ci-dessus, il apparaît maintenant que la région d'Hajigak doit correspondre à une large zone d'allure synclinale, dont le centre est occupé par du Carbonifère schisto-gréseux, très replissé.

De part et d'autre, on aurait un ensemble à prédominance schisteuse correspondant au Dévonien, au Silurien et à l'Ordovicien. Mais ce qui est trompeur, c'est que le Dévonien fossilifère du col d'Hajigak a un faciès tout à fait différent des quelques bancs calcaires dans une série schisteuse que l'on voit à Gardan Dewal. En outre, un métamorphisme récent affecte la série de Gardan Dewal, mais ne semble pas s'être développé de la même façon au col d'Hajigak.

Tout cet ensemble paléozoïque est encadré par des schistes cristallins précambriens : au N, la série inférieure de Kalu ; au S, les gneiss du Sud de Gardan Dewal et du col d'Unai reconnus par J. Blaise (renseignements inédits). La fig. 4 essaie d'interpréter selon ces vues une coupe schématique de Paymuri à Gardan Dewal.

Le granite intrusif du Koh-e-Baba étant postérieur au Carbonifère qu'il métamorphose et aux plissements du Paléozoïque qu'il recoupe, est probablement d'âge mésozoïque.

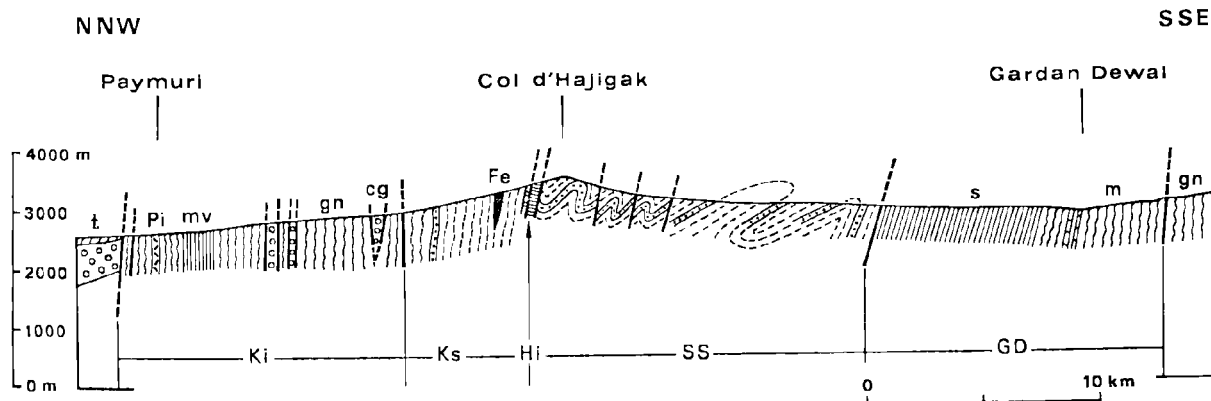


FIG. 4. — Coupe schématique entre Paymuri et Gardan Dewal.

Ki, série inférieure de Kalu. — Ks, série supérieure de Kalu. — Hi, série d'Hajigak. — SS, série de Siah Sang. — GD, série de Gardan Dewal. — cg, conglomérats néogènes. — Fe, hématite. — gn, gneiss. — m, zone métamorphique. — mv, micaschistes verts. — Pi, gneiss de Paymuri. — s, schistes sériciteux. — t, travertins.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BRICE D. (1970). — Etude paléontologique et stratigraphique du Dévonien de l'Afghanistan. *Thèse Lille et Notes et Mém. Moyen Orient*, t. XI.
- 2) DESIO A. (1960). — Riconizioni geologiche nell'Afghanistan. *Boll. Soc. geol. Ital.*, t. LXXIX, fasc. 3, p. 99.
- 3) DESIO A. (1961). — Qualche osservazione comparativa fra le serie stratigrafiche dell'Hindu Kush e del Tagikistan (Asie centrale). *Acad. Naz. Lincei*, Class. Sci., ser. VIII, t. XXX, fasc. 5, p. 650.
- 4) EVENTSEV I., FIRSOV V. et SMIRNOV M. (1964). — Geological map of Hajigak deposit region. 1/50 000. Ministry of Mines and Industries, Kabul. (Rapport inédit).
- 5) FABRIES J. et LANG J. (1970). — Quelques remarques sur les formations anténéogènes de la région de Bamian (Afghanistan central). *Bull. Soc. géol. France*, (7), XII, p. 108.
- 6) HAYDEN H.H. (1911). — The geology of Northern Afghanistan. *Mem. geol. Surv. India*, XXXIX, p. 1.
- 7) JACQUEMOND J. (1967). — Complexe sidérurgique Hajigak-Maidan. Avant-projet. Rapport A.S.M.I.C.
- 8) LANG J. (1968). — La série néogène de Bamian (Afghanistan). *C.R. Ac. Sc.*, t. 266, p. 2383.
- 9) LAPPARENT A.F. DE (1961). — Un gisement de minéral de fer en Afghanistan central. *C.R. Ac. Sc.*, t. 253, p. 2556.
- 10) LAPPARENT A.F. DE et LE MAÎTRE D. (1963). — Sur le Dévonien du Koh-e-Baba en Afghanistan. *C.R. somm. Soc. géol. France*, p. 188.
- 11) LAPPARENT A.F. DE, BOULADON J. et LAVIGNE SAINTE-SUZANNE J. DE (1964). — Nouvelles données sur le minéral de fer d'Hajigak en Afghanistan. *C.R. Ac. Sc.*, t. 259, p. 1183.
- 12) MARTINA E. (1963). — New data on the Devonian of Afghanistan. *Riv. ital. Paleont.*, LXIX, n° 4, p. 545.
- 13) MENNESSIER G. (1961). — Afghanistan. *Lexique stratigr. internat.*, vol. III, fasc. 9 a.
- 14) POPOL S.A. et TROMP S.W. (1954). — The stratigraphy and main structural features of Afghanistan. *Koninkl. Nederl. Akad. Wetens, Proc.*, sér. B, 57, n° 3, p. 370.
- 15) REED F.R.C. (1911). — Devonian fossils from Chitral, Persia, Afghanistan and the Himalayas. *Rec. geol. Surv. India*, XLI, pt. 2, p. 86.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

FIG. 1. — Le site de Kalu, vu de la source d'Hajigak vers l'Ouest.

Lame de calcaires dévoniens coincés dans les schistes et quartzites de Siah Sang. A gauche, vallon de Sursankul (coupe 2 bis de la fig. 3). A droite, la tour de Kalu (coupe 2 de la fig. 3). A l'arrière-plan, granite du Koh-e-Baba et topographie glaciaire.

FIG. 2. — La montagne d'Hajigak (4 270 m).

Au premier plan (altitude 4 122 m), masse d'hématite; elle est faillée au col à droite. Puis, schistes et schistes verts de la série supérieure de Kalu, avec deux bandes d'hématite. A l'arrière-plan, le pic d'andésite du Koh-e-Baba (5 056 m).

«»



Sporomorphes *in situ* de quelques Parispermées (Neuroptéridées) du Carbonifère (*)

par Jean-Pierre LAVEINE (**)
(Planches X à XXIV)

Sommaire. — Ce travail est essentiellement consacré à l'étude des sporomorphes *in situ* des Parispermées (genres *Paripteris* GOTHAN et *Linopteris* PRESL), étude réalisée au microscope optique et au microscope électronique à balayage. Dans une première partie toutefois, la structure des *Potonica* (organes reproducteurs mâles des Parispermées) a été réexaminée ; les observations recueillies permettent de montrer que l'interprétation couramment admise depuis les travaux de Halle en 1933 est erronée.

Summary. — This work deals mostly with the study of the *in situ* sporomorphs of some "Parispermées" (genus *Paripteris* GOTHAN and *Linopteris* PRESL), study made by light microscope and scanning electron microscope. In a first part however, the structure of *Potonica* (male reproductive organs of "Parispermées") has been re-examined ; the results prove that the common admitted interpretation since Halle's 1933 works is erroneous.

Introduction.

Les Neuroptéridées ont été divisées en trois groupes : Neuraléthospermées, Neurodontospermées, Parispermées, en fonction des différences importantes existant au niveau de l'architecture générale de la fronde (Laveine, 1967).

Le groupe des Parispermées est très homogène, tant au niveau des frondes dans lesquelles les dichotomies sont généralement nettes et où les extrémités des pennes de ce dernier ordre se terminent par deux pinnules de taille inférieure aux pinnules adjacentes (= Neuroptéridées paripinnées) qu'au niveau des organes mâles de reproduction désignés sous le terme générique *Potonica* ZEILLER. Ces organes reproducteurs étaient groupés en pennes (et peut-être en frondes) spécialisées. Leur attribution aux Parispermées (comportant au point de vue feuillage les genres *Paripteris* GOTHAN et *Linopteris* PRESL) n'a jamais pu se faire que sur la base d'une association pratiquement constante avec des pinnules des genres cités ci-avant. Cette attribution est néanmoins considérée comme sûre, étant donné la fréquence des cas où cette correspondance a été notée.

(*) Cette communication a été présentée le 17 Mars 1971.

(**) Laboratoire de Paléobotanique, bâtiment S.N.5, Université des Sciences et Techniques, B.P. 36, 59-Villeneuve d'Ascq.

Le présent travail consiste en une étude des sporomorphes extraits des *Potonica* trouvés en association avec diverses espèces essentiellement westphaliennes appartenant aux genres *Paripteris* et *Linopteris*. Cette étude a été entreprise dans l'espoir d'obtenir à la fois des renseignements systématiques supplémentaires sur les espèces du groupe des Parispermées, définies uniquement par les caractères du feuillage, et d'en retirer des indications utilisables par la palynologie stratigraphique.

Remarques sur le genre *Potonica* ZEILLER.

Le genre a été créé par Zeiller (1899) avec, pour espèce unique, *P. adiantiformis*, en même temps d'ailleurs qu'un second genre, *Plinthiotheca*, avec l'espèce *P. anatolica*. Ces deux genres étaient rangés par Zeiller sous l'étiquette "Appareils reproducteurs d'attribution incertaine".

Très rapidement, l'appartenance de ces appareils reproducteurs aux végétaux du groupe des Parispermées fut reconnue.

Carpentier (1911, 1913, 1929) et P. Bertrand (1913, 1926), après examen d'un grand nombre d'échantillons, arrivent à la conclusion que les *Potonica* sont des organes en forme de cloche surbaissée ou de coupe, portant sur une face (supérieure pour Carpentier, inférieure pour P.

Bertrand) de nombreux microsporangés groupés en sores de 2 ou 4. La figure 1 du texte présente les reconstitutions de *Potonia* par A. Carpentier et P. Bertrand.

Toutefois, les faits d'observation sur lesquels s'appuyaient ces deux auteurs n'étaient pas suffisamment solides pour que leurs conclusions soient incontestables. C'est pourquoi Halle (1933a), lors d'une étude extrêmement importante et approfondie de bon nombre d'organes reproducteurs supposés appartenir aux Ptéridospermées, conteste les interprétations de l'architecture des *Potonia* données par Carpentier et P. Bertrand.

Partant des indications fournies par des macérations et des sections de fragments charbonneux, Halle arrive à la conclusion que la fructification *Potonia adiantiformis* a la forme d'une coupe large et basse, probablement formée par une pinule ; du fond de la coupe irradient des sporangés longs et tubuleux, libres, qui emplissent toute la coupe et en dépassent probablement quelque peu le bord. La figure 2 du texte donne la reconstitution de *Potonia adiantiformis* par Halle.

Par la suite, ni Carpentier, ni P. Bertrand ne devaient revenir sur l'interprétation de Halle qui avait d'ailleurs pris soin, la même année, de publier un extrait de son travail, relatif à *Potonia adiantiformis*, à la Société Géologique du Nord (1933b). Seuls F. Stockmans et Y. Willière (1961), figurant des *Potonia* du Westphalien A de la Belgique, écrivent (p. 102) : "Comme sur les échantillons figurés par nos devanciers [Carpentier et P. Bertrand], les sporangés paraissent groupés ; le savant professeur suédois [Halle] estime après étude des structures que c'est là un effet de conservation et de superpositions de rangées imbriquées", phrase où l'on perçoit une légère restriction en ce qui concerne l'interprétation de Halle. Ces deux auteurs soulignent également (p. 102) que le *Plinthiotheca anatolica* ZELLER est un *Potonia* voisin de *Potonia composita*, de dimensions plus élevées. Halle, pour sa part, (1933a, p. 77), déclare que le genre *Plinthiotheca* ZELLER doit probablement être rangé parmi les *Potoniinae*, encore qu'il n'arrive pas à se faire une idée claire de la structure des organes de ce genre.

Il est exact que les organes reproducteurs appartenant aux genres *Potonia* et *Plinthiotheca*, à limbe coriace et épais, conservés à l'état de compressions, ne laissent pas entrevoir clairement leur constitution. Un seul *Potonia*, suffisamment

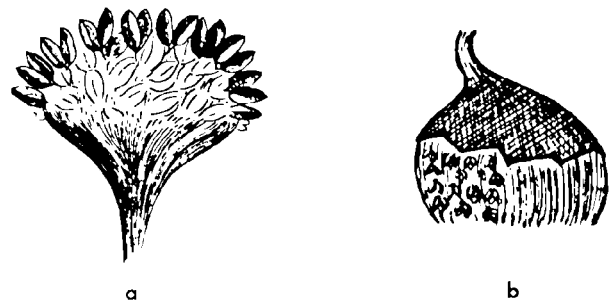


FIG. 1. — Reconstitutions de *Potonia*.
a, d'après Carpentier 1913, p. 387, fig. 84 du texte ;
b, d'après P. Bertrand 1926, fig. page 75 du texte.

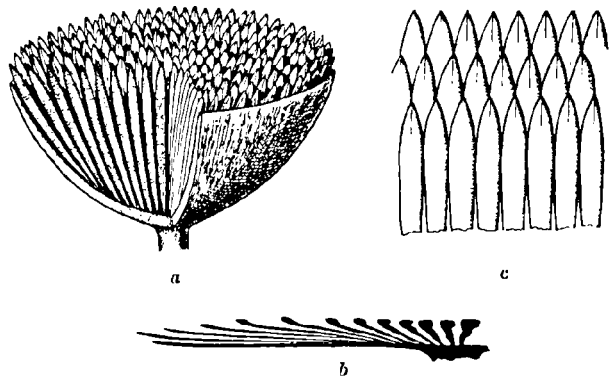


FIG. 2. — Reconstitution de *Potonia adiantiformis* d'après Halle 1933.

a, reconstitution de l'ensemble, coupé dans la partie gauche pour montrer les sporangés, Gr. = 2 ; b, schéma illustrant le résultat probable d'une compression verticale sur la fructification, Gr. = 4 ; c, schéma montrant, après compression, les sommets des sporangés imbriqués, simulant des sporangés courts et elliptiques.

bien conservé, me permet de corriger l'interprétation de Halle et d'en revenir à une conception de la structure proche de celles données par Carpentier et P. Bertrand, et ceci de façon d'autant plus sûre que Halle avait utilisé, pour établir son interprétation, des échantillons fournis par P. Bertrand et venant des Houillères de Merlebach, localité d'où vient une bonne partie des échantillons figurés dans ce travail et récoltés également par P. Bertrand [comparer les échantillons figurés par Halle (1933a) en 2, 3 et 4 Pl. 11 avec nos figures 5a, Pl. XX ; 1b, Pl. XXII et 7, Pl. XXII, partie gauche de la figure].

L'observation des *Potonia* les mieux conservés permet les déductions suivantes, pour la plupart déjà signalées par d'autres auteurs :

— La fructification *Potoniaea* a la forme d'une coupe ou d'une cloche très surbaissée portée par un pédoncule assez grêle.

L'échantillon figuré en 1a, Pl. XVI, qui représente un *Potoniaea* aplati latéralement, permet de se faire une idée de la forme générale de l'organe.

— Le limbe constituant la paroi de la coupe est assez épais, d'aspect coriace (Pl. XV, fig. 5b ; Pl. XX, fig. 5b ; Pl. XXII, fig. 1b) et possède une structure radiaire qui a pour centre le point d'attache du pédoncule.

Cette structure radiaire est bien visible lorsque le *Potoniaea* est comprimé plus ou moins perpendiculairement à l'axe du pédoncule et que l'on a affaire à un positif ou un négatif de la face externe du *Potoniaea* (Pl. XVIII, fig. 3a ; Pl. XX, fig. 5a et 5b ; Pl. XXII, fig. 1b et 7a). Cette structure radiaire, apparemment coriace, est certainement due à des nervures irradiant de la base du pédoncule et accompagnées par des paquets de fibres (Pl. XXII fig. 5b). Dans la masse charbonneuse, on aperçoit parfois des éléments allongés, parfois bifurqués, bien cylindriques, formés de matière organique assez brillante et qui correspondent peut-être à des canaux gommeux, fréquents chez les Ptéridospermées de ce groupe.

Le bord de la coupe est légèrement indenté, un autre des *Potoniaea* portés sur la plaque de schiste figurée partiellement en 5, Pl. XX, montre cette indentation sur cette portion du bord, malheureusement, le manque de contraste ne permet pas de fournir une photographie satisfaisante de ce détail.

— Le limbe porte sur sa face interne des microspores habituellement groupés en sores de quatre.

Lorsque le *Potoniaea* est aplati perpendiculairement à l'axe du pédoncule et montre la face opposée au point d'attache du pédoncule, les microspores sont généralement comprimés très irrégulièrement et il est difficile de déceler une structure quelconque dans la masse charbonneuse (Pl. XIX, fig. 1b). Dans certains cas, on devine néanmoins une certaine organisation des microspores en boursoffures relativement séparées, ordonnées de façon tout à la fois concentrique et radiaire (Pl. XX, fig. 5a). Si le *Potoniaea* a été comprimé quelque peu obliquement, un nombre variable de microspores sont visibles sur les bords (Pl. XIII, fig. 4a, 4b). Dans des cas un peu plus favorables encore, de nombreux microspores

sont assez bien distincts (Pl. XI, fig. 4a, 4b) et paraissent relativement courts par rapport aux dimensions générales de l'organe. Pour expliquer la structure de tels échantillons, Halle suppose que cet aspect est le résultat de la superposition de rangées imbriquées de longs sporanges (voir figure 2c du texte). Tout en n'ayant jamais été personnellement très convaincu par cette interprétation (Laveine, 1967, p. 37, fig. 1 du texte, J, J'), il est évident qu'il fallait trouver un échantillon qui laisse plus clairement entrevoir l'organisation générale pour trancher la question. Or, j'ai eu la chance de trouver, dans les collections rassemblées par P. Bertrand, un échantillon de *Potoniaea* fragmentaire mais qui montre néanmoins très bien que les sporanges ne sont pas longs et n'irradient pas du centre de la coupe, comme le prétend Halle, mais sont au contraire relativement courts, ovoïdes et groupés par sores de quatre. Cet échantillon est figuré en 8, 8a-d, Pl. XXI. La figure 8a représente un grossissement $\times 3$ de l'échantillon. On y voit un peu partout des microspores assez bien individualisés. La flèche indiquant la région où les microspores sont le mieux différenciés. Sur la figure 8b (gr. $\times 4$), le tiret noir souligne les contours des microspores appartenant à 3 sores voisins, et la figure 8c est une seconde photographie au même agrandissement, mais sans tiret cette fois, pour permettre la comparaison de ces deux figures ; les flèches sont dirigées exactement de la même manière et parallèlement à la disposition radiaire des sores. La figure 8d est un agrandissement au grossissement $\times 8$ de la région précédente, la mise au point est évidemment difficile à réaliser sur un ensemble qui est loin d'être plan, mais les sores de microspores y sont cependant très nettement visibles.

Un microspore se présente sous la forme d'un petit corps ovoïde, en moyenne de 2 à 4 mm de long sur 1 à 2 mm de large, portant du côté du centre du sore un sillon longitudinal. Les files cellulaires de l'enveloppe (Pl. XI, fig. 4b) sont orientées en courbes plus ou moins emboîtées par rapport à ce sillon. Ce dernier correspond très certainement à la ligne de déhiscence du microspore. Ce sillon (Pl. XXI, fig. 8d, sore droit), est évidemment représenté par une carène sur les empreintes à l'état de négatifs (Pl. XI, fig. 4b).

La figure 3 du texte résume ces quelques déductions faites à partir de l'observation des spécimens de *Potoniaea* les mieux préservés à ce point de vue.

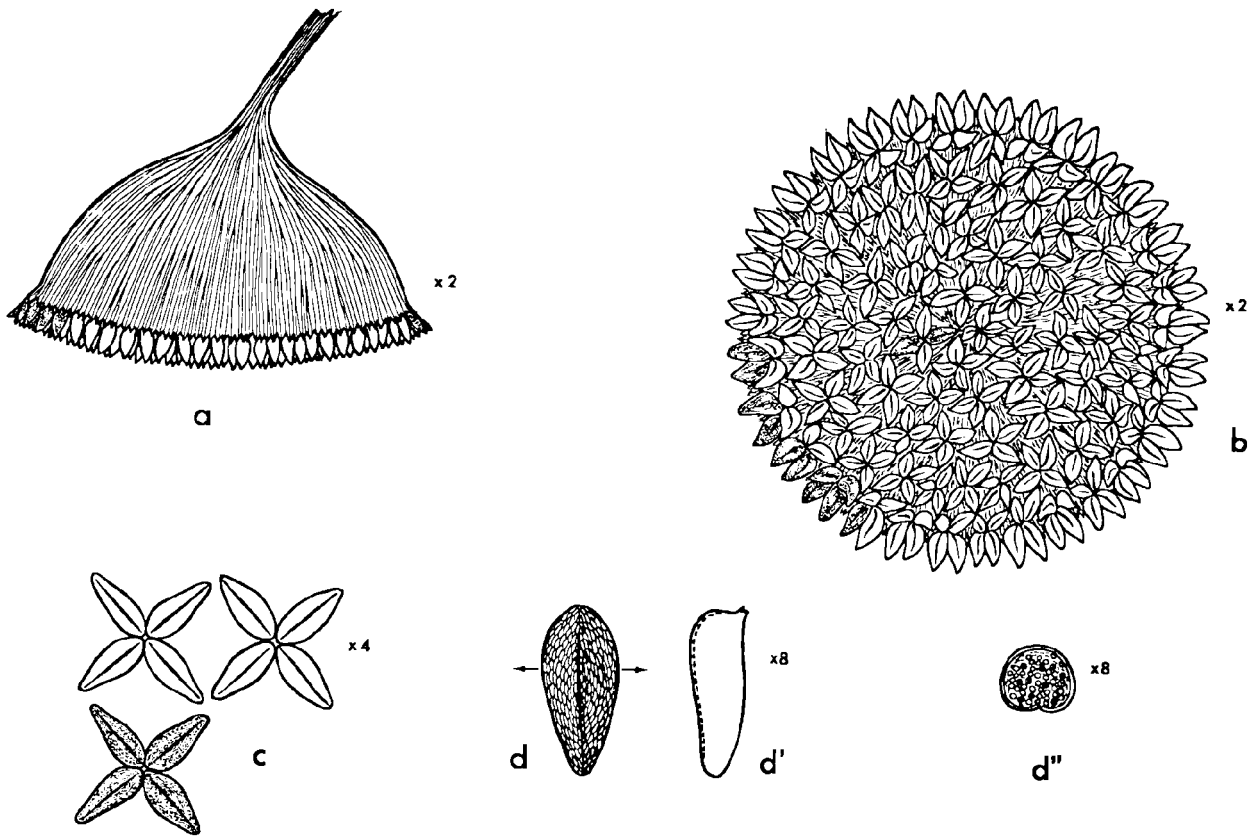


FIG. 3. — Reconstitution de *Potonia*.

a, vue latérale de l'ensemble (Gr. = 2); b, vue de dessous montrant les sores de microsporangies avec leur ligne de déhiscence (Gr. = 2); c, groupe de trois sores de microsporangies montrant le groupement de ces derniers par quatre (Gr. = 4); d, d', d'', vues de face, de profil et en coupe d'un microsporangie schématisant le réseau cellulaire superficiel et indiquant la position de la ligne de déhiscence.

D'autre part, certains échantillons immatures (Pl. XXIV, fig. 1a, 1b, 1c), et ceci semble être prouvé par les spores qui en ont été extraites (Pl. XXIV, fig. 3-6), montrent que les microsporangies à l'état jeune paraissent noyés dans un feutrage de paraphyses. Il est probable qu'ils ne dépassaient le niveau de ces paraphyses qu'arrivés à maturité. C'est certainement la raison pour laquelle certains auteurs ont décrit les microsporangies comme étant enfoncés dans l'épaisseur du limbe.

Compte tenu de tous ces faits, il est évident que le genre *Plinthiotheca* tel qu'il est décrit par Zeiller est identique au genre *Potonia*. En fait, l'apparence distincte des échantillons figurés par Zeiller tient probablement à un état différent de maturité des appareils reproducteurs et aussi en partie à l'angle de compression variable lors de

la fossilisation. Il apparaît assez normal de supposer que les *Potonia* plus ou moins immatures étaient de forme conique ou en cloche assez fermée et qu'ils s'épanouissaient largement à maturité afin de faciliter la dispersion des spores, ce qui expliquerait finalement le nombre important d'échantillons rencontrés aplatis perpendiculairement à l'axe et ayant ainsi plus souvent l'habitus *Plinthiotheca* que *Potonia*.

Le genre *Potonia* étant largement utilisé dans la littérature pour désigner les organes reproducteurs mâles des Parispermées et ayant été décrit en premier par Zeiller, c'est donc ce terme qu'il convient de conserver, encore que, pratiquement, l'appellation *Plinthiotheca* et la description qu'en donne Zeiller soient plus explicites, mais ce point n'a finalement que peu d'importance.

Etude des spores (*) *in situ* de quelques espèces de Parispermées.

Les espèces étudiées appartiennent aux genres *Paripteris* et *Linopteris*. Il a déjà été signalé dans l'introduction que l'attribution des *Potonia* n'a pu être faite que sur la base de l'association. On ne peut donc tirer de cette étude que des conclusions extrêmement prudentes, mais l'extension des études sur les spores dispersées rend de plus en plus nécessaires les études sur les spores *in situ*, afin d'essayer de raccorder les résultats palynologiques aux résultats paléobotaniques. Il est évident que c'est seulement par l'examen d'un nombre suffisamment élevé d'échantillons que, en plus des inconvénients liés aux différences de maturation des organes reproducteurs étudiés, pourront être éliminées au mieux les erreurs possibles, inhérentes au fait que l'association des *Potonia* avec l'espèce définie par le feuillage présent sur la plaque de schiste implique, faute de connexion directe, une relation spécifique probable, mais jamais absolument certaine.

L'étude des rapports des divers échantillons de *Potonia* avec les espèces décrites dans la littérature sous un nom spécifique particulier a été laissée de côté. Quelques indications à ce sujet pourront éventuellement se trouver dans le cours des différentes descriptions, mais sans aucune implication systématique, car il semble que l'on ne puisse pas aller bien loin dans cette direction, compte tenu de l'état de fossilisation de la plupart des échantillons. Les *Potonia* ici étudiés sont tout simplement attribués à l'espèce (**), définie par les caractères du feuillage, présente sur le schiste.

Pour la description des images de la surface externe des spores observées au microscope électro-

(*) Ces spores ont été étudiées au microscope optique (marque Leitz, type Ortholux) et au microscope électronique à balayage (marque Cambridge, type Stereoscan). La métallisation nécessaire pour ce dernier procédé d'observation a été réalisée à l'or-palladium.

Je tiens à témoigner ma reconnaissance à Messieurs les Professeurs M. Durchon et E. Vivier, qui m'ont autorisé à travailler sur le Stereoscan du Centre de Recherches sur la Cellule de l'Université de Lille.

Je remercie Monsieur D. Vinckier, Assistant, dont les conseils m'ont été précieux, et tout particulièrement mon ami, Monsieur A. Bart, Maître de Conférences, qui a bien voulu passer de nombreuses heures à m'initier aux techniques d'utilisation du Stereoscan.

(**) Pour la définition de la plupart des espèces, voir Laveine 1967.

nique à balayage, la terminologie mise au point par Y. Reyre (1968) lors de son étude des grains de pollen des Gymnospermes et Chlamydospermes a été utilisée afin de conserver au maximum une certaine homogénéité dans les travaux utilisant le Stereoscan, mais, ainsi que nous le verrons par la suite, le nombre des faits d'observation est encore de loin trop insuffisant pour permettre des conclusions définitives.

Soixante dix-huit spécimens de *Potonia* ont été traités, trente et un, se répartissant entre diverses espèces de *Paripteris* et de *Linopteris*, ont donné des résultats plus ou moins satisfaisants.

Genre *PARIPTERIS* GOTHAN

Paripteris pseudogigantea H. POTONIÉ (Pl. X)

HOLOTYPE : *Neuropteris pseudo-gigantea* H. POTONIÉ 1897, Lehrbuch der Pflanzenpal., Lief. 1, fig. 102 du texte.

L'espèce est typiquement westphalienne et caractéristique du Westphalien B/C. Treize échantillons ont été traités. Un seul, figuré Pl. X, a donné des résultats satisfaisants. Il provient de Bruay, Siège n° 6, 8^{me} veine (partie supérieure du faisceau d'Ernestine) ; réf. N 1449.

La plaque de schiste (9 × 7 cm) porte 13 pinnules éparses, du type rangé un moment par Bell (1938) sous le nom de *P. aculeata*. Un seul fragment de *Potonia* (Pl. X, fig. 1, 1a) assez mal conservé, fortement charbonneux, de 6 × 2 mm, existe sur cette plaque ; il s'agit probablement d'une partie du bord distal de l'organe. La macération a fourni de nombreuses spores (Pl. X, fig. 2-5) trilètes (marque peu visible), ovales à subcirculaires et paraissant ornées de très petits cônes. Elles seraient désignées du point de vue spores dispersées peut-être sous l'appellation *Punctatisporites* ou peut-être dans le cas présent sous le nom de *Crassispora (Planisporites) kosankei*.

L'observation au Stereoscan montre que la sculpture peut être apparemment simple, rugueuse (fig. 7, 7a) ou mamelonnée (fig. 8), ou double, hétéromorphe à petites verrues et glomérules (fig. 6a, c), avec des cas intermédiaires (fig. 9-10).

Nombre de spores mesurées : 50. Taille : entre 56 et 96 μ , maximum entre 72 et 88 μ .

Paripteris linguaefolia P. BERTRAND
(Pl. XI - XIV)

HOLOTYPE: *Neuropteris linguaefolia* P. BERTRAND 1930, Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. - Flore fossile, 1^{er} fasc., Neuroptéridées, p. 31-32, Pl. XV.

Comme la précédente, c'est une espèce typiquement westphalienne, abondante surtout dans le Westphalien B supérieur et dans le Westphalien C.

Onze échantillons ont été traités, cinq ont donné des résultats plus ou moins satisfaisants et sont figurés ici.

— Echantillon Pl. XI, fig. 1, provenant de Crespin, terris (Westphalien C, faisceau de Six-Sillons ou d'Ernestine) ; réf. N 309.

La plaque de schiste (17 × 5 cm) porte six pinnules éparses de *P. linguaefolia* et trois *Potonia* dont deux en connexion avec un axe grêle (Pl. XI, fig. 1a), le troisième ne montrant plus qu'un fragment de pédoncule se dirigeant vers cet axe. Ces *Potonia* sont aplatis plus ou moins latéralement et il est impossible de préciser leur architecture ; le plus grand mesure 9 mm de large sur 5 mm de haut. La conservation des spores est très moyenne. Elles sont trilètes, ovoïde-arrondies (Pl. XI, fig. 2, 3) et plus ou moins de type *Punctatisporites*, certaines paraissant immatures.

Nombre de spores mesurées : 9. Taille : entre 56 et 92 μ .

— Echantillon Pl. XI, fig. 4, provenant de Merlebach, Siège n° 5, entre veines n° 19 et n° 20 (partie supérieure du faisceau de Neunkirchen) ; réf. Neur HBL 489.

La plaque de schiste porte cinq pinnules éparses de *P. linguaefolia* et un seul *Potonia* de grande taille (30 × 20 mm), relativement bien conservé et aplati plus ou moins perpendiculairement à l'axe. Les sporanges y sont bien visibles (Pl. XI, fig. 4a, 4b), de dimensions approximatives moyennes : 3 mm de long sur 1 mm de large.

Les spores obtenues (Pl. XI, fig. 5-7) sont trilètes, ovoïde-arrondies, de type *Punctatisporites*.

Nombre de spores mesurées : 11. Taille : de 76 à 132 μ ; branches de l'Y atteignant la moitié ou les 2/3 du rayon de la spore.

Les éléments de sculpture observés au Stereoscan (Pl. XI, fig. 8 ; Pl. XII) montrent des variations assez larges tout en se situant dans un même type général. La spore fig. 8b, Pl. XI possède une

ornementation crépie isomorphe hétérométrique à verrues et quelques glomérules ; sur la fig. 1b, Pl. XII, la sculpture est rugueuse bosselée avec quelques rares glomérules ; les fig. 3b, 2b, 4a et 5 montrent une sculpture double avec une ornementation de premier niveau mamelonnée ou crépie à verrues, à éléments dont la taille augmente, dans l'ordre des figures citées, et un second niveau de glomérules de taille variable, très irrégulièrement répartis.

— Echantillon Pl. XIII, fig. 1 ; même provenance que le précédent ; réf. Neur HBL 490.

La plaque de schiste (4 × 4 cm) porte cinq pinnules éparses et un seul *Potonia* (Pl. XIII, fig. 1a) elliptique, de 25 × 30 mm, bien aplati, avec matière charbonneuse bien conservée. Quelques sporanges (longueur moyenne 3 mm) montrent leur ligne de déhiscence. Les spores obtenues, ovoïde-arrondies, trilètes, ont une ornementation variable, dont le type est assez difficile à préciser. Certaines d'entre elles auraient certainement, du point de vue dispersé, été rangées sous l'appellation *Verrucosisporites* (Pl. XIII, fig. 2-3).

Nombre de spores mesurées : 14. Taille : entre 80 et 128 μ .

— Echantillon Pl. XIII, fig. 4, provenant de Petite Rosselle, sondage Simon Gras I à 621,30 m (partie supérieure du faisceau de Neunkirchen).

La rondelle de carotte (diamètre 12 cm) porte quatorze pinnules éparses dont une est figurée en 4c, Pl. XIII, et un seul *Potonia* aplati en partie latéralement et qui montre très nettement, sur un bord, des groupes de sporanges (fig. 4b). Les spores sont de type *Punctatisporites* (Pl. XIII, fig. 5).

Nombre de spores mesurées : 6. Taille : entre 80 et 108 μ .

L'ornementation, observée au Stereoscan (Pl. XIII, fig. 6-7 ; Pl. XIV, fig. 1-3) se montre ici aussi homogène dans l'ensemble, mais avec d'assez grandes variations dans le détail : mamelonnée-bosselée (Pl. XIII, fig. 7), avec en plus des glomérules (Pl. XIII, fig. 6), ou grumeleuse avec glomérules (Pl. XIV, fig. 2-3). Certaines spores (Pl. XIV, fig. 1) semblent avoir la membrane couverte par endroits de fragments aplatis, de forme irrégulière. Il est impossible de savoir pour l'instant s'il ne s'agit pas d'une corrosion partielle de la spore ou de débris étrangers qui se seraient peut-être déposés lors de la fossilisation.

— Echantillon Pl. XIV, fig. 4, provenant de Petite Rosselle, sondage Simon Gras I à 622,20 m (partie supérieure du faisceau de Neunkirchen).

La rondelle de carotte présente sur ses deux faces un fouillis de pinnules appartenant uniquement à *Paripteris linguaefolia*. L'une des faces porte un seul *Potonia*, légèrement incomplet (Pl. XIV, fig. 4a), avec une partie bien charbonneuse montrant la face supérieure du *Potonia* fortement striée, la partie dépourvue de charbon laissant voir l'empreinte des sporanges sur le schiste. L'autre face porte 4 fragments de *Potonia* bien charbonneux mais mal aplatis et à structure indistincte. Les spores fournies par le premier *Potonia* (fig. 4a) sont trilètes, ovales ou ovo-arrondies (Pl. XIV, fig. 5-8), plus ou moins de types *Punctatisporites*, ou *Planisporites*, quelques-unes avoisinant plus ou moins le type *Verrucosisporites* (Pl. XIV, fig. 5).

Nombre de spores mesurées : 50. Taille : entre 64 et 120 μ ; maximum entre 80 et 104 μ . Longueur des branches de l'Y comprise entre le tiers et la moitié du rayon de la spore.

La sculpture observée au Stereoscan semble être rugueuse bosselée ou raboteuse à verrues (Pl. XIV, fig. 10). Certaines spores possèdent une exine plus déchiquetée (Pl. XIV, fig. 9, 9a-b). Il est difficile pour l'instant de préciser si cet aspect correspond à une ornementation naturelle de l'exine ou s'il est dû à l'action de facteurs secondaires.

Paripteris linguaenova P. BERTRAND
(Pl. XV)

HOLOTYPE : *Neuropteris linguaenova* P. BERTRAND 1930, Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. - Flore fossile, 1^{er} fasc., Neuroptéridées, p. 29-31, Pl. XIII-XIV.

Cette espèce a souvent été mise en synonymie avec *P. gigantea* STENBERG. Tout en ayant de nombreux caractères communs avec cette dernière, *P. linguaenova* semble toutefois en différer par ses nervures très fines et très serrées.

Malheureusement, l'espèce n'est pratiquement connue qu'en un point, par de nombreux échantillons il est vrai, mais il serait nécessaire de multiplier les récoltes pour prendre parti au sujet de la validité de l'espèce.

Sept échantillons ont été traités, quatre ont donné des résultats assez médiocres et sont figurés ici.

— Echantillon Pl. XV, fig. 1, provenant du Siège de Sainte Fontaine, étage 451, recherche vers le puits 5 à 460 m (partie moyenne du faisceau de Neunkirchen) ; réf. Neur HBL 484.

La plaque de schiste (11 \times 6 cm) porte cinq pinnules éparses et un seul *Potonia* aplati latéralement (Pl. XV, fig. 1a), de 10 mm de haut sur 11 mm de large. En un endroit, on devine à la loupe binoculaire deux paquets de trois microsporangies paraissant converger en un point. Ces microsporangies ont une longueur moyenne de 2 mm et portent un réseau cellulaire plus ou moins visible, formé de cellules allongées et étroites. Les spores obtenues sont trilètes, ovo-arrondies, à exine plus ou moins verruquée ou rugulée (Pl. XV, fig. 2 et 3). L'une d'entre elles, observée au Stereoscan (Pl. XV, fig. 4a-c), montre une sculpture rugueuse avec quelques glomérules épars.

Nombre de spores mesurées : 6. Taille : entre 100 et 140 μ .

— Echantillon Pl. XV, fig. 5, provenant du Siège Sainte Fontaine, veine W (base de la partie moyenne du faisceau de Neunkirchen) ; réf. Neur HBL 457.

La plaque de schiste (27 \times 16 cm) porte un fouillis de pinnules, quatre *Potonia* assez bien conservés et un cinquième fragmentaire. Ces *Potonia* ont en moyenne de 10 à 17 mm de large, avec assez peu de matière charbonneuse conservée. Les spores obtenues sont trilètes, ovo-arrondies, à exine plus ou moins verruquée (Pl. XV, fig. 6-7).

Nombre de spores mesurées : 11. Taille : entre 72 et 120 μ .

— Echantillon Pl. XV, fig. 8, même origine que le précédent ; réf. Neur HBL 460.

Le fragment de schiste (5 \times 3,5 cm) porte cinq pinnules éparses et un *Potonia* conique (Pl. XV, fig. 8, 8a), de 7 mm de large sur 7 mm de haut. Quelques microsporangies (longueur moyenne : 2,5 mm) sont visibles à la loupe binoculaire. Les spores obtenues sont trilètes, ovo-arrondies, à exine plus ou moins verruquée (Pl. XV, fig. 9).

Nombre de spores mesurées : 22. Taille : entre 80 et 124 μ ; maximum entre 100 et 108 μ .

— Echantillon Pl. XV, fig. 10, même origine que le précédent ; réf. Neur HBL 458.

La plaque de schiste (20 × 14 cm) porte un fouillis de pinnules et trois *Potonia* de largeur comprise entre 10 et 18 mm. Les quelques microsporangies visibles sont une longueur moyenne de 2 mm. Les rares spores obtenues, assez mal conservées, sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine plus ou moins verruquée.

Nombre de spores mesurées. 12. Taille : entre 84 et 132 μ .

Genre *LINOPTERIS* PRESL

Linopteris subbrongniarti GRAND'EURY

(Pl. XVI ; Pl. XIX, fig. 1 et 8)

HOLOTYPE : *Dictyopteris sub-brongniarti* GRAND'EURY 1877, Flore Carbonifère du département de la Loire et du Centre de la France, p. 379.

Cette espèce est caractéristique du Westphalien C dans le Bassin Houiller du Nord de la France.

Quatorze échantillons ont été traités, six ont donné des résultats plus ou moins satisfaisants, cinq d'entre eux sont figurés.

— Echantillon Pl. XVI, fig. 1, provenant des mines de Lens ; réf. N 684.

La plaque de schiste (17 × 15 cm) porte un fouillis de pinnules éparses, deux *Potonia* entiers et trois fragmentaires, avec matière charbonneuse abondante. Ils sont tous aplatis latéralement ; le mieux conservé (Pl. XVI, fig. 1a) mesure 8 mm de large sur 6 mm de haut et possède en partie son pédoncule d'apparence très grêle. Les spores obtenues sont peu nombreuses et assez mal conservées. Elles sont trilètes, ovalo-arrondies, et à exine ponctuée ou verruquée (Pl. XVI, fig. 2-3).

Nombre de spores mesurées : 8. Taille : entre 72 et 106 μ .

— Echantillon Pl. XVI, fig. 4, provenant des mines de Courrières, veine Cécile (partie supérieure du faisceau de Du Souich) ; réf. N 703.

La plaque de schiste (7 × 5 cm) porte neuf pinnules éparses et un seul *Potonia* campanuliforme allongé, de 8 mm de haut sur 6 mm de large

(Pl. XVI, fig. 4a). Les spores obtenues, peu nombreuses, sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine généralement ponctuée, parfois légèrement verruquée (Pl. XVI, fig. 5-6).

Nombre de spores mesurées : 13. Taille : entre 68 et 112 μ .

— Echantillon Pl. XVI, fig. 7, provenant de Liévin, Siège n° 6, étage 680, bowette 615 à 710 m (partie supérieure du faisceau d'Ernestine) ; réf. N 1502.

La plaque de schiste (13 × 13 cm) porte un fouillis de pinnules et un seul *Potonia* fragmentaire aplati perpendiculairement à l'axe du pédoncule. Ce *Potonia* mesure 11 mm dans sa plus grande largeur. Les spores obtenues, peu nombreuses, sont trilètes, ovalo-arrondies (l'apparence "monocolpate" des spores figurées en 8 et 9, Pl. XVI, est due au fait que celles-ci se sont enroulées consécutivement à un déplacement de la lamelle couvre-objet), à exine ponctuée ou granulée. La sculpture de l'exine, observée au Stereoscan, est double, hétéromorphe hétérométrique à mamelons et glomérules (Pl. XVI, fig. 10-11). La spore figurée en 11, Pl. XVI, abimée, montre à l'intérieur une seconde membrane (endexine ?) sans ornementation.

Nombre de spores mesurées : 11. Taille : entre 60 et 112 μ .

— Echantillon Pl. XIX, fig. 1, provenant de Merlebach, Siège n° 5, veine n° 8 (partie moyenne du faisceau de Petite Rosselle) ; réf. Neur HBL 545.

Cet échantillon et le suivant, ont été déterminés *L. cf. subbrongniarti* étant donné qu'ils proviennent du Bassin de Lorraine (voir remarque dans P. Bertrand 1930, p. 33). Une étude plus complète des *Linopteris* du Bassin Houiller lorrain serait nécessaire pour prendre une position plus ferme à ce sujet. Etant donné l'identité de forme et de nervation des pinnules (comparer les figures 4a, Pl. XVI et 1a, Pl. XIX), il a paru préférable, dans un premier temps, de désigner ces échantillons par *L. cf. subbrongniarti*.

La plaque de schiste (12 × 10 cm) porte un fouillis de pinnules et deux *Potonia* ; l'un d'eux est mal comprimé, à structure peu élucidable, l'autre est aplati perpendiculairement à son axe (Pl. XIX, fig. 1b) et montre sa face inférieure, on y devine un amas de nombreux microsporangies. Ce *Potonia* mesure 13 mm dans sa plus grande

largeur. Les spores obtenues sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine ponctuée, granulée parfois avec de petites verrues (Pl. XIX, fig. 2-5). En observation au Stereoscan, la sculpture de l'exine apparaît crépie, isomorphe, hétérométrique à verrues (Pl. XIX, fig. 6-7).

Nombre de spores mesurées : 50. Taille : entre 72 et 104 μ , maximum entre 76 et 88 μ .

— Echantillon Pl. XIX, fig. 8, provenant de Merlebach, Siège n° 5, veine n° 8 (partie moyenne du faisceau de Petite Rosselle) ; réf. Neur HBL 547.

La plaque de schiste (12 \times 7 cm) porte sept pinnules éparses et un *Potonia* fragmentaire avec très peu de matière charbonneuse. Deux spores seulement ont pu être extraites. Elles sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine granulée ou même verruquée. Taille : 104 et 116 μ .

Linopteris obliqua BUNBURY

(Pl. XVII-XVIII ; Pl. XIX, fig. 10)

HOLOTYPE : *Dictyopteris obliqua* BUNBURY 1847, Fossil plants from Cape Breton, p. 427, Pl. XXI, fig. 2 A-B.

Cette espèce semble caractéristique du Westphalien C supérieur et du Westphalien D. Cinq échantillons ont été traités et ont donné des résultats plus ou moins satisfaisants. Ils sont tous figurés.

— Echantillon Pl. XVII, fig. 1, provenant de Lens, voie 1, veine Amé (partie moyenne du faisceau de Du Souich) ; réf. N 659.

Cet échantillon est déterminé en fait *L. cf. obliqua* (voir Laveine 1967, p. 292-293). La plaque de schiste (12 \times 8 cm) porte un fouillis de pinnules, de nombreuses graines (Pl. XVII, fig. 1) et trois *Potonia* fragmentaires dont deux laissent deviner quelques amas de microsporanges. Les spores obtenues, de conservation assez médiocre, sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine ponctuée ou granulée (Pl. XVII, fig. 2-3).

Nombre de spores mesurées : 41. Taille : entre 60 et 104 μ , maximum entre 72 et 92 μ .

— Echantillon Pl. XVII, fig. 4, provenant de Faulquemont, sondage de Laudrefrang à 658 m (partie supérieure du faisceau de Laudrefang) ; réf. Neur HBL 535.

La rondelle de carotte (diamètre 8 cm) porte dix-sept pinnules éparses et deux *Potonia* assez mal conservés (Pl. XVII, fig. 4, 4a), de 7 et 8 mm de largeur, avec très peu de matière charbonneuse. Deux spores ont pu être extraites (Pl. XVII, fig. 5 et 6). Elles sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine granulée avec parfois quelques petites verrues. Taille : 92 et 108 μ .

— Echantillon Pl. XVII, fig. 7, provenant de Faulquemont, sondage de Stocken à 536,5 m (partie supérieure du faisceau de Laudrefang).

La rondelle de carotte (diamètre 15 cm) porte un fouillis de pinnules et un seul *Potonia* fragmentaire aplati latéralement, en forme de cloche de 8 mm de large sur 12 mm de haut. Les spores obtenues, peu nombreuses, sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine granulée ou verruquée. En observation au Stereoscan, la sculpture de l'exine est crépie, isomorphe (Pl. XVII, fig. 9b) ou double hétéromorphe, avec verrues et glomérules (Pl. XVII, fig. 10, a-b). Les spores, en partie brisées, figurées Pl. XVIII, en 1 et 2, montrent également une sculpture de même type. On voit sur la fig. 1a, que les verrues semblent reposer sur une surface assez lisse. L'exine (nexine ?), en dehors de ces éléments de sculpture, apparaît massive et lisse ou à peine ridée sur sa face interne (Pl. XVIII, fig. 1b et 2).

Nombre de spores mesurées : 21. Taille : entre 72 et 108 μ .

— Echantillon Pl. XVIII, fig. 3, provenant de Faulquemont, sondage de Stocken à 892 m (partie moyenne du faisceau de Laudrefang) ; réf. Neur HBL 583.

La rondelle de carotte (diamètre 8 cm) porte cinq pinnules éparses, quatre identiques à celle figurée Pl. XVII, fig. 4a, la cinquième, figurée en 3 et 3a, Pl. XVIII, est de taille deux fois et demie plus grande que la normale et se rapproche, n'était son étroitesse, quelque peu de *L. brongniarti*. Compte tenu de la présence, sur la même plaque de schiste, de pinnules appartenant indiscutablement à *L. obliqua*, il est préférable de considérer également la pinnule figurée en 3a, Pl. XVIII, comme une pinnule quelque peu anormale de cette même espèce. Un seul *Potonia* est présent sur la plaque de schiste. Il est aplati perpendiculairement à son axe, mesure 14 mm de diamètre et ne présente plus que très peu de matière charbonneuse (Pl. XVIII, fig. 3a). Les spores obtenues sont tri-

lètes, ovoïde-arrondies, à exine ponctuée, granulée ou verruquée (Pl. XVIII, fig. 4-7).

Nombre de spores mesurées : 43. Taille : entre 60 et 128 μ , maximum : entre 64 et 100 μ .

— Echantillon Pl. XIX, fig. 10, provenant de Faulquemont, sondage de Stocken à 892,8 m (partie moyenne du faisceau de Laudrefang) ; réf. Neur HBL 582.

La plaque de schiste porte un fouillis de pinnules et un seul *Potonia* comprimé latéralement avec encore une partie de son pédoncule (Pl. XIX, fig. 10). Il restait peu de matière carbonneuse et trois spores seulement ont été obtenues. Elles sont trilètes, ovoïde-arrondies, à exine ponctuée ou granulée. Taille : 84, 88 et 112 μ .

Linopteris neuropteroides GUTBIER,
f. *minor* H. POTONIE
(Pl. XX-XXIV)

HOLOTYPE : *Linopteris neuropteris* f. *minor* H. POTONIE 1904, Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste, Lief II, n° 28.

Cette forme est cantonnée au Bassin Houiller sarro-lorrain. Daber (1955, p. 36) signale qu'il est possible que cette forme soit à élever au rang d'espèce séparée, étant donné qu'il n'a rencontré dans la région-type que la forme *major*.

Dix-sept échantillons ont été traités, dix ont donné des résultats très satisfaisants, sept d'entre eux sont figurés ici.

— Echantillon Pl. XX, fig. 1, provenant de Merlebach, Siège n° 5, veine n° 7 (partie moyenne du faisceau de Petite Rosselle) ; réf. Neur HBL 1562.

La plaque de schiste (4 × 3 cm) porte un fouillis de pinnules et un seul *Potonia* fragmentaire, aplati perpendiculairement à son axe, de 15 mm dans sa plus grande largeur, avec relativement peu de matière carbonneuse conservée (Pl. XX, fig. 1a). Les spores obtenues sont trilètes, ovoïde-arrondies, à exine ponctuée ou granulée.

Nombre de spores mesurées : 50. Taille : entre 68 et 104 μ ; maximum : entre 76 et 88 μ .

— Echantillon Pl. XX, fig. 5, même provenance que le précédent ; réf. Neur HBL 550.

La plaque de schiste (19 × 15 cm) porte un fouillis de pinnules et treize *Potonia* dont trois presque entiers et aplatis perpendiculairement au pédoncule (Pl. XX, fig. 5, 5a). Le plus grand, plus ou moins elliptique, mesure 30 mm dans sa plus grande largeur.

La figure 5a montre très bien les empreintes laissées sur le schiste par les sores de microsporangies. La figure 5b est un agrandissement d'un autre *Potonia* donnant une idée de l'aspect fibreux et coriace du limbe des *Potoniae*. Les spores obtenues sont trilètes, ovoïde-arrondies, à exine ponctuée, granulée, ou presque verruquée (Pl. XX, fig. 6-8). L'observation au Stereoscan montre que la sculpture de l'exine est crépie, isomorphe à verrues (Pl. XX, fig. 9b, 10b) avec parfois quelques glomérules épars (Pl. XX, fig. 10a).

Nombre de spores mesurées (*Potonia* 550 b, non figuré ici) : 50. Taille : entre 56 et 120 μ ; maximum : entre 80 et 92 μ .

— Echantillon Pl. XXI, fig. 1-2, même provenance que le précédent ; réf. Neur HBL 552.

La plaque de schiste (10 × 9 cm) porte sur ses deux faces un fouillis de pinnules. L'une des faces porte quatre *Potonia* plus ou moins fragmentaires dont trois aplatis perpendiculairement à l'axe du pédoncule. L'autre présente un seul *Potonia* comprimé également perpendiculairement à son axe et mesurant 20 mm dans sa plus grande largeur. Les spores obtenues sont trilètes, ovoïde-arrondies, à exine ponctuée, granulée ou verruquée (Pl. XXI, fig. 3-6). La sculpture de l'exine, observée au Stereoscan est double, hétéromorphe à mamelons et glomérules (Pl. XXI, fig. 7a-b).

Nombre de spores mesurées : 50. Taille : entre 60 et 104 μ ; maximum : entre 88 et 100 μ .

— Echantillon Pl. XXI, fig. 8, même provenance que le précédent ; réf. Neur HBL 556.

Cet échantillon est un fragment de taille assez réduite mais extrêmement intéressant puisque c'est le seul qui montre aussi clairement sa structure et le groupement des microsporangies (Pl. XXI, fig. 8a-d) en sores de quatre. Ces microsporangies ont une longueur moyenne de 1,5 mm. Les centres de chacun des sores sont à peu près équidistants les uns des autres de 3 mm. Les spores obtenues sont trilètes, ovoïde-arrondies, à exine ponctuée, granulée ou verruquée (Pl. XXI, fig. 9-11).

Nombre de spores mesurées : 50. Taille : entre 52 et 100 μ ; maximum : entre 88 et 96 μ .

— Echantillon Pl. XXII, fig. 1, provenant de Merlebach, Siège n° 5, veine n° O (partie supérieure du faisceau de Petite Rosselle) ; réf. Neur HBL 563.

La plaque de schiste (12 \times 11 cm) porte sur ses deux faces un fouillis de pinnules. L'une des faces porte quatre *Potonia* fragmentaires, sur l'autre face, on trouve trois *Potonia* dont le mieux conservé, fortement charbonneux, est aplati perpendiculairement à l'axe du pédoncule et mesure 20 mm dans sa plus grande largeur. On y voit très bien l'aspect filandreux de la face supérieure (Pl. XXII, fig. 1b). Les spores obtenues sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine ponctuée ou granulée (Pl. XXII, fig. 2-3), parfois même apparemment avec de petits apicules (Pl. XXII, fig. 4). Au Stereoscan, la sculpture de l'exine se révèle être crépie, isomorphe à verrues avec glomérules épars (Pl. XXII, fig. 5-5a, 6-6a).

Nombre de spores mesurées : 39. Taille : entre 56 et 112 μ .

— Echantillon Pl. XXII, fig. 7, même provenance que le précédent ; réf. Neur HBL 560.

La plaque de schiste (9 \times 7 cm) porte sur l'une des faces un fouillis de pinnules et trois *Potonia* dont deux à peu près entiers, aplatis perpendiculairement à l'axe du pédoncule et mesurant environ 25 mm dans leur plus grande largeur (Pl. XXII, fig. 7). On trouve sur l'autre face un fouillis identique de pinnules et deux *Potonia* fragmentaires. Les spores obtenues sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine ponctuée, granulée, parfois presque verruquée (Pl. XXII, fig. 8-9). Les éléments de sculpture observés au Stereoscan (Pl. XXII, fig. 10 ; Pl. XXIII) montrent des variations assez larges tout en rentrant dans un même type général. La spore figurée en 10a-c, Pl. XXII, possède une ornementation crépie isomorphe hétérométrique à verrues, parsemée de quelques glomérules. Les figures de la Pl. XXIII représentent un petit échantillonnage des variations diverses rencontrées chez des spores issues du même organe reproducteur.

Nombre de spores mesurées (*Potonia* 560a, fig. 7a, Pl. XXII) : 50 ; Taille : entre 68 et 120 μ ; maximum : entre 84 et 92 μ .

— Echantillon Pl. XXIV, fig. 1, provenant de Petite Rosselle, Sondage Simon Gras I, à 496,55 m (partie supérieure du faisceau de Neunkirchen).

La rondelle de carotte porte un fouillis de pinnules et dix *Potonia* pour la plupart assez fragmentaires mais bien charbonneux, le mieux conservé étant figuré Pl. XXIV, fig. 1a-c. Il mesure 12 mm dans sa plus grande largeur. On y devine les microsporanges, assez bien groupés, encore noyés dans des paraphyses, (Pl. XXIV, fig. 1c, partie gauche de la figure). Ces microsporanges sont petits, probablement encore immatures, comme semblent le prouver les abondantes spores extraites (Pl. XXIV fig. 3-6) dont la taille varie entre 45 et 60 μ . Les spores extraites d'un des autres *Potonia* non figurés, apparaissent matures (Pl. XXIV, fig. 7-10). Elles sont trilètes, ovalo-arrondies, à exine ponctuée ou granulée. En observation au Stereoscan, la sculpture de l'exine est crépie, isomorphe, isométrique à verrues, parsemée de quelques glomérules (Pl. XXIV, fig. 11-13). La comparaison des figures 11b, 12a et 13a, toutes au même agrandissement, montre que la granulométrie des éléments d'ornementation varie, elle aussi, dans d'assez larges limites.

Nombre de spores mesurées : 50. Taille : entre 52 et 92 μ ; maximum : entre 56 et 76 μ .

Conclusions.

1) CONCLUSIONS PALÉBOTANIQUES.

Compte tenu des informations rassemblées dans les pages précédentes, les organes reproducteurs mâles des Parispermées semblent, en dernière analyse, rentrer dans un seul type, le genre *Potonia* ZEILLER, dont on peut donner la diagnose suivante :

Genre *POTONIEA* ZEILLER

1879. *Potonia* ZEILLER, Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie mineure) : p. 52-53, Pl. IV, fig. 19, 19 A.

Syn. 1899. *Plinthiotheca* ZEILLER, *Ibid.*, p. 54-55, Pl. IV, fig. 18, 18 A.

GÉNÉROTYPE : *Potonia adiantiformis* ZEILLER 1899.

DIAGNOSE : « Axes grêles à ramification pennée, au moins d'ordre 2, constituant probablement des frondes ou au minimum des pennes spécialisées ; segments de dernier ordre peltés, en forme de coupe renversée ou de cloche surbaissée à bord indenté, formés d'un limbe épais, parcouru par des

nervures et de nombreux filets fibreux, plus ou moins ondulés, rayonnant à partir du point d'attache du pédoncule ; organes s'étalant probablement largement à maturité pour faciliter la dispersion des spores.

Sporanges ovoïdes, brièvement pédicellés, généralement groupés en sores de quatre, situés sur la face interne, inférieure de l'organe ; sores en disposition plus ou moins radiaire et également concentrique. Sporanges probablement noyés dans un feutrage de paraphyses à l'état jeune, leurs faibles dimensions laissant alors mieux entrevoir leur groupement par quatre ; ligne de déhiscence des sporanges longitudinale et située vers le centre du sore.

Androspores (pollen ?) à marque de déhiscence trilète, ovalo-arrondies en vue équatoriale, à exine relativement épaisse et ponctuée ; sculpture, en observation au microscope électronique à balayage, assez homogène dans l'ensemble — crépée ou double, isomorphe isométrique ou hétérométrique à glomérules ou hétéromorphe à mamelons ou verrues et glomérules — mais avec d'assez grandes variations dans le détail ».

La diagnose ci-dessus a été établie en utilisant les renseignements tirés de *Potonia* associés avec des espèces diverses de Parispermées. Ainsi que cela a déjà été signalé dans l'introduction, les arguments ayant seulement pour base l'association et non la connexion directe sont toujours sujets à caution. Il faut toutefois souligner, pour les *Potonia* étudiés dans ce travail, qu'il n'y a pratiquement à chaque fois qu'une seule espèce de Parispermée représentée sur l'échantillon. Ceci est d'ailleurs fréquent dans le groupe des Parispermées, bien souvent les plaques de schiste ne montrent qu'un fouillis de pinnules appartenant à un seul et même type. Pour cette raison, il a été admis dans ce travail que les *Potonia* appartenaient à l'espèce présente sur le schiste, ce qui est fort probable ; mais il est évident que seules des observations répétées permettront de vérifier ces relations.

Un certain nombre de *Potonia* ont été décrits dans la littérature sous des noms spécifiques divers. Ces organes ont été désignés ici par la périphrase : *Potonia* de telle espèce. C'est la solution de facilité, mais c'était préférable pour deux raisons : la première est que les *Potonia* sont fossilisés suivant des angles très variables et qu'il est souvent assez difficile d'utiliser alors des critères valables de détermination ; la seconde est que

des espèces tout à fait différentes possèdent des *Potonia* apparemment identiques et qui auraient de ce fait été placés dans la même espèce de "*Potonia* dispersés" et alors la probabilité de faire une fausse attribution devient finalement plus grande. Ainsi, les *Potonia* de *P. linguaefolia* (Pl. XI, fig. 4a ; Pl. XIII, fig. 1a ou encore Laveine 1967, Pl. LXXVII, fig. 5, 5a, 5b), relativement de grande taille sont apparemment identiques à ceux de *L. neuropteroides minor* (Pl. XX, fig. 5, 5a ; Pl. XXII, fig. 1b, 7, 7a), alors que ceux de *P. linguaenova* (Pl. XV, fig. 1a, 5b, 10a) sont de petite taille et très voisins de ceux de *L. cf. obliqua* (Pl. XVIII, fig. 3a) et de *L. subbrongniarti* (Pl. XVI, fig. 1a), ou encore de ceux de *P. gigantea* (voir Stockmans et Willière, 1961, Pl. XI, fig. 3-4).

Dans son remarquable travail de 1933, Halle a souligné (p. 77) les différences très nettes qui existent entre les organes reproducteurs de Whittleseyinées et des Potoniéinées. On peut les résumer succinctement de la manière suivante :

— Whittleseyinées : organes plus ou moins cupuliformes à tubes polliniques réunis en synanges à disposition cyclique unisériée ; grains de pollen de grande taille, ovales, à sillon longitudinal.

— Potoniéinées : organes en forme de coupe basse, à sporanges libres, plurisériées, remplissant toute la coupe ; spores tétraédriques.

Halle note que ce sont des organes de type *Dolerotherca* (occupant une position à part parmi les Whittleseyinées) que les *Potonia* se rapprochent le plus par la structure massive et le fait que les sporanges remplissent complètement la coupe, les grains de pollen étant toutefois nettement différents (Schopf reprendra en 1948 la structure des *Dolerotherca* et montrera qu'elle est de type radiaire).

L'interprétation de Halle sur la structure des *Potonia* avec sporanges libres, longs et tubulaires, a persisté jusqu'à présent dans tous les travaux de paléobotanique. De ce fait est passée assez inaperçue une petite remarque faite par Carpentier en 1929 (p. 2-3) à propos de la disposition en sores des sporanges de *Potonia* : " Par ce dispositif, ils rappellent les microsporophylles des Cycadées dont les sacs polliniques sont groupés par 4 ou 5, souvent par 2 ou 3, mais sont portés par la face inférieure des sporophylles ". Carpentier considère donc les sporanges de *Potonia* portés par la face supérieure. Aucun argument ne permet

de soutenir cette interprétation ni vraiment de la contredire tout à fait, et l'on ne voit pas pourquoi choisir plutôt l'une pour en faire une différence avec la disposition type Cycadales. En fait, l'aspect très grêle des axes porteurs en égard au poids que devaient représenter des organes de type *Potoniaea*, et peut-être la position de la fente de déhiscence des sporanges en ce qui concerne la facilité de dispersion des spores, me portent plutôt à reprendre l'interprétation de P. Bertrand (1913, 1926) sur la position des sporanges à la face inférieure du limbe.

Les Ptéridospermées (= Cycadofilices) et notamment les Médullosacées ont été souvent considérées comme ancêtres des Cycadales, mais les rapprochements qu'on a été tenté d'admettre se sont toujours heurtés aux caractères particuliers du cône mâle des Cycadales, dont on ne trouve par l'équivalent chez les Médullosacées (cf. Emberger, 1968, p. 427).

L'architecture des *Potoniaea* et l'aspect de leurs sporanges apportent cependant en partie une confirmation supplémentaire à cette parenté. Il y a sans aucun doute une différence nette entre des frondes reproductrices au moins bipinnées et les sporophylles de petite taille d'un cône ♂ de Cycadale, mais le hiatus existant entre des frondes reproductrices insérées en spire sur un axe et un cône massif n'est quand même pas insurmontable. Cette différence, d'amplitude moins grande toutefois, existe d'ailleurs au niveau des appareils femelles au sein même des Cycadales, et l'on peut fort bien, par conséquent, imaginer une dérivation par conerescence des frondes porteuses de *Potoniaea* pour aboutir à un cône massif.

Plusieurs faits incitent cependant à la prudence. Si les frondes des Cycadales semblent paripinnées comme celles des Parispermées, le mode d'attache des pinnules n'est pas le même. Il ne semble pas non plus exister chez les Cycadales à frondes bipinnées, de pinnules intercalaires. D'autre part, on peut également arriver par réduction d'une fronde du type Neurodontospermée avec bifurcation apicale à une fronde de type Cycadale.

En outre, on ne connaît pas encore en fait l'anatomie exacte des végétaux du groupe des Parispermées, encore qu'il y ait de fortes chances pour que les caractères anatomiques généraux soient identiques ou voisins de ceux connus chez d'autres Médullosacées.

Par ailleurs, W. Remy (1953) a décrit, associé à *Reticulopteris odontopteroides*, un appareil repro-

ducteur mâle, sous le nom de *Psaliangium*, à partir duquel on pourrait également faire dériver, par conerescence, les sporophylles des Cycadales.

Enfin, que ce soit chez *Potoniaea* ou *Psaliangium*, les spores sont tétraédriques et différentes des grains monocarpés des Cycadales.

En conclusion, on peut néanmoins souligner que la fructification *Potoniaea*, par l'allure de ses sporanges avec leur ligne de déhiscence longitudinale (la déhiscence s'effectuant probablement par un exothécium), le groupement de ces sporanges en sores habituellement de quatre, montre qu'il existe chez les Ptéridospermes quelques caractères communs avec les Cycadales même au niveau des organes mâles de reproduction.

2) CONCLUSIONS PALYNOLOGIQUES.

Au microscope photonique, les spores forment un groupe très homogène et il semble difficile de pouvoir faire une distinction dans l'ensemble étudié ici. Les seules spores qui seraient peut-être légèrement différenciables par leur exine à aspect quelque peu rugulé sont celles de *P. linguaenova*. Malheureusement, la macération des échantillons de *Potoniaea* de *P. gigantea* (avec laquelle *P. linguaenova* a été souvent mise en synonymie) a donné des résultats négatifs, c'est regrettable, car cela aurait été intéressant à titre de comparaison.

On peut envisager l'identité des spores de la quasi-totalité des espèces étudiées ici sous deux points de vue différents.

Le premier est de considérer que les caractères (forme et taille des pinnules, aspect de la nervation) sur lesquels sont établies les espèces de macroflore ne sont que des variations de l'appareil végétatif d'une seule et même espèce. Cette argumentation serait défendable si l'on n'avait affaire qu'à un seul genre, *Paripteris* ou *Linopteris*. Malheureusement, les spores chez les diverses espèces de ces deux genres sont identiques. Même en admettant qu'une distinction générique soit trop importante entre ces plantes qui ont de nombreux caractères généraux communs, la nervation simple d'une part, réticulée de l'autre, sans aucun type intermédiaire, est une réalité botanique indéniable et qui justifie au minimum une distinction spécifique. Ainsi, même en choisissant le cas le plus défavorable pour la macroflore, on serait bien obligé d'admettre que des spores morphologiquement identiques se rencontrent chez des espèces différentes. L'observation des spores

n'apportant aucun caractère bien défini pour la systématique à l'intérieur du groupe, il serait déraisonnable dès lors de mettre en synonymie l'ensemble des espèces dans chaque genre : *Paripteris* et *Linopteris*, alors que les données stratigraphiques semblent justifier une bonne partie d'entre elles.

Cette convergence entre spores d'espèces différentes, absolument indiscutable à l'observation optique, il fallait voir si un moyen d'investigation plus puissant ne permettrait pas de la battre en brèche et de mettre en évidence des différences imperceptibles à l'observation habituelle et arriver par là même à une différenciation spécifique. C'est la raison pour laquelle a été entreprise une étude au microscope électronique à balayage.

Les photographies figurées, qui ne représentent qu'une petite partie de celles qui ont été réalisées, montrent qu'il paraît difficile, également à ce niveau, de faire une distinction satisfaisante entre les spores appartenant aux différentes espèces de Parispermées. Les variations de détail de la sculpture de l'exine sont plus importantes pour des spores appartenant à une même fructification (Pl. XII, Pl. XXIII) qu'entre spores d'espèces différentes. Certaines différences sont peut-être dues à un état de maturité différent, car les spores obtenues appartenaient à divers sporanges qui n'étaient peut-être pas tous arrivés à un même degré à ce point de vue. Les observations réalisées, en dépit de leur nombre déjà élevé, sont donc encore trop insuffisantes. Il faudrait pouvoir traiter à chaque fois, un grand nombre d'échantillons provenant d'un même niveau bien repéré pour éliminer au maximum les possibilités d'erreur. Il faudrait ensuite répéter ce travail sur de nombreux niveaux successifs pour déceler l'influence éventuelle de la nature du sédiment sur l'aspect et la conservation de l'exine et voir également si la sculpture de l'exine ne peut pas se modifier, dans certaines limites, en fonction des variations des conditions environnantes. Ce ne sont là que des hypothèses, mais certains faits incitent à ne pas les exclure *a priori* ; elles demandent de toutes façons à être vérifiées par de nombreuses études de détail.

Quoi qu'il en soit, l'observation des spores de Parispermées au microscope électronique à balayage montre que si les informations recueillies sont importantes, elles n'en paraissent pas moins insuffisantes au point de vue systématique et qu'il faut se garder de multiplier les espèces, en partant d'observations de spores dispersées au Stereosean,

si la quantité de documents rassemblés est insuffisante. Il est en effet hors de doute que des ornements telles que celles figurées Pl. XII, fig. 1b et 5, ou Pl. XXIII, fig. 3c et 4c, par exemple, amèneraient à conclure, sur des spores dispersées, que l'on est en présence d'espèces différentes, alors que chacune des deux séries provient d'un même organe reproducteur.

3) CONCLUSIONS STRATIGRAPHIQUES.

Elles sont du même ordre que celles déjà soulignées dans une publication précédente (Laveine, 1970, p. 293-295) et concernent l'utilisation des spores dispersées à des fins stratigraphiques. Ici encore, une "biozone" palynologique correspond en réalité à une superposition de biozones paléobotaniques, même en se limitant au seul groupe des Parispermées et en ne tenant pas compte de l'existence possible de spores morphologiquement identiques dans d'autres groupes végétaux (par exemple, *Zimmermanniella cupulaeformis* W. et R. REMY 1959, du Namurien A inférieur, a fourni des spores qui paraissent, au point de vue optique, peu différentes des spores des Parispermées). De ce fait, des événements paléobotaniques comme, par exemple, dans le bassin houiller du Nord de la France, l'explosion du *Linopteris subbrongniarti* à la partie supérieure du faisceau de Six-Sillons, l'apparition de *L. neuropteroides major* vers le sommet du faisceau de Modeste, l'apparition de *Paripteris pseudogigantea* aux environs du niveau marin de Poissonnière, ne sont pas perçus par la palynologie du fait du chevauchement des extensions des diverses espèces de Parispermées.

Ceci n'est pas un handicap majeur pour les résultats de palynologie stratigraphique, obtenus par le biais des études quantitatives dans le cadre d'un bassin, mais il est évident que des difficultés apparaissent dès que l'on veut sortir de ce cadre pour tenter des comparaisons entre bassins, car on perd de ce fait les arguments fournis par les informations quantitatives. Il existe cependant certainement au niveau palynologique de bonnes espèces naturelles et, de toutes façons, la stratigraphie peut fort bien se résoudre avec des taxons d'ordre plus élevé que l'espèce. Il est hors de doute toutefois que c'est surtout par la multiplication des études sur les spores *in situ* que l'on arrivera le mieux et, on peut l'espérer, le plus rapidement, à une meilleure définition des espèces guides palynologiques et, par voie de conséquence, à une plus grande rigueur en ce qui concerne les applications à la stratigraphie.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1) BELL W.A. (1938). — Fossil flora of Sydney Coalfield, Nova Scotia. *Mem. Geol. Surv. Canada*, n° 215, p. 1-334, Pl. I-CVII.
- 2) BERTRAND P. (1913). — Les fructifications de Névoptéridées recueillies dans le terrain houiller du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLII, p. 113-144, Pl. VI-VII.
- 3) BERTRAND P. (1926). — Conférences de Paléobotanique, p. 1-138, Paris.
- 4) BERTRAND P. (1930). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. - Flore fossile, 1^{er} fasc., Neuroptéridées. *Etudes Gîtes min. France*, p. 1-58, Pl. I-XXX.
- 5) BUNBURY C.J.F. (1847). — On Fossil plants from the Coal Formation of Cape Breton. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. III, p. 423-438, Pl. XXI-XXIV.
- 6) CARPENTIER A. (1911). — Sur quelques fructifications et inflorescences du Westphalien du Nord de la France. *Rev. gén. de Botanique*, t. XXIII, p. 441-458, Pl. XII-XVII.
- 7) CARPENTIER A. (1913). — Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. VII, II, p. 1-434, Pl. I-XI.
- 8) CARPENTIER A. (1929). — Empreintes de fructifications trouvées en 1929 dans le Westphalien du Nord de la France. *Rev. gén. de Botanique*, t. XLI, p. 1-5, Pl. X.
- 9) DABER R. (1955). — Pflanzengeographische Besonderheiten des Karbonflora des Zwickau-Lugauer Steinkohlenreviers. *Geologie*, n° 13, p. 1-95, Pl. I-XXV.
- 10) EMBERGER L. (1968). — Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants, p. 1-758, Paris.
- 11) GRAND'EURY C. (1877). — Flore carbonifère du Département de la Loire et du Centre de la France. *Mém. Ac. Sc. Paris*, t. XXIV, Texte, p. 1-348, Atlas, Pl. I à XXXIV, 4 tabl.
- 12) HALLE T.G. (1933a). — The structure of certain fossil spore-bearing organs believed to belong to Pteridosperms. *K. Svensk. Vet.-Akad. Handl.*, 3^e ser., Bd. XII, n° 6, p. 1-103, Pl. I-XV.
- 13) HALLE T.G. (1933b). — Observations sur la structure de quelques échantillons carbonisés de *Potonia* du terrain houiller de la Lorraine. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XVIII, p. 193-206, Pl. VII.
- 14) LAVEINE J.P. (1967). — Les Neuroptéridées du Nord de la France. *Et. Géol. Atl. Top. sout., H.B.N.P.C.*, I. - Flore fossile, 5^e fasc., texte, p. 1-344, Pl. A-P, Atlas, Pl. I-LXXXIV.
- 15) LAVEINE J.P. (1970). — Quelques Pécoptéridinées houillères à la lumière de la palynologie (II). Implications paléobotaniques et stratigraphiques. *Pollens et Spores*, vol. XII, n° 2, p. 235-297, Pl. 18-38.
- 16) LOBOZIAK S. (1971). — Les micro- et mégaspores de la partie occidentale du bassin houiller du Nord de la France. *Palaeontographica*, Bd. 132, Abt. B, p. 1-127, Pl. 1-13.
- 17) POTONIÉ H. (1897-1899). — Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie, Lief. 1, p. 1-112 ; Lief. 2, p. 113-118 ; Lief. 3 (1898), p. 209-288 ; Lief. 4, p. 289-402, Berlin.
- 18) POTONIÉ H. (1904). — Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste der palaeozoischen und mesozoischen Formationen. *K. preuss. Geol. Landesanst. u. Bergakad.*, Lief. II, n° 21-40, Berlin.
- 19) REMY W. (1953). — *Reticulopteris* (" *Linopteris* ") *odontopteroides* n. sp. und die dazugehörige Fructifikation. *Geologie*, Bd. 2, n° 2, p. 146-149, Pl. I-II.
- 20) REMY W. et REMY R. (1959). — *Zimmermannitheca cupulaeformis* n. gen. n. sp. *Monats. d. Deutsch. Akad. d. Wiss. z. Berlin*, Bd. 1, H. 12, p. 767-776, Pl. 1-3.
- 21) REYRE Y. (1968). — La sculpture de l'exine des pollens des Gymnospermes et des Chlamydospermes et son utilisation dans l'identification des pollens fossiles. *Pollens et Spores*, vol. X, n° 2, p. 197-220, Pl. I-VII.
- 22) SCHOPF J.M. (1948). — Pteridosperm male fructifications : American species of *Dolerotherca*, with notes regarding certain allied forms. *Journ. of Paleont.*, vol. 22, n° 6, p. 681-724, Pl. 104-115.
- 23) STOCKMANS F. et WILLIÈRE Y. (1961). — Végétaux du Westphalien A de la Belgique. Graines, inflorescences et synanges. *Centre Nat. Géol. houill.*, Publ. n° 4, p. 1-118, Pl. I-XI.
- 24) ZEILLER R. (1899). — Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie Mineure). *Mém. Soc. géol. France, Paléontologie*, n° 21, p. 1-91, Pl. I-VI.

* * *

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE X

- FIG. 1. — *Paripteris pseudogigantea* H. POTONIE.
Bruay, Siège n° 6, 8^{me} veine. Pinnules éparses
et *Potonia* fragmentaire aplati latéralement.
Gr. nat.
1a : Partie gauche de la figure précédente. Gr. = 3.
- FIG. 2-5. — Spores correspondantes, photographiées au
microscope optique. Gr. = 500.
- FIG. 6. — Spore photographiée au microscope électro-
nique à balayage. Gr. = 1 000.
6a, b, c : Détails de la même spore, respectivement
Gr. = 2 000, = 5 000, = 10 000.
- FIG. 7. — Fragment d'une autre spore. Gr. = 2 000.
7a : Détail de la figure précédente. Gr. = 5 000.
- FIG. 8-10. — Détails de la sculpture de trois autres
spores provenant toujours du *Potonia* figuré
en 1 et 1a. Gr. = 5 000.

PLANCHE XI

- FIG. 1. — *Paripteris linguaefolia* P. BERTRAND.
Crespin, Terris. Gr. nat.
1a : Partie gauche de la figure précédente. Gr. = 3.
On remarquera, indiqué par la flèche, l'axe
grêle porteur des trois *Potonia* visibles en
haut et à gauche de la figure.
- FIG. 2-3. — Spores isolées, provenant du *Potonia* le
plus inférieur de la figure 1a, photographiées
au microscope optique. Gr. = 500.
- FIG. 4. — *Paripteris linguaefolia* P. BERTRAND.
Merlebach, Siège n° 5, entre veines 19 et 20.
Gr. nat.
4a : *Potonia* de la figure précédente. Gr. = 3.
4b : Partie inférieure droite de la figure 4a. Gr.
= 5. On voit très nettement les séries de micro-
sporanges qui apparaissent groupés.
- FIG. 5-7. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 8. — Spore isolée. Gr. = 1 000.
8a, b : Détails de la même spore. Gr. = 2 000 et
= 5 000.

PLANCHE XII

- FIG. 1-3. — Spores provenant du *Potonia* de *Pari-
pteris linguaefolia* figuré en 4, Pl. XI.
Gr. = 1 000.
1a, b, 2a, b, 3a, b : Détails des spores précédentes.
Gr. respectivement = 2 000 et = 5 000.
- FIG. 4. — Autre spore de même origine. Gr. = 2 000.
4a : Détail de la figure précédente. Gr. = 5 000.
- FIG. 5. — Détail d'une autre spore de la même prépa-
ration. Gr. = 5 000.

PLANCHE XIII

- FIG. 1. — *Paripteris linguaefolia* P. BERTRAND.
Merlebach, Siège n° 5, entre veines 19 et 20.
Gr. nat.
1a : Partie supérieure de la figure précédente.
Gr. = 3.
- FIG. 2-3. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 4. — *Paripteris linguaefolia* P. BERTRAND.
Petite Rosselle, Sondage Simon Gras I à
621,30 m. Gr. nat.
4a : *Potonia* de la figure précédente. Gr. = 3.
4b : Détail de la figure 4a, montrant les micro-
sporanges du bord inférieur. Gr. = 5.
4c : Pinnule isolée, se trouvant sur la même pla-
que de schiste. Gr. = 3.
- FIG. 5. — Spore isolée. Gr. = 500.
- FIG. 6. — Spore photographiée au microscope électro-
nique. Gr. = 1 000.
6a, b : Détails de la même spore. Gr. = 2 000 et
= 5 000.
- FIG. 7. — Détail d'une autre spore de même origine,
montrant la marque trilète. Gr. = 2 000.
7a : Partie centrale de la figure 7. Gr. = 5 000.

PLANCHE XIV

- FIG. 1. — Spore provenant du *Potonia* de *Paripteris
linguaefolia* figuré en 4, Pl. XIII. Gr. = 1 000.
1a, b : Détails de la même spore. Gr. = 2 000 et
= 5 000.
- FIG. 2. — Détail d'une autre spore de même origine.
Gr. = 5 000.
- FIG. 3. — Autre spore. Gr. = 2 000.
3a : Partie supérieure gauche de la figure 3.
Gr. = 5 000.
- FIG. 4. — *Paripteris linguaefolia* P. BERTRAND.
Petite Rosselle, Sondage Simon Gras I à
622,20 m. Gr. nat.
4a : Même échantillon. Gr. = 3.
- FIG. 5-8. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 9. — Spore photographiée au microscope électro-
nique. Gr. = 1 000.
9a, b : Détails de la même spore. Gr. = 2 000 et
= 5 000.
- FIG. 10. — Autre spore. Gr. = 2 000.
10a, b : Détails de la même spore. Gr. = 5 000 et
= 10 000.

PLANCHE XV

- FIG. 1. — *Paripteris linguaenova* P. BERTRAND.
Siège Sainte Fontaine, étage 451, recherche vers le puits 5 à 460 m. Gr. nat. La pinnule de droite et le *Potoniea* indiqué par la flèche ont été rapprochés des deux pinnules de gauche afin de gagner de la place, ils sont en réalité beaucoup plus éloignés sur la plaque de schiste.
1a : *Potoniea* de la figure 1. Gr. = 3.
- FIG. 2-3. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 4. — Autre spore, photographiée au microscope électronique. Gr. = 500.
4a, b, c : Détails de la même spore. Gr. = 1 000, = 2 000 et = 5 000.
- FIG. 5. — *Paripteris linguaenova* P. BERTRAND.
Siège Sainte Fontaine, veine W. Gr. nat.
5a : Pinnule de la figure 5. Gr. = 3.
5b : *Potoniea* de la partie droite de la figure 5. Gr. = 3.
- FIG. 6-7. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 8. — *Paripteris linguaenova* P. BERTRAND.
Siège Sainte Fontaine, veine W. Gr. nat.
8a : *Potoniea* de la figure 8. Gr. = 3.
- FIG. 9. — Spore isolée, provenant du *Potoniea* précédent. Gr. = 500.
- FIG. 10. — *Paripteris linguaenova* P. BERTRAND.
Siège Sainte Fontaine, veine W. Gr. nat.
10a : *Potoniea* de la figure précédente. Gr. = 3.
- FIG. 11. — Spore isolée. Gr. = 500.

PLANCHE XVI

- FIG. 1. — *Linopteris subbrongniarti* GRAND'EURY.
Mines de Lens. Gr. nat.
1a : *Potoniea* de la partie droite de la figure 1, bien aplati latéralement, une partie du pédoncule étant encore nettement visible à la partie supérieure. Gr. = 3.
- FIG. 2-3. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 4. — *Linopteris subbrongniarti* GRAND'EURY.
Mines de Courrières, veine Cécile. Gr. nat.
4a : Agrandissement de la figure précédente. Gr. = 3.
- FIG. 5-6. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 7. — *Linopteris subbrongniarti* GRAND'EURY.
Liévin, Siège n° 6, étage 680, bowette 615 à 710 m. Gr. nat.
7a : Agrandissement de la figure 7. Gr. = 3.
- FIG. 8-9. — Spores isolées, à apparence "monocolpate" due au fait qu'elles ont été roulées sous la lamelle. Gr. = 500.

- FIG. 10. — Fragment de spore, photographié au microscope électronique. Gr. = 5 000.
10a : Détail de la figure précédente. Gr. = 10 000.
- FIG. 11. — Autre spore. Gr. = 1 000.
11a, b, c, d : Détails de la figure précédente. Gr. respectivement : = 2 000, = 5 000, = 10 000, = 10 000.

PLANCHE XVII

- FIG. 1. — *Linopteris* cf. *obliqua* BUNBURY. Mines de Lens, veine Amé. Gr. nat.
1a : Partie supérieure de la figure 1. Gr. = 3.
- FIG. 2-3. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 4. — *Linopteris obliqua* BUNBURY. Faulquemont, Sondage de Laudrefang à 658 m. Gr. nat.
4a : Partie supérieure de la figure précédente. Gr. = 3.
- FIG. 5-6. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 7. — *Linopteris obliqua* BUNBURY. Faulquemont, Sondage de Stocken à 536,5 m. Gr. nat.
7a : Partie gauche de la figure 7. Gr. = 3.
- FIG. 8. — Spore isolée. Gr. = 500.
- FIG. 9. — Spore isolée, photographiée au microscope électronique. Gr. = 500.
9a, b : Détails de la même spore. Gr. = 5 000 et = 10 000.
- FIG. 10. — Autre spore. Gr. = 1 000.
10a, b : Détails de la spore précédente. Gr. = 5 000 et = 10 000.

PLANCHE XVIII

- FIG. 1. — Spore provenant du *Potoniea* figuré en 7. Pl. XVI. Gr. = 2 000.
1a, b : Détails de la même spore. Gr. = 5 000 et = 10 000.
- FIG. 2. — Détail d'une autre spore de même provenance. Gr. = 5 000.
- FIG. 3. — *Linopteris obliqua* BUNBURY. Faulquemont, Sondage de Stocken à 892 m. Gr. nat.
3a : Agrandissement de la figure 3. Gr. = 3.
- FIG. 4-7. — Spores isolées. Gr. = 500.

PLANCHE XIX

- FIG. 1. — *Linopteris* cf. *subbrongniarti* GRAND'EURY.
Merlebach, Siège n° 5, veine n° 8. Gr. nat.
1a : Pinnule inférieure gauche de la figure 1. Gr. = 3.
1b : *Potoniea* de la figure 1. Gr. = 5.
- FIG. 2-5. — Spores isolées. Gr. = 500.

- FIG. 6. — Spore du même échantillon, photographiée au microscope électronique. Gr. = 1 000.
6a, b : Détails de la même spore. Gr. = 2 000 et = 5 000.
- FIG. 7. — Autre spore. Gr. = 1 000.
7a : Détail de la figure précédente. Gr. = 5 000.
- FIG. 8. — *Linopteris cf. subbrongniarti* GRAND'EURY. Merlebach, Siège n° 5, veine n° 8. Gr. nat.
- FIG. 9. — Spore isolée. Gr. = 500.
- FIG. 10. — *Linopteris obliqua* BUNBURY. Faulquemont, Sondage de Stocken à 892,8 m. Gr. = 3.
- FIG. 11. — Spore isolée. Gr. = 500.

PLANCHE XX

- FIG. 1. — *Linopteris neuropteroides* GUTBIER, f. *minor* H. POTONIE. Merlebach, Siège n° 5, veine n° 7. Gr. nat.
1a : Agrandissement de la figure 1. Gr. = 3.
- FIG. 2-4. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 5. — *Linopteris neuropteroides* GUTBIER, f. *minor* H. POTONIE. Merlebach, Siège n° 5, veine n° 7. Gr. nat.
5a : *Potoniaea* de la partie supérieure de la figure 5. Gr. = 3.
5b : Détail d'un autre *Potoniaea* situé sur la même plaque de schiste. Gr. = 6.
- FIG. 6-8. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 9. — Spore photographiée au microscope électronique. Gr. = 1 000.
9a, b : Détails de la même spore. Gr. = 2 000 et = 5 000.
- FIG. 10. — Autre spore. Gr. = 1 000.
10a, b : Détails de la même spore. Gr. = 2 000 et = 5 000.

PLANCHE XXI

- FIG. 1. — *Linopteris neuropteroides* GUTBIER, f. *minor* H. POTONIE. Merlebach, Siège n° 5, veine n° 7, Gr. nat. Fragment de *Potoniaea*.
1a : Agrandissement de la figure 1. Gr. = 3.
- FIG. 2. — Pinnules se trouvant sur la même plaque de schiste que le *Potoniaea* figuré en 1. Gr. = 3.
- FIG. 3-6. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 7. — Spore photographiée au microscope électronique. Gr. = 1 000.
7a, b : Détails de la même spore. Gr. = 2 000 et = 5 000.

- FIG. 8. — *Linopteris neuropteroides* GUTBIER, f. *minor* H. POTONIE. Merlebach, Siège n° 5, veine n° 7. Gr. nat.
8a : Agrandissement de la figure 8. Gr. = 3.
8b : Agrandissement de la partie indiquée par une flèche sur la figure 8a. Gr. = 4. Les traits en pointillés soulignent le contour des microsporanges.
8c : Même agrandissement que la figure 8b. Gr. = 4.
8d : Détail de la figure précédente. Gr. = 8.
- FIG. 9-11. — Spores isolées. Gr. = 500.

PLANCHE XXII

- FIG. 1. — *Linopteris neuropteroides* GUTBIER, f. *minor* H. POTONIE. Merlebach, Siège n° 5, veine n° 0. Gr. nat.
1a : Pinnule de la figure 1. Gr. = 3.
1b : *Potoniaea* de la figure 1. Gr. = 3.
- FIG. 2-4. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 5. — Spore photographiée au microscope électronique. Gr. = 1 000.
5a : Détail de la spore précédente. Gr. = 5 000.
- FIG. 6. — Autre spore. Gr. = 1 000.
6a : Détail de la même spore. Gr. = 5 000.
- FIG. 7. — *Linopteris neuropteroides* GUTBIER, f. *minor* H. POTONIE. Merlebach, Siège n° 5, veine n° 0. Gr. nat.
7a : Agrandissement de la partie droite de la figure 7. Gr. = 3.
- FIG. 8-9. — Spores isolées. Gr. = 500.
- FIG. 10. — Spore photographiée au microscope électronique à balayage. Gr. = 1 000.
10a, b, c : Détails de la spore précédente. Gr. respectivement = 2 000, = 5 000 et = 10 000.

PLANCHE XXIII

- FIG. 1-5. — Spores provenant du *Potoniaea* figuré en 7a, Pl. XXII, photographiées au microscope électronique. Gr. = 1 000.
a, b, c : Détails respectifs de chacune des spores correspondantes. Gr. = 2 000, = 5 000 et = 10 000.

PLANCHE XXIV

FIG. 1. — *Linopteris neuropteroides* GUTBIER, f. *minor*
H. POTONIE. Petite-Rosselle, sondage Simon
Gras I à 496,55 m. Gr. nat.

1a : *Potoniea* de la partie supérieure de la fig. 1.
Gr. = 3.

1b : *Potoniea* de la figure 1a. Gr. = 6.

1c : Détail de l'échantillon précédent. Gr. = 12.

FIG. 2. — Pinnules situées sur la plaque de schiste
figurée en 1. Gr. = 3.

FIG. 3-6. — Spores isolées, provenant du *Potoniea* figu-
ré en 1. Gr. = 500.

FIG. 7-10. — Spores isolées, provenant d'un autre *Poto-
niea* présent sur la plaque de schiste figurée
partiellement en 1. Gr. = 500.

FIG. 11. — Spore photographiée au microscope électro-
nique et provenant du même *Potoniea* que les
spores des figures 7 à 10. Gr. = 500.

11a, b, c : Détails de la spore précédente.
Gr. = 2 000, = 5 000 et = 10 000.

FIG. 12. — Détail d'une autre spore de même origine.
Gr. = 2 000.

12a : Détail de la figure précédente. Gr. = 5 000.

FIG. 13. — Détail d'une autre spore, même origine.
Gr. = 2 000.

13a : Détail de la figure précédente. Gr. = 5 000.

« »

EDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, Quai Anatole-France — PARIS-7^e

C. C. P. PARIS 9061-11

Tél. : 555.26.70

LE MÉSOZOÏQUE SAHARIEN

2^{me} Partie

**ESSAI DE SYNTHÈSE DES DONNÉES
DES SONDAGES ALGERO-TUNISIENS**

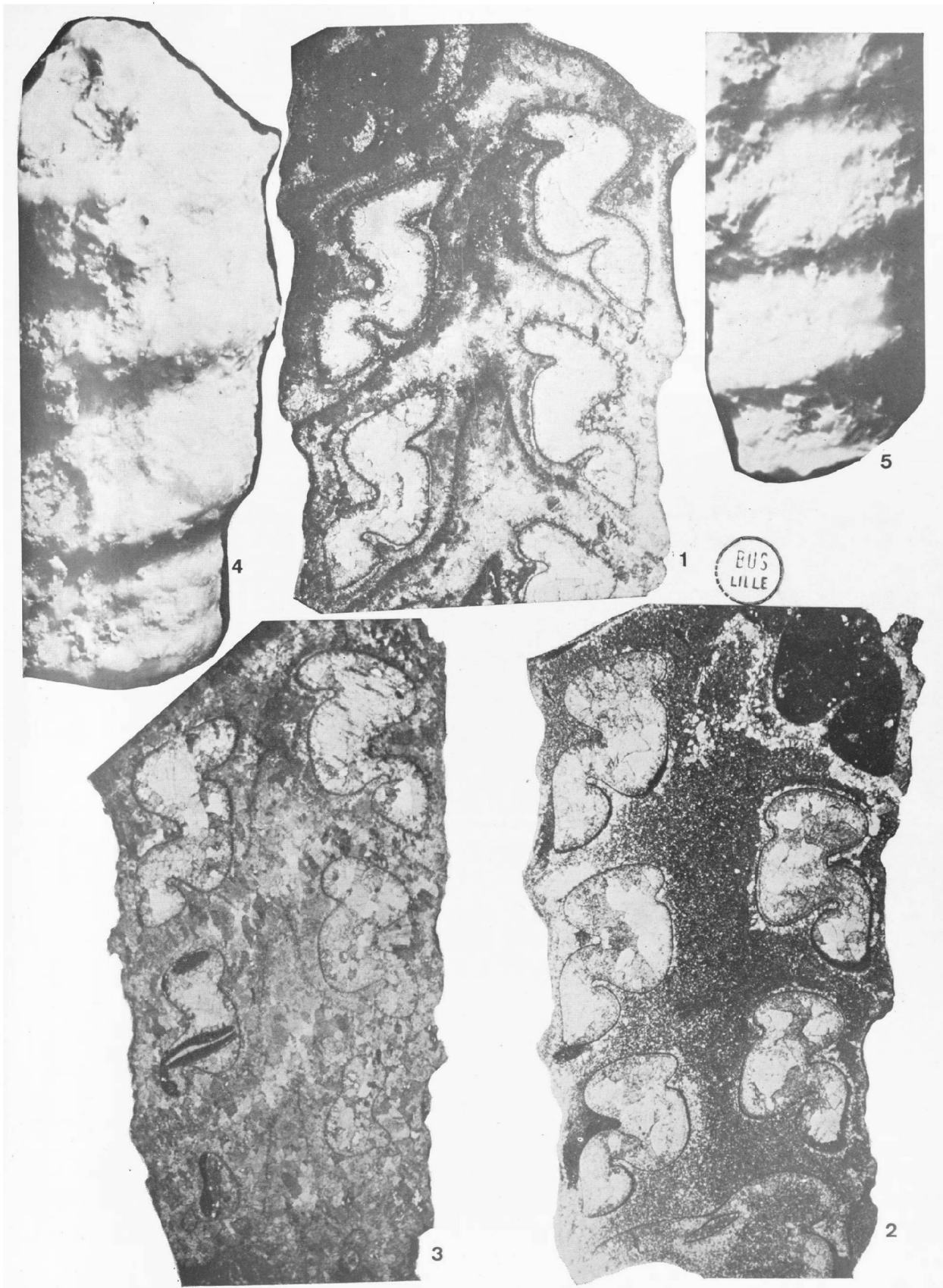
par

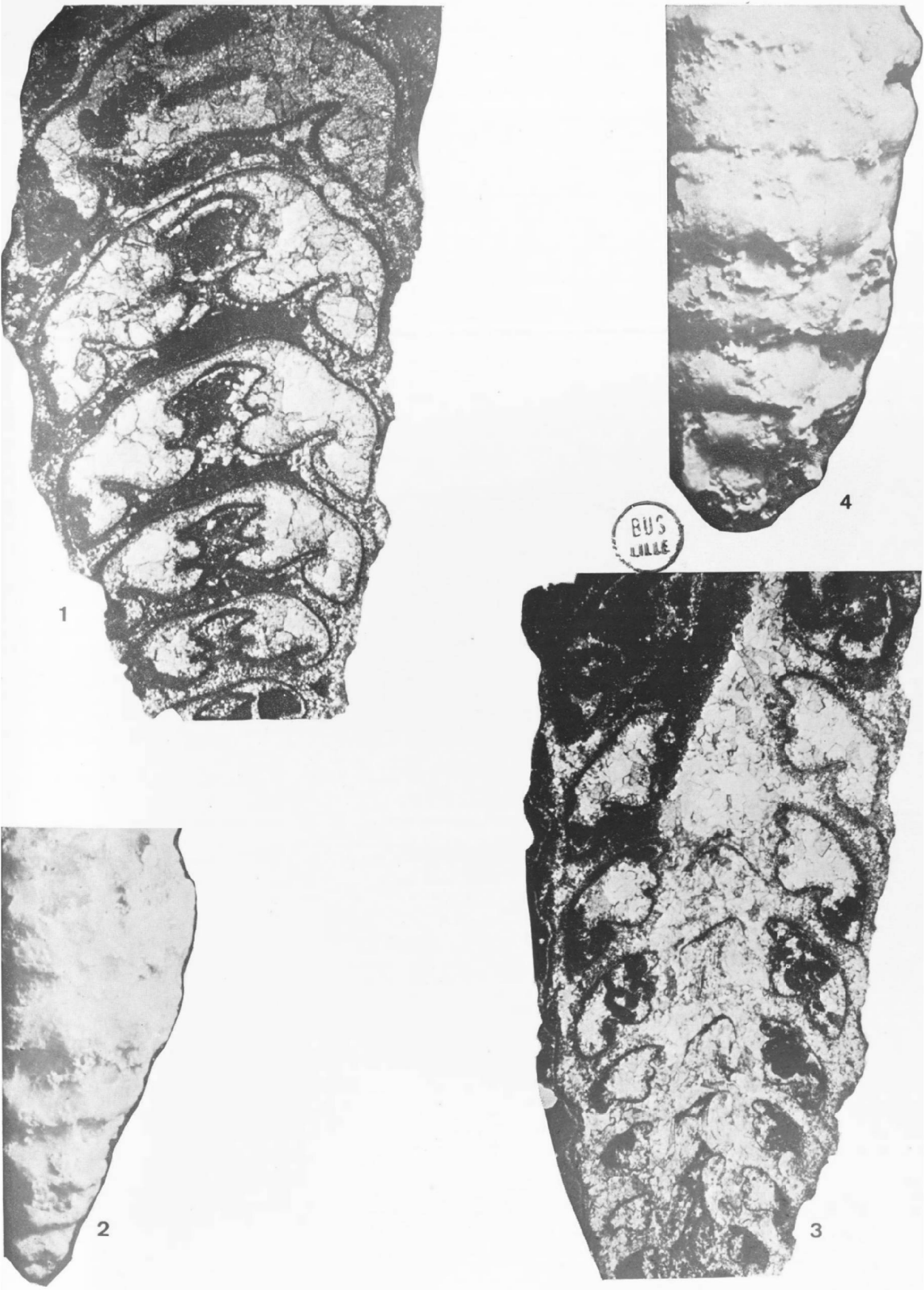
Georges BUSSON

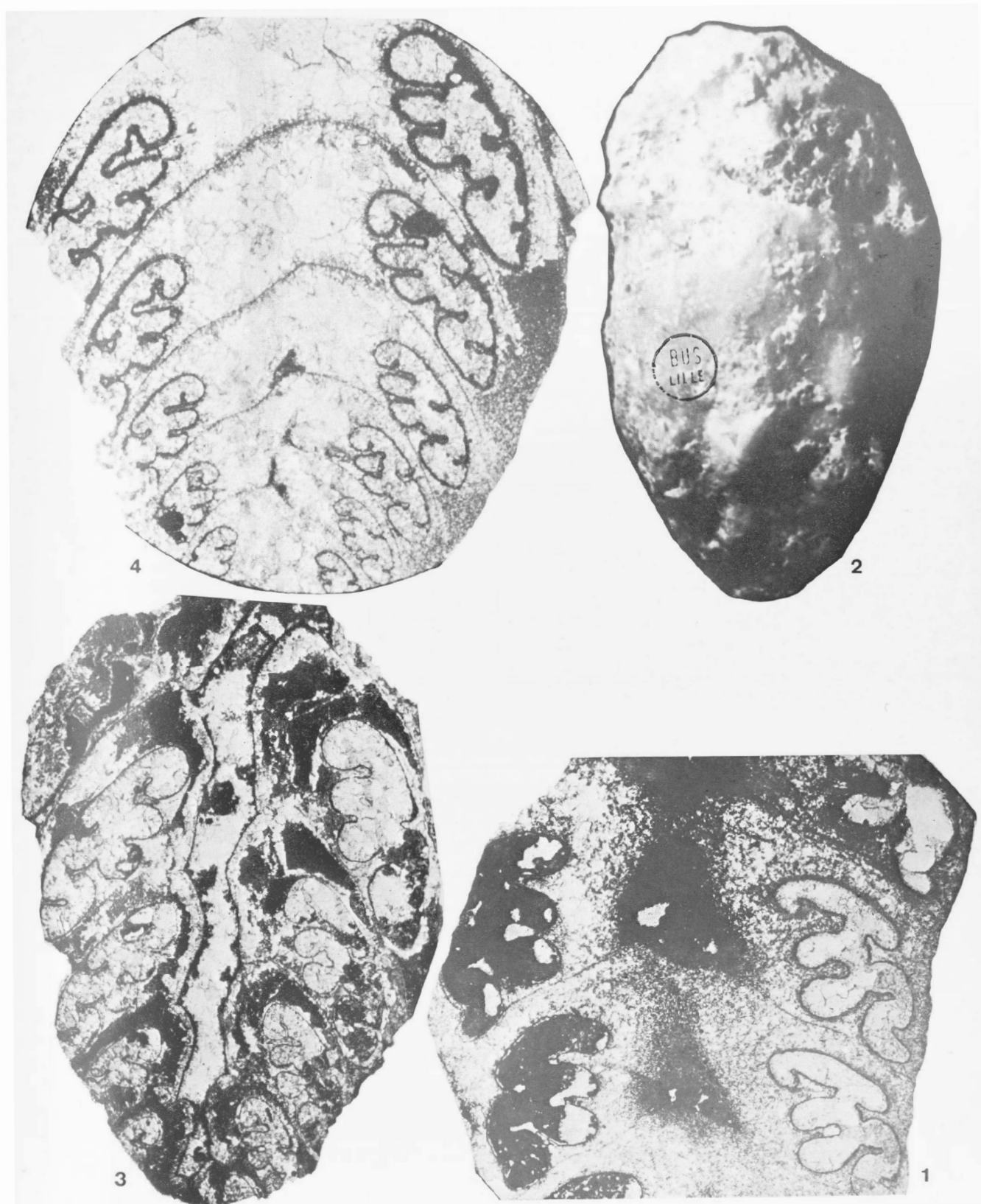
Sous-Directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle

Ouvrage comprenant 2 volumes brochés totalisant 810 pages, 70 tableaux in-texte, 152 figures au trait dont 9 en double page et 1 en dépliant, 51 planches au trait en dépliant hors-texte dont 31 en noir, 16 en 2 couleurs, 1 en 3 couleurs, 3 en 9 couleurs sous pochette.

PRIX : 236,50 F. T.T.C.







Les "Dièves" de Maubeuge (Nord) et leurs deux Tourtias (Crétacé supérieur)

par F. ROBASZYNSKI (*)

Sommaire. — Dans une série de marnes cénomano-turonienues, un niveau glauconifère et grossier, qui prend le nom de "Tourtia de Maubeuge", accompagne une lacune correspondant à la couche à *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI).

Summary. — In a contracted serie of cenomano-turonian marls, a glauconitic and rough level, which takes the name of "Tourtia de Maubeuge" underlines a hiatus corresponding to the *Praeglobotruncana helvetica* bed (BOLLI).

Grâce à la reconnaissance du contenu micro-paléontologique des "Dièves cénomano-turonienues" de plusieurs sondages situés au bord du golfe de Mons (6), j'ai pu établir un premier essai de division de ces "Dièves" en couches à Foraminifères pélagiques caractéristiques.

L'étude récente d'un autre sondage montrant plus de 120 m de "Dièves" (**) a confirmé l'échelle établie et l'a précisée.

Pour résumer, voici, du haut vers le bas, les différents termes de la succession reconnue et adoptée :

couche à *Globotruncana* gr. *lapparenti* BROTZEN et *G. marginata* (REUSS)
couche à *Praeglobotruncana helvetica* BOLLI
couche à *Pg. hagni* SCHEFIBNEROVA
couche à "grosses globigérines"
couche à *Rotalipora* BROTZEN

A mesure que de nouveaux sondages seront étudiés, il est possible que cette succession soit modifiée ou mieux précisée. Pour ce qui concerne les corrélations entre micro- et macrofaune (inocérames surtout, térébratulines et rares ammonoïdés), celles-ci seront établies ultérieurement.

Remarque. — Dans ma précédente note (6), j'avais émis un doute quant à l'attribution à la couche à "grosses globigérines" des 5 m de base du sondage du Jardiné = QUIEVRAIN 09, et j'avais présumé la présence de Rotalipores. Un

échantillon à 175 m du même sondage, retrouvé dans nos réserves, a mis en évidence quelques *Rotalipora cushmani* (MORROW), ce qui supprime une incertitude dans le schéma interprétatif.

1) L'affleurement de Maubeuge.

Une fouille de grande envergure, réalisée à l'occasion de l'implantation de piles de pont près du nouveau lycée de Maubeuge (à 500 m à l'Ouest de la Redoute d'Assevent), a mis au jour 6 m environ de "Dièves" reposant en discordance sur des terrains paléozoïques.

Les termes lithologiques observés sur les talus de la tranchée sont représentés à la fig. 2 et j'en donnerai ci-dessous les caractères principaux.

— A la base (M5-6), on note un niveau très grossier de sables glauconifères contenant des débris parfois décimétriques de calcaire noir à coralliaires, de calcaire noduleux provenant des formations immédiatement sous-jacentes ; un *Spirifer verneuilli* roulé et une colonie d'*Acerularia* ont même été dégagés ; plusieurs fragments décimétriques remaniés d'une roche ressemblant fort au "sarrazin" de Bellignies (d'âge cénomanien inférieur) ont aussi été recueillis. La macrofaune, assez abondante, comporte de nombreuses *Exogyra conica*, des huîtres, des fragments de *Pecten asper*, de bélemnites rapportées à *Actinocamax plenus* (BLAINVILLE), des spongiaires, des oursins, des rhynchonelles et divers Lamellibranches.

Faciès et faune conduisent à attribuer ce conglomérat de base au "TOURTIA DE MONS" — d'âge cénomanien supérieur — déjà entrevu par Barrois à Assevent (1, p. 373). Rien de neuf donc sur ce point.

(*) Faculté Polytechnique de Mons (Belgique). Note déposée le 9 juin 1971.

(**) Sondage n° 39 de Bernissart ou Belœil 04 décrit par M. Lefèvre (3) et situé à 1600 m à l'Est de Belœil 02 (6).

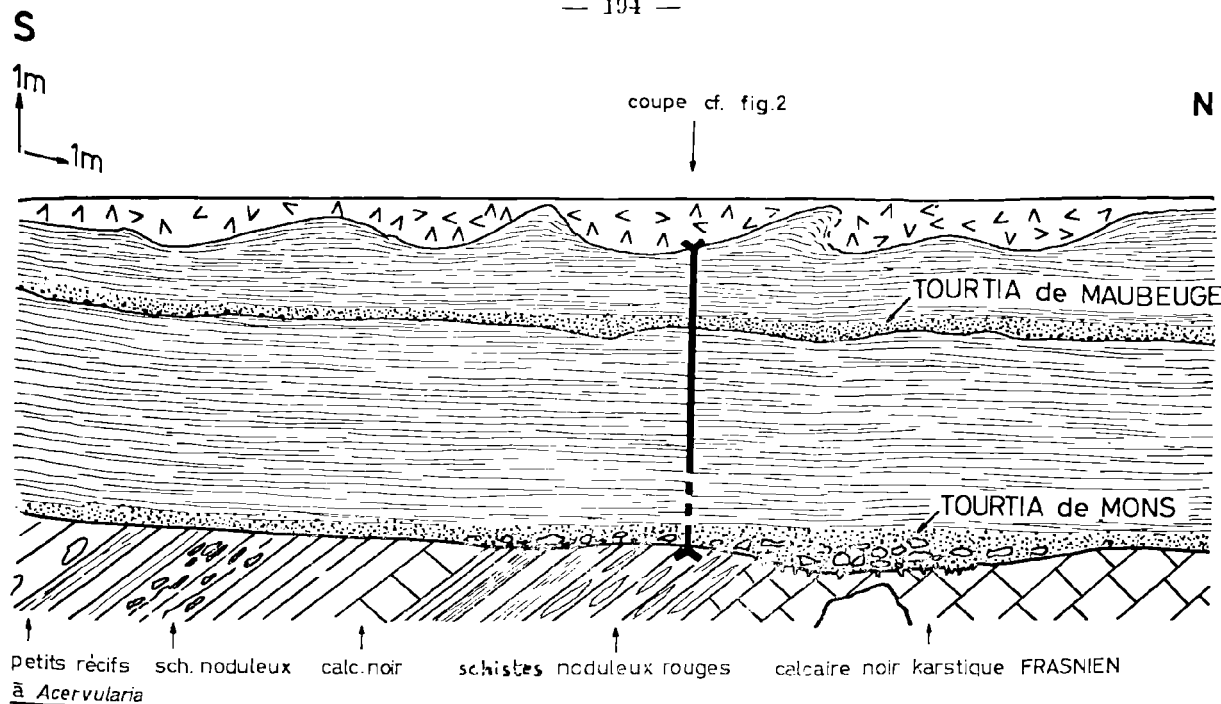


FIG. 1. — Aspect d'un flanc de la tranchée du nouveau complexe scolaire à Maubeuge.

L'épaisseur et l'aspect de ce Tourtia sont très variables. A l'endroit de la coupe principale, le faciès est franchement conglomératique et épais de 70 à 80 cm ; à 60 m au Sud, il devient simplement grossier avec des grains millimétriques et son épaisseur se réduit à 20 cm.

La fig. 1 fait apparaître que le faciès conglomératique comble une dépression dans les terrains paléozoïques, où ont pu s'accumuler les débris de taille importante.

— Quatre mètres de marnes (M7 à 14) onctueuses, homogènes, de teinte vert pâle, succèdent au Tourtia. Aucune macrofaune n'a été décelée.

— Brusquement, et c'est ici le fait nouveau, un niveau vert foncé d'une vingtaine de cm (M15 et 16) ravine les marnes verdâtres et sa base contient quelques galets millimétriques de grès quartzitique noir. Dans son épaisseur, ce niveau est surtout constitué par l'accumulation de sables quartzeux et de grains de glauconie relativement bien classés, emballés dans une marne verte. De minuscules fragments de Lamellibranches non déterminables ont été décelés après lavage mais aucun élément de macrofaune caractéristique n'a pu être repéré.

[Nous sommes là en présence d'un véritable "Tourtia" dont l'âge ne peut être fixé par la macrofaune, mais qui est clairement situé à un niveau différent de celui du "Tourtia de Mons".

Je le nommerai "TOURTIA DE MAUBEUGE"] (*).

— Des marnes (M 17), glauconieuses encore à la base puis devenant très fines, onctueuses, de teinte vert pâle, sans macrofaune, surmontent le nouveau Tourtia.

— Suivent d'une façon continue d'autres marnes, blanc-jaunâtre, plus crayeuses, où des lavages ont montré de nombreux spicules d'éponges.

[Dans le Bassin de Mons, un tel faciès est rapporté aux "Fortes-Toises" d'âge Turonien supérieur. Les "Rabots" à spicules d'éponges que l'on devrait s'attendre à trouver au-dessus de ce niveau, n'existent pas ici en bancs continus ;

(*) Peu à l'Est, la surface topographique descend graduellement ; les limons reposent alors avec des poches de cailloux de silex sur le "Tourtia de Maubeuge" ; ce dernier y est affecté par la cryoturbation jusqu'à 3 m environ sous la surface ; cette disposition n'a évidemment rien de commun avec le léger ravinement observé dans la couche glauconifère strictement en place.

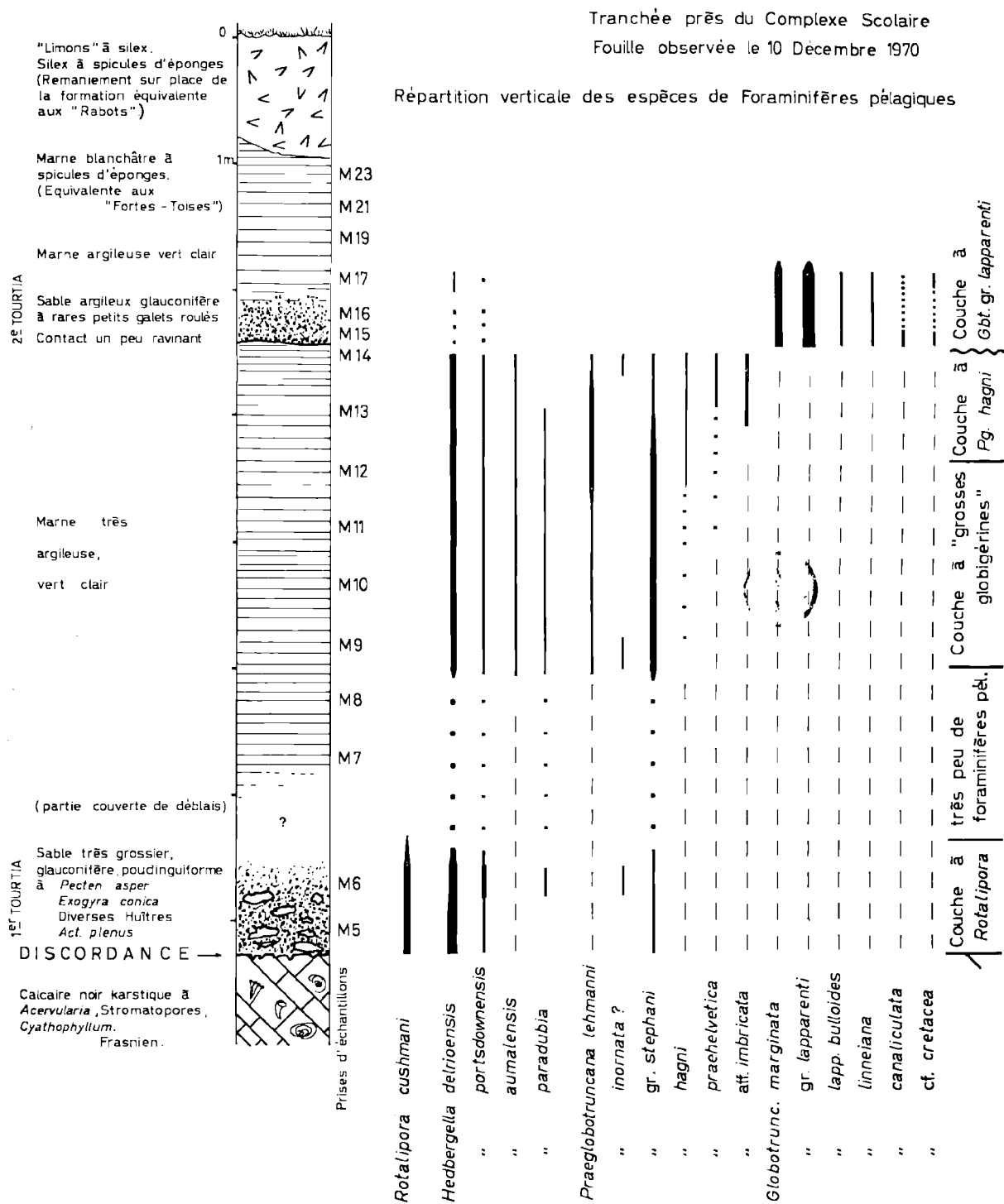


FIG. 2. — Répartition des espèces de Foraminifères pélagiques de la tranchée de Maubeuge.

ils ont été remaniés sur place et abondent dans les "limons" de surface].

Ainsi, la coupe de Maubeuge révèle sur 6 m d'épaisseur une succession marneuse assez homogène, débutant par un conglomérat de base céno-manien supérieur (le "Tourtia de Mons") pour se terminer par des marnes à spicules d'âge turonien supérieur. Fait notable : la série est tranchée par la discontinuité faciologique évidente que forme le TOURTIA DE MAUBEUGE.

2) Micropaléontologie.

La fig. 2 donne la répartition des principales espèces de Foraminifères pélagiques contenus dans les échantillons prélevés sur les flancs de la tranchée ; quelques remarques suffiront à compléter le tableau.

— Le "TOURTIA DE MONS", très glauconifère, renferme peu de microfaune. Pourtant, le lavage de 2 à 3 dm³ de sables a isolé une dizaine de *Rotalipora cushmani* accompagnées d'espèces satellites comme les *Praeglobotruncana* du groupe *stephani* (GANDOLFI) avec des Hedbergelles diverses.

— Les marnes surmontant le "Tourtia" de base contiennent très peu de Foraminifères pélagiques. Toutefois, des espèces benthiques semblables à *Gavelinopsis tourainensis* BUTT et *Orostella turonica* BUTT sont assez abondantes. Les rares Hedbergelles dégagées appartiennent à l'espèce *delrioensis* peu caractéristique.

— A 2 m environ au-dessus de la discordance apparaissent dans les marnes verdâtres, les premières *Praeglobotruncana lehmanni* PORTHAULT et *aumalensis* (SIGAL) associées à des Hedbergelles de grande taille : *delrioensis* (CARSEY), *portsdownensis* (WILLIAMS-MITCHELL), *paradubia* (SIGAL) ; toutes formes regroupées sous le vocable "grosses globigérines". D'assez nombreuses *Pg. gr. stephani* font cortège à ces Foraminifères de grande taille.

— Sous le "Tourtia de Maubeuge" naissent des formes peu abondantes, dont la morphologie les rapproche de *Pg. hagni* et *Pg. imbricata* (MORNOU).

— Au-dessus du "Tourtia de Maubeuge", toutes les espèces citées précédemment font totalement défaut (sauf quelques rares *Hedbergella delrioensis*) et sont remplacées par des *Globotruncana gr. lapparenti* et des *Globotruncana marginata*.

Puis, avec l'apparition du faciès marneux à spicules d'éponges, toutes les espèces de Foraminifères à test calcaire disparaissent.

Si l'on se réfère à la succession des microfaunes pélagiques établie dans des régions où a prévalu une sédimentation marneuse continue, il apparaît qu'à Maubeuge la couche à *Pg. helvetica* manque totalement.

AINSI, LA DISCONTINUITÉ QUI ÉTAIT DÉJÀ APPARENTE — *de visu* — SUR LE TERRAIN EST CONFIRMÉE PAR UN HIATUS MICROPALÉONTOLOGIQUE.

Comme à Bettrechies (6), nous sommes en face d'une série contractée mais qui s'accompagne ici d'une lacune.

3) Conclusion.

La première transgression de la mer crétacée dans la région de Maubeuge s'effectue au Céno-manien supérieur et son arrivée se traduit par le dépôt d'un "Tourtia de Mons" contenant *Actinocamax plenus*, *Exogyra conica* et *Rotalipora cushmani*.

Une période de sédimentation plus calme fait suite aux turbulences de l'avancée marine et des marnes se déposent, qui contiennent la couche à "grosses globigérines" et la base de la couche à *Pg. hagni*.

A ce moment, la région est soumise à un courant de fond dont le niveau d'énergie est suffisant pour empêcher la sédimentation de la couche à *Pg. helvetica*, raviner même les niveaux sous-jacents et transporter des petits galets, des grains de sable quartzeux et de glauconie. Quand la force du courant diminue, les éléments figurés s'immobilisent et c'est le dépôt du "Tourtia de Maubeuge". Après cet épisode, la succession sédimentaire se poursuit calmement au moins jusqu'au Turonien supérieur.

En résumé, le "TOURTIA DE MAUBEUGE" souligne une lacune correspondant à la couche à *Pg. helvetica* ; il rompt la continuité des dépôts marneux céno-mano-turonien dans cette région. L'incident de sédimentation démontré ici peut être mis éventuellement en relation avec les passées grossières et glauconifères décrites dans les "Dièves" des fosses Boca à Douchy, Ewbank à Vicoigne (5, p. 348).

Ces faits tendent à montrer que la transgression turonienne n'a pas eu la marche régulière et continue que laissent entrevoir les études à « l'œil nu » ; elle s'est accompagnée de récurrences... dont la position dans le temps et dans l'espace reste pourtant à préciser.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1) BARROIS Ch. (1878). — Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. V, p. 227-487.
- 2) CORNET J. (1919). — Le Turonien entre Mons et l'Escaut. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLII. Mémoires, p. M 125 à M 168.
- 3) LEFEVRE M. (1925). — Coupe du sondage n° 39 de Bernissart à Pommeroeul. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XLVIII, p. B 99-104.
- 4) MAGNÉ J. et POLVÈCHE J. (1962). — Le Crétacé de la fosse n° 10 d'Oignies. Micropaléontologie et stratigraphie. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXII, p. 127-134.
- 5) MARLIÈRE R. (1939). — La transgression albienne et cénomanienne dans le Hainaut. *Mémoire n° 89 du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique*.
- 6) ROBASZYNSKI F. (1971). — Les Foraminifères pélagiques des "Dièves" aux abords du Golfe de Mons. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCI, p. 31-38.
- 7) WATERLOT G. (1954). — Les terrains crétacés sous recouvrement tertiaire dans les environs de Vieux-Reng, Boussois et La Longueville (Feuille de Maubeuge au 1/50 000^e). *Bull. du Service de la carte géologique de France*, C.R. des collab. pour 1953, n° 241, t. 52, p. 1-10.
- 8) WATERLOT G. (1963). — Le Crétacé de la région N et NE de Maubeuge. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIII, p. 265-274.

—————«»—————

Une couche à *Rotalipores* dans les "Dièves" (Crétacé supérieur) dans un sondage à Trith (Nord)

par J. LEPIAT (*) et F. ROBASZYNSKI (**)

Sommaire. — Près de Valenciennes, un sondage a rencontré, sous les "Dièves vertes" à *Pg. hagni* et "grosses globigérines", un niveau de MARNES OCREES contenant plusieurs espèces de *Rotalipora* dont *R. reicheli* déjà signalée dans la craie d'âge cenomanien inférieur des falaises du Blanc-Nez.

Summary. — Near Valenciennes, a boring has found, under the "Dièves vertes" containing *Pg. hagni* and "grosses globigérines", a level of ochreous marls with several species of *Rotalipora* in which *R. reicheli*, already observed in lower cenomanian chalk of Blanc-Nez cliffs.

A 2 km au SW de Valenciennes, le franchissement par l'autoroute A2 de la vallée de l'Escaut a soulevé deux difficultés majeures que seule une étude géologique détaillée du site a permis de résoudre. Le projet prévoyait en effet :

— l'édification d'un haut remblai à l'emplacement du "Grand Etang" de Trith-Saint-Léger résultant lui-même de l'exploitation des graviers de base de la séquence alluviale pour une balastière ;

— la construction d'un viaduc accolé à ce remblai pour enjamber le canal de l'Escaut et les voies ferrées Aulnoye-Valenciennes et Lourches-Valenciennes.

Quelques 30 sondages réalisés dans le site ont permis, d'une part, d'en préciser la structure géologique, d'autre part, de conduire à des informations nouvelles sur la nature de la microfaune des marnes du sous-sol.

Pour la plupart des sondages, la profondeur d'investigation n'a guère dépassé 15 m, puisqu'il suffit généralement, dans le cadre d'une simple reconnaissance de tracé, de traverser les dépôts superficiels et de toucher le substratum immédiat. Mais dans le cas présent, l'implantation d'un ouvrage exceptionnel à la fois par son poids et

sa portée dans un terrain relativement mauvais a conduit l'organisme demandeur à compléter cette reconnaissance classique par 2 sondages au socle primaire peu profond en cet endroit.

Tous ces sondages ont fait l'objet d'un carottage continu, sauf pour les 2 sondages plus profonds, pour lesquels les dépôts superficiels, déjà bien connus, furent traversés au tricône, mais où la technique du carottier à câble a été utilisée pour traverser les "Dièves".

Les études en laboratoire ont porté principalement sur les 2 sondages au socle dont la notation, l'altitude et l'implantation en coordonnées Lambert sont données ci-après :

S 1H Z = 30.00 N GF X = 683,057 Y = 293,907
S 2H Z = 24.00 N GF X = 682,933 Y = 293,937

1) Lithologie.

Au point S 1H, la sonde a rencontré successivement, sous une quinzaine de mètres de dépôts récents (remblais et alluvions de l'Escaut) :

— de 14,75 à 28,30 m, des marnes argileuses gris verdâtre contenant de petites ammonites pyritisées et de la pyrite en abondance à certains niveaux ; elles constituent ce que les mineurs ont appelé les "Dièves vertes" ;

N.B. — La partie supérieure des marnes présente sur 2 m une perte en carotte de 50 à 70 % environ ;

(*) Laboratoire Ponts et Chaussées, Haubourdin (Nord).

(**) Faculté Polytechnique de Mons (Belgique). Note déposée le 9 juin 1971.

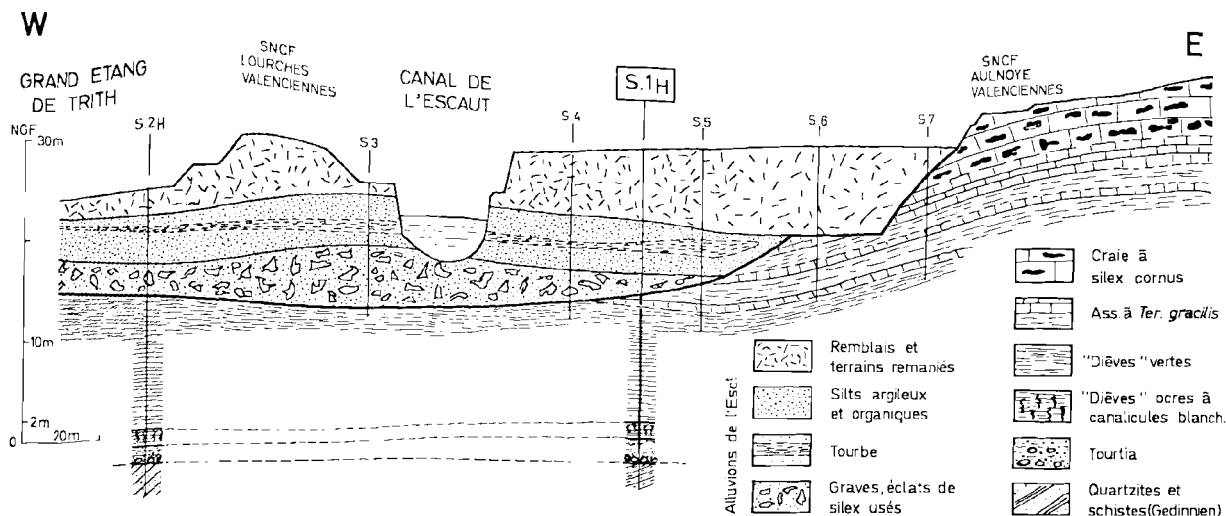


FIG. 1. — Coupe transversale de la rive droite de l'Escaut au Sud de Valenciennes.

— de 28,30 à 30,20 m, une MARNE OCRE ou jaun-vertâtre, à canalicules clairs, non glauconifère au sommet, se chargeant en grains de glauconie dans les 30 cm de base, qui doit correspondre à ce que R. Dehée a appelé les "Dièves rouges" (3 et 4) ;

— de 30,20 à 32,60 m, une marne crayeuse gris-blanchâtre, lardée de nombreux lits glauconifères verdâtres. Vers la base, la glauconie devient de plus en plus abondante, en même temps qu'apparaissent des niveaux graveleux ; les 40 cm de base sont formés d'un véritable "TOURTIA" de cailloux roulés de grès et de quartzites ;

— sous 32,60 m et sur 7 m environ, on rencontre le substrat primaire, constitué par un grès gris-rosé, coupé de niveaux schisteux rouge lie-de-vin, d'âge Gédinnien probable.

Au sondage S.2H, une succession pratiquement identique a été observée, avec toutefois une épaisseur un peu moindre pour l'ensemble des "Dièves ocrés" et du "Tourtia".

Les sondages moins profonds implantés sur le versant Est de la vallée ont mis en évidence au-dessus des "Dièves vertes" une alternance de bancs marneux et plus calcaires à *Terebratulina gracilis* (SCHLOTH.) surmontée de la craie à silex cornus.

Les alternances lithologiques de l'assise à *T. gracilis* sont confirmées par les nombreuses

teneurs en carbonate effectuées sur les échantillons et dont les valeurs sont comprises entre les extrêmes indiquées ci-dessous :

Nature lithologique	Teneur en CaCO ₃	
Craie à silex cornus	93 à 96 %	
Assise à <i>T. gracilis</i> {	Bancs crayeux	85 à 93 %
	Marne crayeuse vert-pâle	50 à 80 %
	Niveaux plus argileux gris-vert	40 à 50 %
	"Dièves vertes"	20 à 40 %

2) Micropaléontologie.

La figure 2 rassemble les résultats de l'étude des Foraminifères contenus dans les marnes du sondage S.1H de Trith.

Au premier coup d'œil, on distingue deux groupes de microfaune : l'un, présent dans le Tourtia et ne dépassant pas les marnes ocrés, l'autre apparaissant dans ce niveau et développé jusqu'au sommet des marnes vertes.

Dans le premier groupe, notons surtout le genre *Rotalipora*, représenté par 4 espèces dont la plus abondante est *R. cushmani* (MORROW), qui ne disparaît qu'au sommet des marnes ocrés. Quelques *R. reicheli* (MORNOU), accompagnées de *R. greenhornensis* (MORROW) marquent la base de ces marnes où débutent déjà des formes du deuxième groupe, telles que *H. paradubia* (SIGAL), *Pg. aumalensis* (SIGAL) et *Pg. stephani* (GANDOLFI).

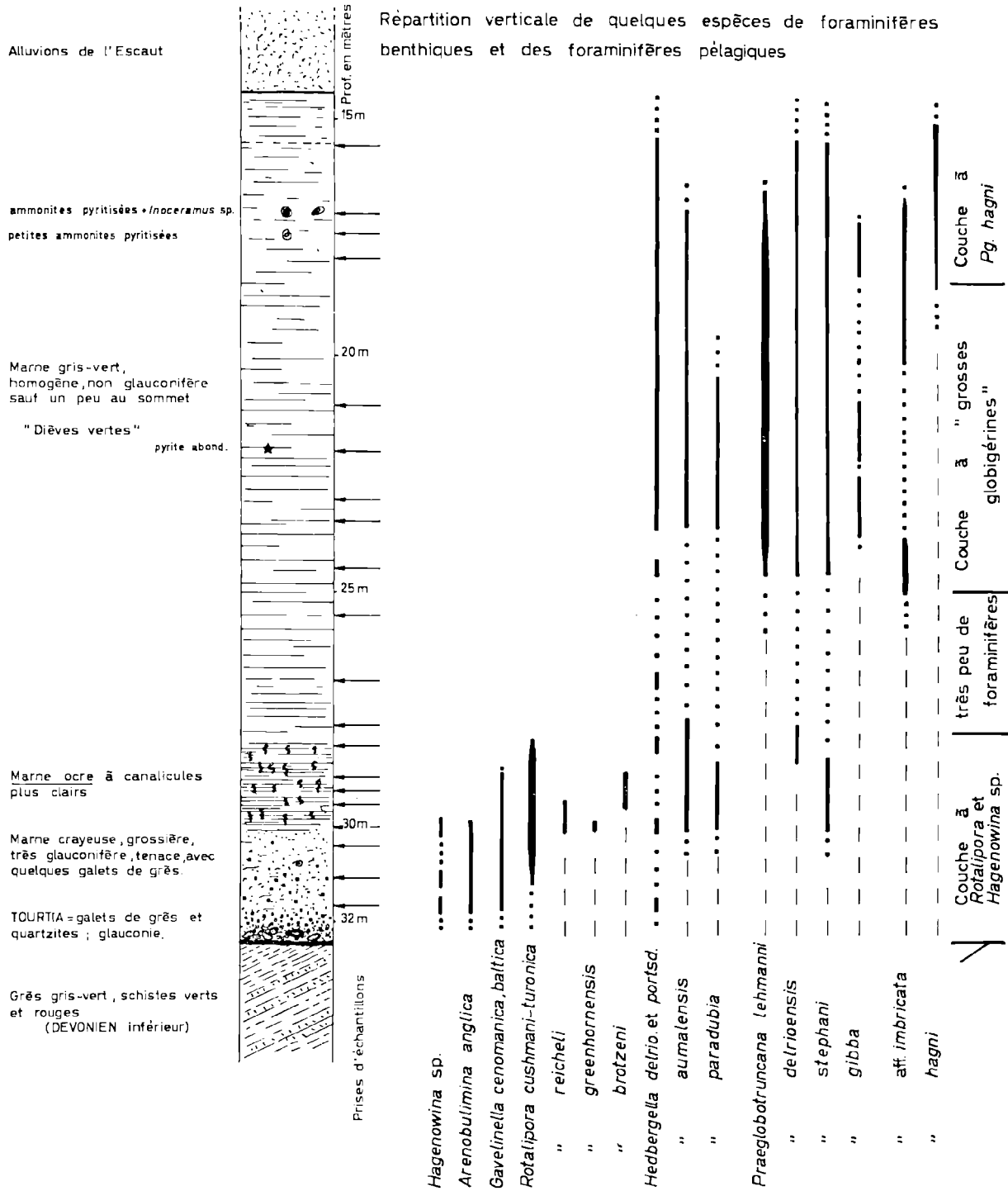


FIG. 2. — Répartition de quelques espèces de Foraminifères dans les "Dièves" de Trith-Saint-Léger (Valenciennes) S1H.

Un niveau de 2 à 3 m succède aux marnes ocres et ne contient que quelques *H. delrioensis* peu caractéristiques. De ce fait, il est difficile de dire où s'éteint exactement *R. cushmani*; toujours est-il qu'elle ne réapparaît plus au-dessus de ce niveau.

Vers la profondeur de 24 m, on assiste à l'apparition de *Pg. lehmanni* PORTHAULT, *Pg. gibba* KLAUS et *Globotruncana* aff. *imbricata* MORNOD, qui se développent sur 7 m et s'éteignent avant d'atteindre la tête des marnes vertes. Elles sont relayées dès 17 m par les premières *Pg. hagni* SCHEIBNEROVA dont la fréquence augmente régulièrement vers le haut du sondage.

3) Conclusion.

Nous reconnaissons dans la région de Valenciennes la succession des Foraminifères pélagiques établie dans les "Dièves" du Bassin de Mons (9, 10) avec, cette fois, plus de précision à la base de la série. En effet, alors que dans la partie occidentale du Bassin de Mons, *R. cushmani* est seule représentée et d'ailleurs peu abondante, nous voyons ici, dans les marnes ocres, une véritable explosion de cette espèce. La partie inférieure de ces marnes contient en outre *R. reicheli*, forme signalée par P. Andreiff (1) dans la craie grise d'âge cénomanien inférieur de la falaise du Petit Blanc-Nez à Escalles. Il n'est pas exclu de pouvoir utiliser cette espèce en vue de corrélations régionales futures.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1) ANDREIFF P. (1964). — Existence d'un niveau à *Rotalipora reicheli* dans la craie cénomanienne du Cap Blanc-Nez. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 140-143.
- 2) DALBIEZ F. (1957). — The generic position of *Rotalia deeckeii* FRANKE. *Micropaleontology*, 3/2, p. 187-188.
- 3) DEHÉE R. (1924). — Les terrains crétacés traversés par la fosse d'Ewbank, n° 3 de Vicoigne. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XLIX, p. 11-28.
- 4) DEHÉE R. (1924). — Coupe géologique de la fosse Ch. Boca, n° 9 des mines de Douchy. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XLIX, p. 34.
- 5) MAGNÉ J. et POLVÊCHE J. (1962). — Le Crétacé de la fosse n° 10 d'Oignies (Nord). *Micropaléontologie et stratigraphie. Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXII, p. 127-134.
- 6) MARLIÈRE R. (1965). — Aux confins cénomano-turonien : la zone à *Actinocamax plenus*. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIV, p. 257-264.
- 7) MOORKENS T.L. (1967). — Quelques globotruncanidés et rotaliporidés du Céno-manien, Turonien et Coniacien de la Belgique. In *Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils*, Geneva, vol. II, Leiden, E.J. Brill, p. 435-459.
- 8) PORTHAULT B. (1967). — Foraminifères planctoniques et biostratigraphie du Céno-manien dans le Sud-Est de la France. *Ibid.*, p. 526-546.
- 9) ROBASZYNSKI F. (1971). — Les Foraminifères pélagiques des "Dièves" aux abords du golfe de Mons. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCI, p. 31-38.
- 10) ROBASZYNSKI F. (1971). — Les "Dièves" de Maubeuge et leurs deux Tourtias. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCI, p. 193-197.
- 11) SIGAL J. (1967). — Essai sur l'état actuel d'une zonation stratigraphique à l'aide des principales espèces de Rosalines (Foraminifères). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 2, p. 48-50.

Rôle des Maldanes (Annélides Polychètes) dans certains types de bioturbation

par Claude BABIN (*), Michel GLEMAREC (**), Henri TERMIER (***) et Geneviève TERMIER (****)

(Planches XXXIII à XXXV)

Sommaire. — Des concrétions tubulées du Pléistocène inférieur d'Anvers, *Tasselia ordam* HEINZELIN, sont comparées ici aux manchons de vase édifiés par des Annélides Polychètes, les Maldanes. Les similitudes entre *Maldane* et *Tasselia* écartent définitivement pour cette dernière, l'hypothèse Pogonophore précédemment proposée. La fossilisation de tels manchons de vase, qui s'est réalisée dans des formations d'âges divers, revêt un certain intérêt paléocéologique.

Summary. — Tubular concretions of the Lower Pleistocene of Anvers, *Tasselia ordam* HEINZELIN, are here compared with the mud-muffs built at present by Polychaete worms, the Maldanes. The similarities between *Maldane* and *Tasselia* definitely eliminate, for the latter, the hypothesis "Pogonophore" previously proposed. The fossilization of such mud-muffs which took place in various age formations offers a certain paleoecological interest.

En 1964, R. van Tassel et J. de Heinzelin publiaient leurs observations sur de curieuses concrétions fossiles découvertes sous le polder d'Ordam, lors des travaux d'aménagement du port d'Anvers, en particulier au niveau de la porte amont de l'écluse Baudouin.

Ces concrétions se rencontrent dans les sables de Merkssem (Merksémien) du Pléistocène inférieur (= Villafranchien, daté de 3,7 à 3,5 millions d'années) où elles sont normalement disposées avec leur grand axe vertical, c'est-à-dire perpendiculaire à la stratification et sur un grand nombre d'horizons successifs.

A ces concrétions tubulées, J. de Heinzelin donnait dans la même publication le nom de *Tasselia ordam* et les attribuait avec doute à des Pogonophores fossiles, tout en remarquant que de telles concrétions n'ont jamais été signalées autour de Pogonophores vivants et que les fonds marins du Merksémien, peu profonds, relativement tempérés et aérés, ne cadraient pas avec la distribution actuelle des Pogonophores.

Au cours d'un passage à Bruxelles au début de novembre 1969, W. van Leckwijck attirait notre attention (H.T. et G.T.) sur cette curieuse énigme. Nous avons pu observer les types conservés au Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique grâce à l'obligeance de M. van Tassel et de M. Glibert, ainsi que les cotypes conservés au laboratoire de géologie de l'Université Libre, que M. le Professeur Mortelmans et M. Errera ont bien voulu mettre à notre disposition. Enfin, plusieurs exemplaires nous ont été donnés pour nous permettre l'étude de cette surprenante structure.

Revenons sur la description de *Tasselia*. C'est un long tube cylindrique dont les parois ne sont pas conservées parce qu'elles étaient vraisemblablement formées par une substance organique, mais dont l'ornementation externe, bien distincte, comprend de fines lamelles d'accroissement subparallèles, l'une d'elles étant périodiquement plus saillante que les autres. Ce tube est entouré d'un manchon de vase sableuse plus ou moins piriforme (la partie la plus large étant en bas). Le manchon comprend une zone composée de menus graviers ou de sable grossier tout autour du tube, une fine pélite constituant tout le reste, dans laquelle se distingue une structure en collettes, en pile d'assiettes ou en cônes emboîtés, selon les individus, structure mise en évidence par des parties plus grossières ou même par des

(*) Laboratoire de Paléontologie, Brest.

(**) Laboratoire de Biozoologie, Brest.

(***) Professeur honoraire, Paris.

(****) C.N.R.S., Département Géologie structurale, Paris VI. Note déposée le 31 Mars 1971.

segments détachables de toute la concrétion. La pointe des cônes est invariablement tournée vers le bas.

La partie inférieure du tube se prolonge par une sorte de queue plongeant dans le sable plus grossier sous-jacent. Ces " queues " peuvent atteindre 70 cm de long ; leur composition est : 7 % H₂O, 18 % FeO, 9,5 % P₂O₅, 43 % résidu.

Enfin, à la partie inférieure du tube se trouve généralement une sorte de chambre élargie que l'on peut interpréter comme l'emplacement d'un organe terminal. Certaines de ces concrétions sont soudées entre elles.

L'analyse des concrétions, dans lesquelles se reconnaissent des grains de quartz, de la glauconie et des fragments de coquilles, montre la présence de beaucoup de phosphates (parties claires) du groupe apatite (21 à 27 % de P₂O₅) et de fer (sidérite : parties foncées) (de 38 à 50 % de FeO). Pour van Tassel, ces concrétions auraient été initialement des phosphorites dans lesquelles se seraient produites des substitutions ferrugineuses.

Lors d'une visite aux récoltes récentes faites par Michel Glémarec sur le benthos du plateau continental Nord-Gascogne, notre attention a été attirée par les " boudins " de vase enrobant les tubes d'Annélides Polychètes, les Maldanes. Ceux-ci sont remarquables par l'épaisseur du boudin et par l'ornementation fine du long tube axial ; ce dernier peut revêtir l'aspect d'une longue " queue " identique à celle des *Tasselia* et résultant, en réalité, du dégagement du manchon de sédiment.

Maldane glebifex GRUBE construit un manchon de vase compacte de 2 à 3 cm de diamètre et pouvant dépasser 10 cm de longueur. *Maldane glebifex* définit un peuplement caractéristique des vases sableuses de la dépression littorale, c'est-à-dire entre 20 et 40 mètres, ce qui correspond, dans la région sud-armoricaine, à l'étage circo-littoral côtier.

Dans ces conditions optimales, *Maldane glebifex* est dominante, sa densité au mètre carré, mesurée avec une benne quantitative, peut atteindre 450 individus. Parmi la dizaine d'espèces appartenant à ce genre, *Maldane sarsi* est cosmopolite de l'Arctique à l'Antarctique et croît surtout à de plus grandes profondeurs, jusqu'à 3 500 mètres en mer d'Okhotsk par exemple. Là aussi, elle vit en populations très abondantes.

Le tube des Maldanes est composé de chitine et orné de stries parallèles dont certaines, plus saillantes, sont espacées de façon régulière. Cette disposition qui s'imprime avec toute sa finesse dans la vase du boudin, est étroitement semblable à celle de *Tasselia*. Une coupe axiale dans ce boudin est comparable en plus petit à celle de *tasselia*.

Nous avons pratiqué des plaques minces dans des boudins de Maldanes et dans *Tasselia*. La comparaison portera sur la composition du sédiment et surtout sur la structure de l'édifice.

En ce qui concerne les Maldanes recueillis en Atlantique (M. G.), le sédiment est une vase organogène très riche en Foraminifères, en spicules d'Holothuries et en spicules d'Eponges avec quelques grains de glauconie. Les principales familles de Foraminifères rencontrées sont les suivantes (*): *Nonionidae*, *Planorbulinidae*, *Rotaliidae*, *Anomaliniidae* (ces quatre familles représentées par de nombreux individus), *Miliolidae*, *Textulariidae*, *Lagenidae*, *Buliminidae* et *Globigerinidae* (cette dernière famille représentée par de très rares individus juvéniles). Il est intéressant de noter la fragilité particulière des tests des Foraminifères benthiques (résultat d'une attaque du calcaire par la sécrétion mucale du Ver ?) et l'homogénéité granulométrique du sédiment, particules détritiques et Foraminifères étant de petite taille (résultat d'une sélection par l'animal ou d'un tri du sédiment environnant par des phénomènes hydrodynamiques ?). Les boudins de *Tasselia* sont composés d'une vase sableuse, riche en quartz anguleux, avec une notable proportion de glauconie et peu d'organismes à test calcaire, parmi lesquels des fragments échinodermiques (spicules d'Holothuries et peut-être de pluteus), de Bivalves, de rares Foraminifères ; ils ont en outre subi une légère diagenèse.

La structure des boudins permet une comparaison plus étroite. Ceux des Maldanes montrent, en effet, le long du tube central un manchon dont l'épaisseur est de l'ordre du millimètre, où les grains sont grossièrement disposés perpendiculairement ou légèrement obliquement au tube. Un tel manchon est visible sur les sections polies de *Tasselia*. Il est assez comparable au tube muqueux agglutinant des Térébellidés.

(*) Nous remercions vivement M. L. Pastouret (Laboratoire de Géologie du Centre Océanologique de Bretagne) qui a bien voulu déterminer les principaux Foraminifères de notre matériel.

Le boudin caractéristique des Maldanes entoure ce manchon, en continuité avec lui, mais sa structure très caractéristique est bien visible en plaque mince. Jouxant le manchon central, sa section forme un U profond, en entonnoir, puis il s'évase en une vaste collerette subhorizontale. Cette structure est soulignée sur la plaque mince par des passées limoneuses plus sombres et par de véritables surfaces de décollement. Elle est tout à fait comparable à la structure en collerettes ou en pile d'assiettes observée chez *Tasselia*. Cette disposition indique que le ver, dont la partie céphalique est dépourvue de tout appendice, capte les particules à l'aide de sa trompe et construit son tube en les disposant de façon concentrique. Les Maldanes assument ainsi localement un rôle original et non négligeable par leur activité et leur forte densité dans la sédimentation des vases. Notons que la taille du boudin est fonction de celle de l'animal, non seulement en longueur mais aussi en diamètre.

La structure en collerettes met en évidence une périodicité dans la construction du tube ; durant cet arrêt de croissance du tube, l'animal se consacre probablement à une autre activité biologique.

La ressemblance du tube et du boudin vaseux de *Tasselia* avec ceux des Maldanes nous semble écarter définitivement l'hypothèse Pogonophore pour les concrétions fossiles du polder d'Ordam.

Conclusion.

La présente étude montre que la fossilisation de boudins homologues à ceux de Maldanes s'est produite au cours des temps géologiques. Ces manchons de vase consolidée ont même pu acquiescence une compacité suffisante pour subsister lors de remaniements : ils sont alors couchés dans n'importe quelle attitude. Au point de vue paléogéologique, au moins en ce qui concerne les étages stratigraphiques récents, leur présence dans une formation peut être une présomption de profondeur moyenne dans la zone littorale (circalittorale). Leur recensement dans les âges plus anciens reste à entreprendre. A titre d'hypothèse, nous suggérons qu'on pourrait leur rapporter des corps énigmatiques, subcylindriques, à tube axial, recueillis par Paul Dubois (1961) dans l'Ordovicien supérieur (Unité VI) du Tassili n'Ajjer (Sahara) et dont nous avons publié des photos (H. Termier et G. Termier, 1964, p. 438, fig. 320).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) DUBOIS P. (1961). — Stratigraphie du Cambro-Ordovicien du Tassili n'Ajjer (Sahara central).
- 2) GLEMAREC M. (1969). — Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne.
- 3) TERMIER H. et TERMIER G. (1964). — Les Temps fossilifères. - I. Paléozoïque inférieur (Masson).
- 4) VAN TASSEL R. (1964). — Concrétions tubulées du Merksémien (Pléistocène inférieur) à Anvers. Et HEINZELIN J. (DE) — Pogonophores fossiles ? *Bull. Soc. belge de Géol., Pal. et Hydr.*, LXXIII, 3.

* * *

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XXXIII

Fig. 1-4. — *Maldane glebifex* GRUBE.

1. - Vue générale d'un exemplaire comportant le tube et le boudin (Gr. = 1,25).
2. - Autre exemplaire, montrant la surface du boudin (Gr. = 2,8).
3. - Tube isolé montrant la striation. (Gr. = 5 env.).
4. - Vide axial du boudin montrant l'empreinte de la striation du tube (Gr. = 5 env.).

Fig. 5-6. — *Tasselia ordam* DE HEINZELIN. Type en section axiale permettant de voir le manchon de petits graviers autour du vide axial et la disposition en entonnoirs évasés des lignes structurales du boudin, soulignés par des grains blancs. Remarquer, à la partie inférieure, la chambre caractéristique. Merksémien (Pléistocène inférieur) du Bassin d'Anvers, polder, d'Ordam.

5. - Ensemble (Gr. = 1,1).
6. - Partie inférieure de l'autre moitié du même exemplaire (Gr. = 2).

PLANCHE XXXIV

Fig. 1-3. — *Maldane glebifex*.

1. - Section axiale dans un boudin montrant le manchon du tube axial et la structure en empilement d'entonnoirs avec ses lignes de discontinuité (Gr. = 3,8).
2. - Section perpendiculaire à l'axe (Gr. = 4).

3. - Détail du manchon en bordure du tube axial (Gr. = 50). On voit l'orientation des particules obliques par rapport au bord du tube (situé sur la droite de la figure) dont on distingue les irrégularités (correspondant aux lamelles d'accroissement).

Fig. 4-5. — *Tasselia ordam*.

4. - Section axiale dans un boudin montrant le manchon du tube axial et l'orientation en entonnoirs de la partie externe du boudin (Gr. = 4,6).
5. - Section parallèle à l'axe d'un boudin de plus grande taille montrant la disposition des particules en entonnoir (Gr. = 2,1).

PLANCHE XXXV

Maldane glebifex - Détails du manchon

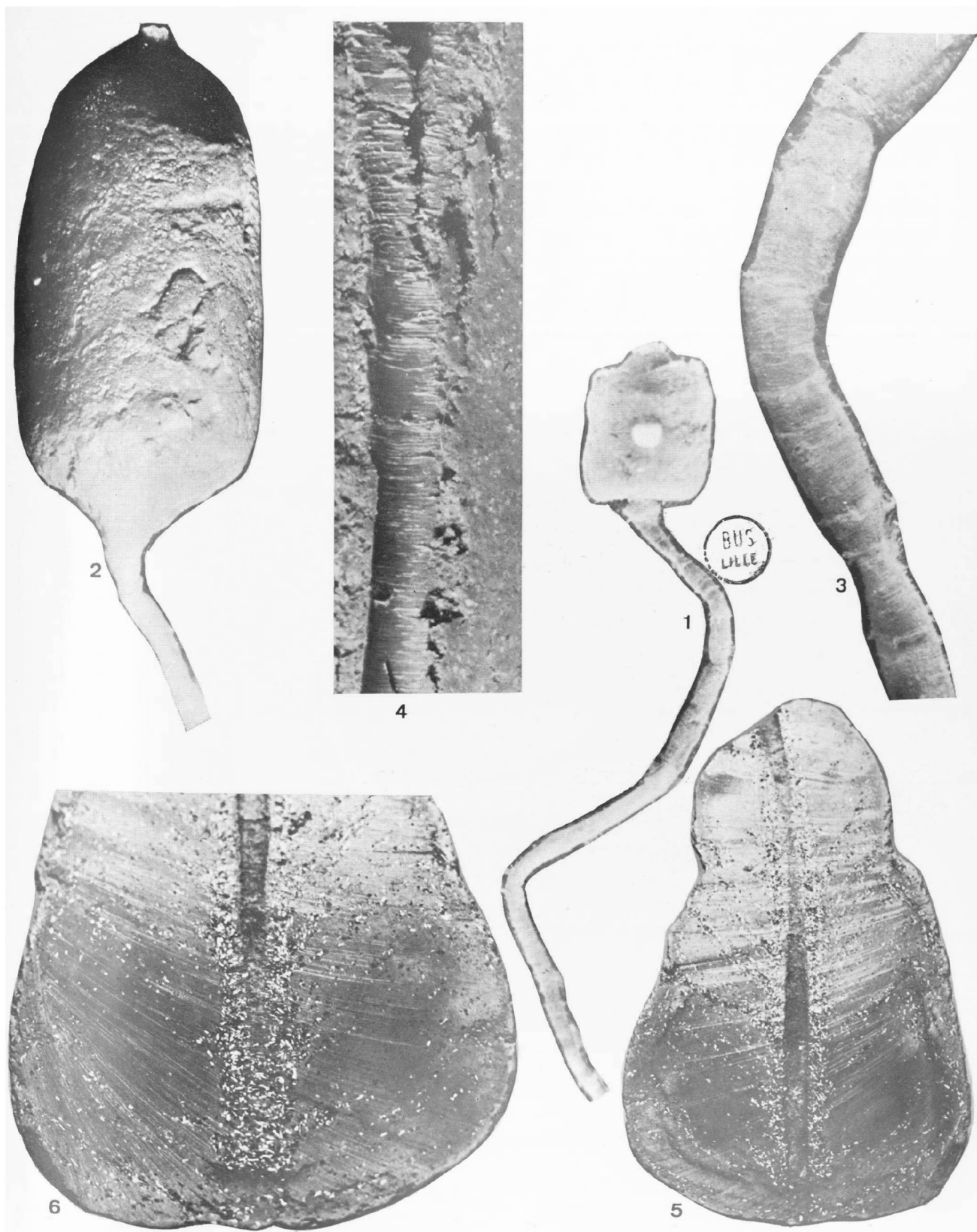
Fig. 1. — Section transversale au niveau du tube d'habitation. Celui-ci, presque parfaitement circulaire, est limité par une pellicule muqueuse que l'on voit décollée vers le bas. Parmi les Foraminifères observables, on remarque près du tube à gauche, un Buliminidé et, en bas, plusieurs Anomalinidés ou Nonionidés (Gr. = 30).

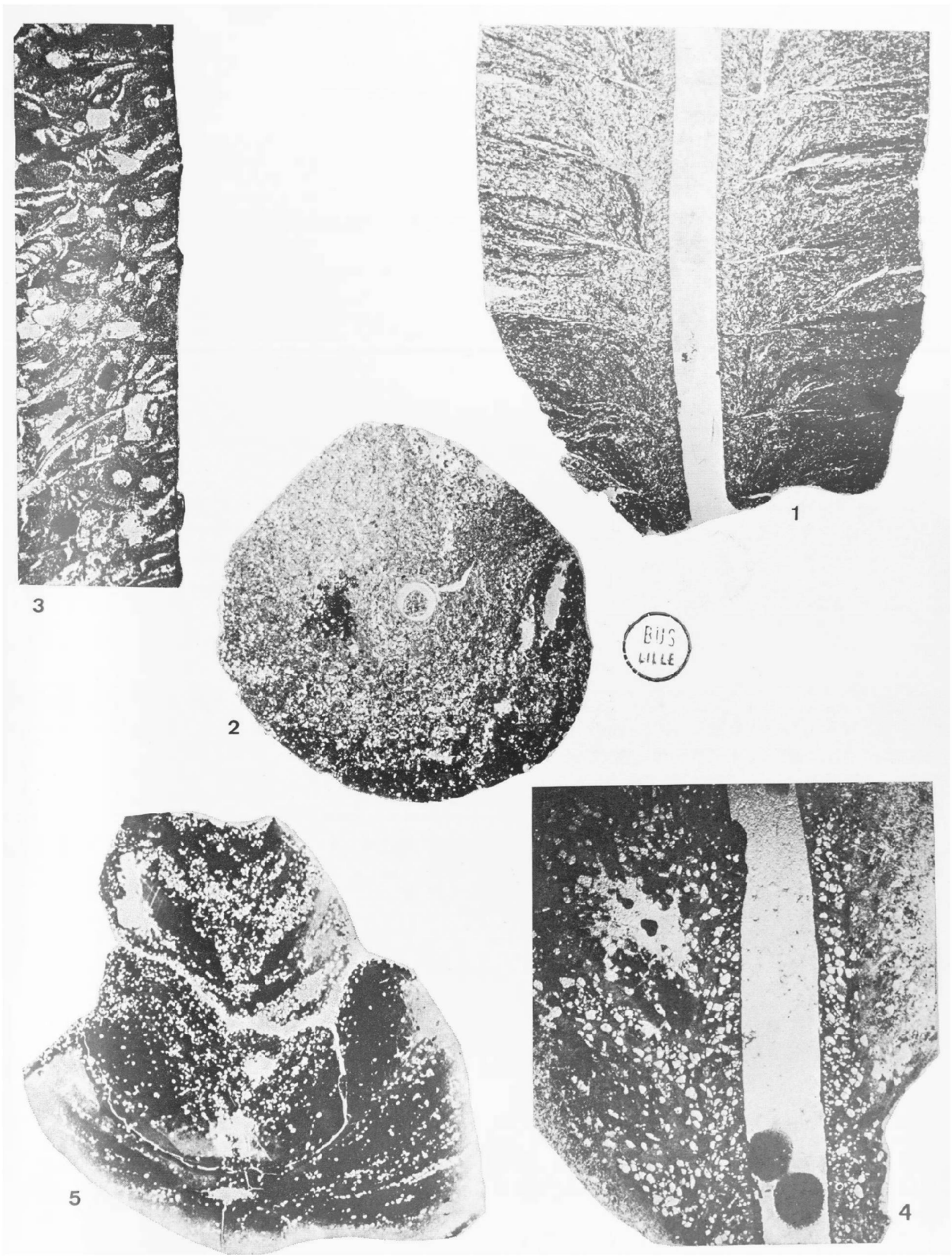
Fig. 2. — Détail du sédiment du manchon en section transversale. Noter l'homogénéité granulométrique. On observe, parmi les Foraminifères, des Nonionidés ou Anomalinidés et, à gauche, probablement une Planorbuline (Gr. = 32).

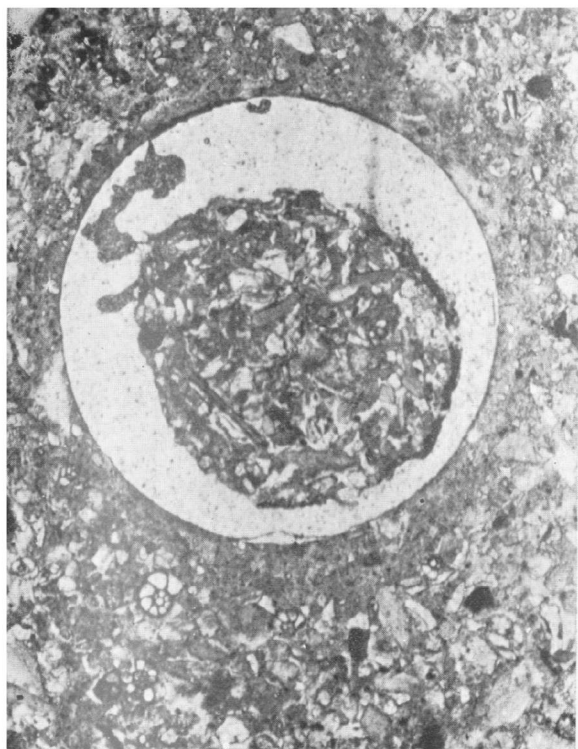
Fig. 3. — Détail de la fig. 4 montrant quelques Foraminifères du manchon : à droite, section de *Streblus* (Rotaliidé) ; en bas, à gauche, un Nonionidé ou Anomalinidé (Gr. = 100).

Fig. 4. — Section longitudinale montrant les couches limoneuses et probablement muqueuses mises en place périodiquement par le Ver (Gr. = 27).

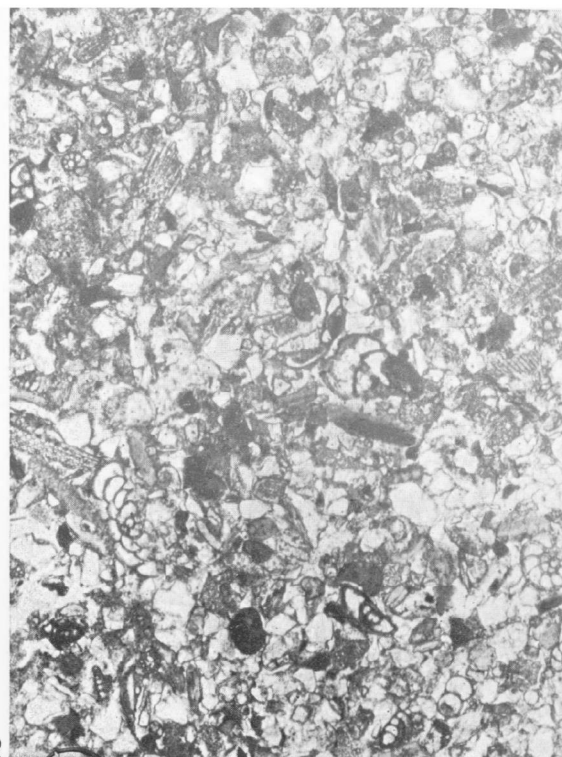
«»



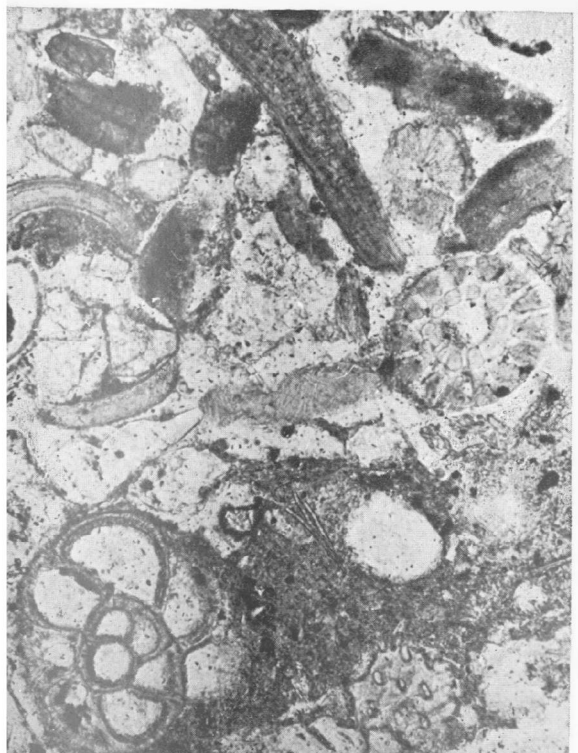




1

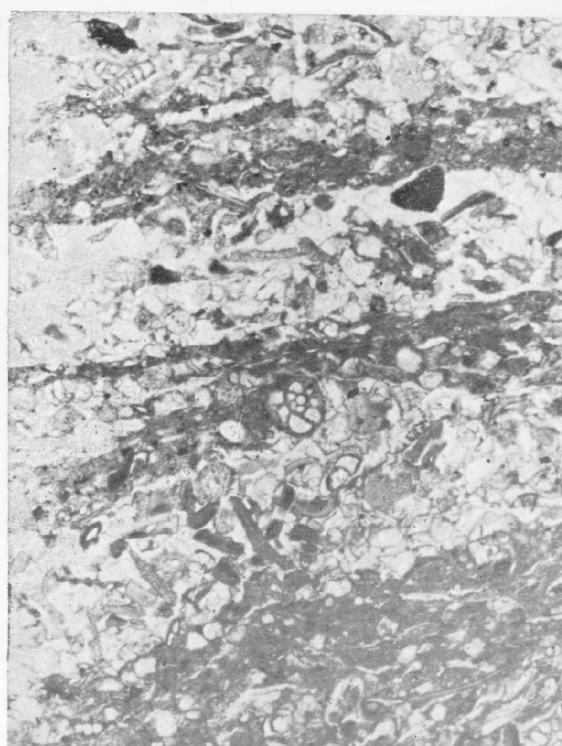


2



3

4



SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCI

1971

3^{me} trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1971 —

<i>Président d'Honneur</i>	M. G. WATERLOT
<i>Président</i>	M ^{lle} D. BRICE
<i>Premier Vice-Président</i>	M. A. BONTE
<i>Vice-Présidents</i>	M. M. WATERLOT
	M. J. PAQUET
<i>Secrétaire</i>	M. J. DIDON
<i>Secrétaire-Adjoint</i>	M. J.J. FLEURY
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Déléguée aux Publications</i>	M ^{me} Paule CORSIN
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i>	M. S. LOBOZIAK
<i>Conseillers</i>	M. A. DALINVAL
	M. Ch. DELATTRE
	M. J. PROUVOST
	M. J. DERCOURT
	M. J. GANTOIS
	M. P. DOLLÉ

A N N A L E S
D E L A
S O C I É T É G É O L O G I Q U E D U N O R D
publiées avec le concours du Centre national de la Recherche scientifique

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 juin 1873

Secrétariat : Société Géologique du Nord
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59-Villeneuve-d'Ascq
Tél. 52.14.20 ou 52.02.10 — C.C.P. Lille 5.247

Compte rendu de l'activité de la Société

SEANCE ORDINAIRE DU 12 MAI 1971

PRÉSIDENCE DE MADemoiselle D. BRICE, PRÉSIDENTE

La séance débute avec la lecture du compte rendu de la séance du 21 Avril 1971 et l'élection d'un nouveau membre :

M. BULTYNCK Pierre, Premier Assistant à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Bruxelles, présenté par M^{lle} D. Brice et M. Cl. Heddebaut.

Puis Mademoiselle BRICE présente à l'Assemblée son mémoire de thèse intitulé « Etude paléontologique et stratigraphique du Dévonien d'Afghanistan ».

SEANCE ORDINAIRE DU 9 JUIN 1971

PRÉSIDENCE DE MADemoiselle D. BRICE, PRÉSIDENTE

Communications orales

F. ROBASYNSKI. — Les "Dièves" de Maubeuge (Nord) et leurs deux Tourtias (Crétacé supérieur).

J. LEPLAT et F. ROBASYNSKI. — Une couche à Rotalipores dans les "Dièves" (Crétacé supérieur) dans un sondage à Trith (Nord).

Paule CORSIN. — Nouvelles données sur la flore infraliasique des sédiments remplissant les poches karstiques de la surface du Calcaire Carbonifère dans le Boulonnais (*).

(*) Cette communication n'est qu'une présentation d'échantillons et ne sera pas publiée dans les Annales de la Société Géologique du Nord.

J. CHARVET et G. TERMIER. — Les Nérinéacés de la limite Jurassique-Crétacé de Bjeliš (Nord de Sarajévo, Yougoslavie).

Communications écrites

R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER. — Deux coques naturels : le “ charbon mort ” de Cruéjols et le “ calciné ” de Decazeville (Aveyron).

Cl. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER. — Rôle des Maldanes (Annélides Polychètes) dans certains types de bioturbation.

* * *

ERRATA

Données nouvelles sur la géologie des Cordillères bétiques

par J. BOURGOIS et *al.*

Ann. Soc. Géol. Nord, t. XC, p. 347-393

- p. 380 : Chapitre V : Par suite d'une erreur matérielle, le texte imprimé est celui d'un manuscrit provisoire proposé par les auteurs. Le manuscrit définitif diffère du texte imprimé par son titre : “ Le Pénibétique (zone de Ronda-Toreal) ”, et dans sa discussion. Au lieu de proposer l'abandon définitif du terme “ Pénibétique ”, les auteurs se proposaient au contraire de le maintenir en le spécifiant pour la zone ici considérée [Pénibétique (zone de Ronda-Toreal)].
- p. 381 : Paragraphe 2, 4^{me} alinéa : lire *Torcal* au lieu de *Oorcal*.
- p. 381 : Note infra-paginale : lire *Antequera* au lieu de *Archidona*.
- p. 383 : 2^{me} colonne, 1^{er} alinéa : lire *Veredon* au lieu de *Castillones*.
Le rocher du Castillones, comme il est bien dit p. 386, appartient à la zone de Boyar-Alazores.
- p. 384 : Titre du chapitre VII, et p. 385 : 5^{me} ligne et 1^{re} ligne du paragraphe c), lire “ *Domaine médian* ” au lieu de “ *Domaine des flyschs* ”.

Deux coques naturels : le « charbon mort » de Cruéjouis et le « calciné » de Decazeville (Aveyron)

par Robert FEYS (*), Jean RAGOT (*) et Pierre VETTER (**)

(Planches XXV à XXVIII)

Sommaire. — A Cruéjouis un filon-couche, venant au contact d'une couche de houille, l'a transformée en coke naturel, à structure alvéolaire remarquable. A Decazeville par contre, c'est un feu de mine qui est responsable de la perte en matières volatiles du charbon, mais sans modification de la structure apparente. Ce dernier représente un cas limite : l'augmentation de rang est un phénomène actuel, réalisé à la pression atmosphérique, et imputable à la seule chaleur.

Summary. — In Cruéjouis a sill, coming in contact with a coal seam, altered the coal into a natural coke. In addition, at Decazeville, a mine fire devolatilized the coal, but without visible modification of the coal structure. This last represents a limiting case in which increase in rank is due only to the high temperature attained whereas pressure and time have had negligible influence.

I. — LE « CHARBON MORT » DE CRUÉJOULS

1) Gisement.

Dans le petit gisement houiller stéphanien de Cruéjouis (Aveyron), une intrusion éruptive a localement transformé le charbon en un remarquable coke naturel (Vetter, 1968). Il s'agit de la couche 2, qui se divise en deux bancs : la partie supérieure est seule exploitable et ne dépasse guère 0,60 m à 0,80 m ; la partie inférieure (0,20 à 1 m), généralement très barrée, n'est pas exploitable.

A quelques mètres au toit de cette couche 2, les travaux ont recoupé une roche basaltoïde de 1 m à 1,50 m de puissance. Il s'agit probablement d'une téphrite, mais cette roche se présente généralement dans un état d'extrême altération, au point que les mineurs de Cruéjouis la désignent sous le nom de « marne verte ».

Cette roche se rencontre habituellement dans la stampe stérile à quelques mètres du toit de

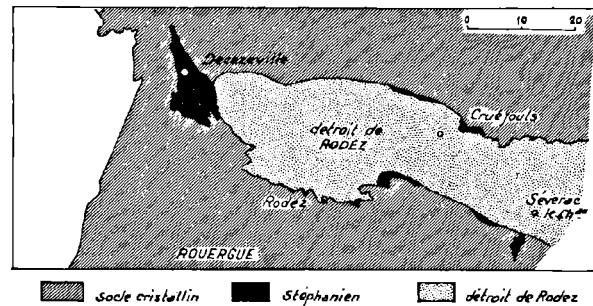


FIG. 1. — Croquis de situation.

la couche 2 et lui reste parallèle. Mais il arrive aussi qu'elle vienne au contact du charbon et l'altère profondément ; parfois même, elle fait disparaître la couche sur tout ou partie de son ouverture. On peut envisager trois modes de mise en place :

a) Certains auteurs ont pensé qu'il s'agissait d'une coulée contemporaine des dépôts houillers (Cariou, Fuchs et Scemama, 1967 ; Fuchs, Leutwein et Zimmermann, 1970). Dans cette hypothèse, il faudrait admettre que la lave s'est répandue à l'air libre sur des dépôts stériles. C'est à la faveur d'accidents particuliers (faille,

(*) Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
(**) Charbonnages de France. Note déposée le 12 Mars 1971.

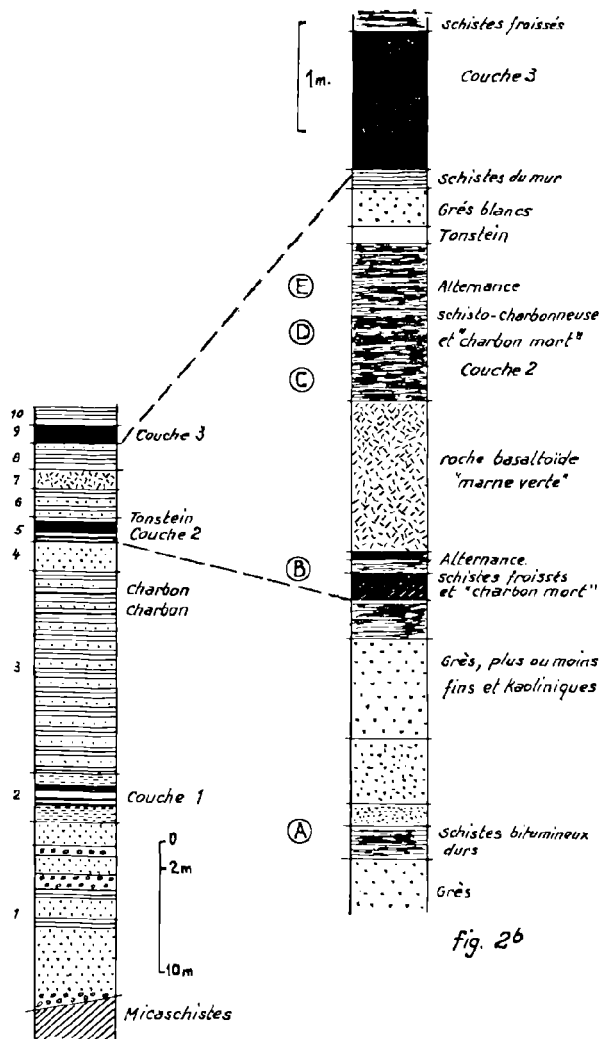


fig. 2a

FIG. 2a. — Coupe stratigraphique générale du Houiller de Cruéjouis.

10. Schistes fins fossilifères.
9. Couche 3 : 1,30 m.
8. Schistes et schistes charbonneux : 1,40 m, surmontés de 0,15 m de "fire-clay", puis de grès blancs et de schistes (0,50 m).
7. Roche basaltoïde : 1 m à 1,50 m.
6. Schistes gréseux et grès fins, en général 2 m.
5. Couche 2 : 1 m à 1,80 m, barrée à la base. Au toit : Tonstein.
4. Grès fins blancs : 2 m.
3. Alternances de grès fins et de grès grossiers avec passages schisteux, roches à kaolinite et deux filets charbonneux (14,30 m).
2. Couche 1, avec "fire-clay" au toit et au mur.
1. Série détritique (12 à 15 m), reposant sur les micaschistes.

FIG. 2b. — Détail de la coupe dans le secteur où il y a cokéfaction : Plan 2

Lettres cerclées : localisation des échantillons décrits.

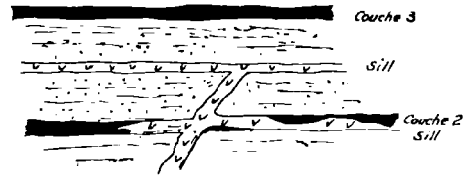


FIG. 3. — Coupe théorique : hypothèse de mise en place de la roche éruptive, en sill dans la couche 2.

érosion du toit ?) qu'elle aurait pu atteindre la couche et la cokéfier. Après cet intermède volcanique, la sédimentation détritique aurait repris son cours.

b) Pour notre part, nous pensons qu'il s'agit d'un sill. Notre argument essentiel en faveur d'un sill plutôt que d'une coulée est le suivant : dans la coupe du plan 2, la roche volcanique s'est introduite dans la couche et a cokéfié le charbon non seulement sous-, mais aussi sus-jacent.

c) Enfin, il reste possible qu'une même cheminée (qui n'a pas été observée) ait donné sortie à la fois à un sill et à une coulée, d'autant qu'on observe des sortes de poches ou de filons de "marnes vertes" dans les grès du toit.

F. Leutwein a précisé l'âge de ce basaltoïde : 297 ± 5 M.A. N'oublions pas que cet âge est celui de la manifestation volcanique, mais qu'il ne s'agit pas d'une simple coulée interstratifiée, exactement contemporaine des dépôts.

Le contact est parfois régulier, parfois avec des indentations. Dans tous les cas, la couche est plus ou moins transformée sur tout ou partie de sa hauteur. Quand le filon-couche fait disparaître complètement la couche de houille, on constate la présence de gros rognons de coke naturel dans la roche intrusive.

Les mineurs appellent "charbon mort" le charbon ainsi transformé en coke.

2) Description du charbon mort.

Il est plus terne et plus lourd que le charbon normal. Il est découpé par un réseau de fissures de retrait séparant des prismes polygonaux dans le charbon (Pl. XXV, fig. 2), ou bien se ramifiant parfois à l'extrême en une sorte de chevelu (Pl. XXV, fig. 3). Ces fissures sont en partie cicatrisées par des produits minéraux divers, le plus souvent par de la calcite, parfois par de

la pyrite. Ce squelette cristallin augmente la densité et la cohésion du "charbon mort".

Chose curieuse, les échantillons étudiés, après avoir été découpés à la scie diamantée, avaient été laissés dans un tiroir pour qu'ils y sèchent doucement ; ils se sont couverts en quelques jours d'une fourrure de petites aiguilles blanches, enchevêtrées et buissonnantes, ayant l'aspect du salpêtre ; au bout d'une semaine, ces aiguilles avaient atteint plusieurs millimètres. Quand les échantillons furent complètement secs, ces efflorescences se sont dissipées au premier courant d'air.

Le charbon mort est poreux, à cause des alvéoles de cokéfaction, visibles à l'œil nu, et partiellement colmatées, elles aussi, par de la calcite secondaire, si bien que ce charbon fait effervescence à l'acide.

Les planches et la figure 4 rendent compte du développement de l'espace poreux avec la cokéfaction. La porosité au mercure (pores inférieurs à 75 Å de rayon d'ouverture) augmente de 6,3 à 13,4 %. De plus, les spectres de porosité au porosimètre à mercure (Goni et al., 1968) se révèlent différents sur des prises sélectionnées à l'œil (fig. 4, prises a et b dans l'échantillon B).

Au microscope, le coke de Cruéjols montre les mêmes caractères déjà décrits à propos d'autres coques naturels, et notamment ceux du Briangonnais (Feys, 1963) : si on excepte les lentilles de fusain qui sont restées bien reconnaissables, la matière carbonneuse entre les alvéoles de cokéfaction ne montre plus aucune structure végétale identifiable, sauf témoins à l'échelle microscopique. Elle présente un pouvoir réflecteur nettement plus élevé que le vitrain de la même couche là où elle

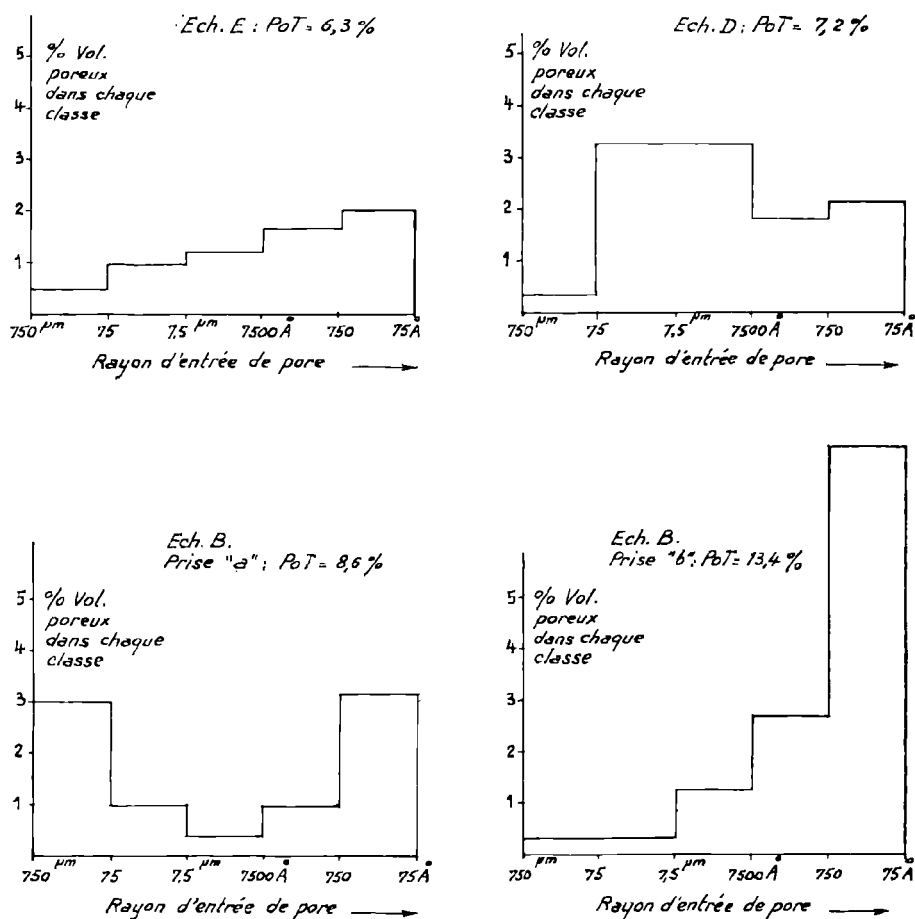


FIG. 4. — Histogramme de répartition des pores. (PoT : porosité totale).

n'a pas été atteinte par l'intrusion éruptive. De même, l'examen diffractométrique montre le début d'organisation de la structure amorphe des charbons vers la structure cristalline des graphites observée dans les anthracites fortement évolués (Ragot, 1968).

On observe des plages à multiples petites alvéoles, d'autres à grandes alvéoles (jusqu'à plusieurs millimètres). Certains lits ne présentent aucune alvéole, et sont seulement craquelés (Pl. XXVII et XXVIII), même au contact immédiat de la roche éruptive.

Les alvéoles sont fréquemment déformées avec une disposition tuillée résultant de tensions mécaniques postérieures au refroidissement (Pl. XXVII).

Le contact du charbon et de la roche éruptive est souvent tourmenté par pénétration réciproque en une sorte de microbrèche.

3) Variations de la cokéfaction.

Il est intéressant de comparer les modifications subies par le charbon suivant la distance à laquelle il se trouve par rapport à la roche éruptive. Pour cela, nous avons étudié 5 échantillons dont la position ne faisait pas de doute ; ils sont désignés et repérés sur les coupes (fig. 2) par les lettres A, B, C, D et E. Un échantillon de référence : PB, désigne la matière charbonneuse dans le calcaire noir qu'on trouve dans le puits Sainte Barbe, à quelques mètres au toit de la couche 2, et qui n'a pas été affectée par l'intrusion.

ASPECT MACROSCOPIQUE.

- A : schiste légèrement bitumineux ; c'est l'échantillon le plus éloigné du contact, dont il est séparé par plusieurs mètres de grès et de charbon ; aucune modification n'est visible à l'œil nu.
- B : charbon schisteux sous la "marne verte" ; il est très froissé, et parcouru par une multitude de filonnets de calcite qui le morcellent en très petits fragments ; mais on n'y voit pas d'alvéoles de cokéfaction, ce qui est peut-être dû à la prédominance du schiste ? (aspect en lame mince : Pl. XXVII).
- C, D et E : se ressemblent beaucoup ; c'est le "charbon mort" décrit plus haut, criblé d'alvéoles de cokéfaction (aspect en lames minces : Pl. XXVII et XXVIII ; en sections polies : Pl. XXV et XXVI).

ANALYSES INDUSTRIELLES (*).

Les analyses industrielles montrent clairement que le "charbon mort" dans son ensemble accuse une augmentation de la teneur en cendres, et une diminution des matières volatiles par rapport au charbon normal de la même exploitation. L'augmentation de la teneur en cendres est essentiellement due au colmatage secondaire des pores et des fissures par drainage de la "marne verte" vers le "charbon mort".

	Cendres %	M. V. %
Charbon normal couche 2 (prélèvement industriel)	25 à 29	24 à 30
Charbon mort couche 2 (prélèvement industriel)	32,20	19,40
Echantillons repérés	A	13,30
	B	19,30
	C	21,10
	D	17,0
	E	10,60

TABLEAU I. — Analyses industrielles

Nous ne pouvons, par contre, utiliser ces chiffres pour une comparaison fine des échantillons repérés : ils sont évidemment faussés par la décomposition des carbonates et sulfures secondaires dont est chargé le charbon au contact, au point que certains échantillons de coke contiennent plus de M. V. calculées et fictives que le charbon normal. Ce phénomène avait déjà été noté à propos des coques naturels du Houiller briançonnais.

POUVOIR RÉFLECTEUR.

La mesure du pouvoir réflecteur permet d'obtenir une bonne approximation du degré d'évolution des charbons ; elle s'affranchit en effet, grâce à des mesures ponctuelles, de l'inconvénient que représente pour la détermination de l'indice des matières volatiles, de fortes teneurs en cendres.

La méthode que nous utilisons s'inspire de celle qui est pratiquée au CERCIAR (Alpern, 1964). L'équipement est le suivant : Microphoto-

(*) Analyses effectuées par le Laboratoire des Houillères, à Decazeville.

mètre M.P.E. Leitz - Objectif à immersion 105 × - Etalon : saphir naturel, P.R. = 0,595 dans le vert - Lumière monochromatisée à 5 200 Å° (vert) - Plages photométrées : 5 microns.

Les plages photométrées ont dû être réduites à quelques microns en raison de la grande perturbation que la cokéfaction introduit dans la texture des échantillons. Les mesures ont été effectuées sur la vitrinite d'une part (10 mesures par échantillon) et sur les témoins d'inertinite encore identifiables (5 mesures) :

Ech.	% P.R. moyen sur inertinite	% P.R. moyen sur vitrinite	% M.V. (*) déduit du % P.R. sur vitrinite
P. B.	2,24 ± 0,15	1,27 ± 0,08	24 %
E	3,30 ± 0,36	2,93 ± 0,13	~ 5 %
D	4,70 ± 0,30	4,70 ± 0,26	~ 3 %
B	5,35 ± 0,28	5,14 ± 0,25	< 3 %
C	5,22 ± 0,83	6,52 ± 0,18	< 2 %

TABLEAU II. — *Pouvoirs réflecteurs*

Les mesures sont données avec leur intervalle de confiance (déduit des tables de Student, pour un niveau de confiance de 95 %).

Ces valeurs rendent compte du degré d'évolution relative des échantillons cokéfiés par rapport à un échantillon intact prélevé en un point différent du même gisement.

Par ailleurs, un autre phénomène intéressant a pu être mis en évidence : le pouvoir réflecteur de la vitrinite l'emporte sur celui de l'inertinite dans l'échantillon le plus évolué. Ce phénomène, qui intéresse les stades terminaux de la houillification, a fait l'objet d'une communication récente d'Alpern et Lemos de Sousa (1970).

*
**

Ces divers résultats concordent de façon raisonnablement satisfaisante pour montrer la décroissance rapide des effets thermiques suivant la distance du contact.

II. — LE "CALCINÉ" DE DECAZEVILLE

Le "calciné" de Decazeville apparaît d'emblée assez différent. On le rencontre dans la grande

(*) D'après l'abaque figurant sur le Lexique international de Pétrographie des charbons (édition 1963).

découverte de Lassalle où d'anciennes exploitations souterraines, mal conduites, ont provoqué des incendies qui se sont poursuivis jusqu'à nos jours (Vetter, 1968). Tandis que le charbon brûlait, les schistes et grès des épontes encaissantes ont été transformés en "porcelanites". A proximité des zones brûlées, le charbon est devenu ce que les mineurs appellent "calciné". Ce terme s'applique à une gamme de charbons qui ont atteint différents stades de la distillation naturelle sous l'action des feux.

Alors que le charbon de la même couche contient normalement 34 à 37 % M. V pour 9 à 10 % Cendres (moyenne d'analyse sur quantités industrielles), l'indice en M. V. du "calciné" est compris entre 20 et 5%. L'échantillon que nous avons étudié a été recueilli alors qu'on exploitait un massif en cours de combustion ; il contenait seulement 5,90 % M. V. pour 11,40 % Cendres (*). Son pouvoir réflecteur est de 3,78 ± 0,05. Il prendrait donc place dans la catégorie des anthracites.

Son aspect est d'ailleurs celui d'un anthracite classique. Les différents lits élémentaires n'ont pas été perturbés et restent reconnaissables. On n'y voit pas d'alvéoles et fissures comparables à celles de Cruéjouls.

Sur certains plans de clivage, on a recueilli un enduit épais de quelques millimètres ayant l'aspect translucide et la consistance de la paraffine.

Par ailleurs, un dépôt solide de couleur blanche s'observe sur certains échantillons. A l'analyse (diffraction R.X., microchimie), ce produit se révèle être de l'Hexahydrate - SO₄Mg, 6 H₂O ; il a déjà été signalé sur des haldes "enflammées" de Kladno, en Tchécoslovaquie (Karweil, 1968).

Une autre particularité, enfin, de ce "calciné" extrait du massif en cours de combustion est qu'au lavoir il provoque la formation de mousses abondantes qui perturbent les opérations de lavage, et dans lesquelles on a mis en évidence des phénols provenant de la distillation naturelle de ces charbons (**).

*
**

(*) Analyses effectuées par le Laboratoire des Houillères, à Decazeville.

(**) Renseignements aimablement communiqués par M. J. CHEREAU, ingénieur principal aux Houillères d'Aquitaine.

Les observations que nous rapportons à propos du "calciné" de Decazeville intéressent le problème très discuté du métamorphisme du charbon, et de toute substance organique disséminée dans les séries sédimentaires. Ainsi le rôle respectif de la pression et de la température reste à définir dans bien des cas.

Or, ce "calciné" présente l'intérêt d'être un cas-limite : la chaleur seule est responsable du départ des matières volatiles : le phénomène se déroule actuellement, à la pression atmosphérique, et dans un laps de temps négligeable à l'échelle des temps géologiques.

Cette observation particulière s'accorde avec la tendance actuelle, en géochimie organique, d'accorder un rôle prépondérant à la température dans l'évolution des charbons et de la matière organique dispersée (kérogène des auteurs anglo-saxons : Karweil, 1968 ; Philippi, 1968), au cours de l'enfouissement des séries sédimentaires.

Remarquons cependant qu'à Cruéjols l'augmentation de température qui a brutalement cokéfié le charbon a réellement été instantanée, puisque la roche volcanique, après sa mise en place, n'a pu que se refroidir progressivement. Tandis qu'à

Decazeville, l'action du feu de mine a été lente, progressive, mais s'est poursuivie pendant plusieurs années.

REMARQUES COMPLÉMENTAIRES.

Dans une note antérieure (Feys, Geffroy, Vetter, 1967), nous avons signalé un cas de graphitisation du charbon par une roche éruptive à Cali (Colombie), où la matière carbonée est transformée en petits bourgeonnements biréfringents en tapissage de fissures.

Madame M.T. Teichmüller nous fait aimablement remarquer que le nom de ce produit doit être précisé : il s'agit de "matière anthraciteuse à haute température" (*Hochtemperaturglanzkohlenstoff*) qui se forme lors du craquage de brouillard de goudron à une température de l'ordre de 900 ou 1000° C.

D'autre part, il est intéressant de rapprocher nos observations d'un cas assez voisin de métamorphisme du charbon au contact d'une porphyrite dans le bassin permien de Bowen (Queensland) et décrit à la même époque par Kisch et Taylor (1966).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ALPERN B. (1964). — Un exemple intéressant de houillification dans le Bassin Lorrain et ses prolongements. *In* « Advances in organic geochemistry », p. 129-146, M. Louis, éd., Pergamon Press, London.
- 2) ALPERN B., LEMOS DE SOUSA M.J. (1970). — Sur le pouvoir réflecteur de la vitrinite et de la fusinite des houilles. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, 271, p. 956-959.
- 3) CARIOU L., FUCHS Y. et SCÉMAMA C. (1967). — Introduction à l'étude des terrains permo-houillers du détroit de Rodez. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), IX, p. 184-197.
- 4) FABRE J. et FEYS R. (1963). — Action de roches éruptives sur des charbons d'Afrique du Sud. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIII, n° 1, p. 31.
- 5) FEYS R. (1963). — Etude géologique du Carbonifère briançonnais (Hautes-Alpes). *Mém. B.R.G.M.*, n° 6.
- 6) FEYS R., GEFFROY J. et VETTER P. (1967). — Un cas nouveau de graphitisation du charbon par une intrusion éruptive à Cali (Colombie). Avec observations de M. LAMBRECHT. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXVII, n° 3, p. 145.
- 7) FUCHS Y., LEUTWEIN F. et ZIMMERMANN J.L. (1970). — Etude géochronologique et géochimique des roches volcaniques du Stéphanien et Autunien du Déroit de Rodez. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, 270, p. 2415-2417.
- 8) GONI J., RAGOT J.P. et SIMA A. (1968). — Méthodes d'étude du champ microfissural des minéraux et des roches et possibilités d'application en géologie. *Bull. B.R.G.M.*, (2), 4, p. 51-89.
- 9) KARWEIL J. (1968). — Aktuelle Probleme der Geochemie der Kohle. *In* « Advances in organic geochemistry 1968 », p. 59-84. P.A. Schenk, éd., Pergamon Press, London.
- 10) KISCH H.J. et TAYLOR G.H. (1966). — Metamorphism and alteration near an intrusive-coal contact. *Economic Geology*, 61, p. 343-361.
- 11) PHILIPPI G.T. (1968). — Essentials of the Petroleum Formation Process are Organic Material and a Subsurface Temperature Controlled Chemical Reaction Mechanism. *Ibid.*, p.25-46.
- 12) RAGOT J.P. (1968). — La matière organique des roches, ses méthodes d'étude et sa justification en géologie. *B.R.G.M.*, Rapp. inédit, juin 1968.
- 13) VETTER P. (1968). — Géologie et Paléontologie des bassins houillers de Decazeville, de Figeac et du déroit de Rodez. Imp. Moderne, Aurillac. I : Description géologique, p. 331-332.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XXV

- FIG. 1. — Section sciée. Gr. = 7.
Grandes alvéoles de cokéfaction, certaines colmatées par des minéraux secondaires.
- FIG. 2. — Ech. (C), section sciée, parallèle à la stratification. Gr. nat.
Disjonction polygonale; les fissures de retrait sont ici cicatrisées par de la pyrite ou de la calcite.
- FIG. 3. — Ech. (C), section sciée, normale à la stratification. Gr. nat.
Fissures en chevelu, on notera les petites lentilles de fusain (f) non modifiées au milieu de la masse charbonneuse criblée d'alvéoles.
- FIG. 4. — Ech. (C), section polie. L.N. Gr. = 50.
Aspect microscopique du coke naturel. La masse charbonneuse, qui a fondu, a perdu sa structure originelle, et apparaît en gris clair. Les lentilles de fusain (f) sont restées inertes. Les fissures et alvéoles de cokéfaction apparaissent en noir quand elles sont restées ouvertes, en gris plus foncé quand elles ont été colmatées. La pyrite (p), à fort pouvoir réflecteur, apparaît en blanc.

PLANCHE XXVI

- FIG. 1, 2 et 3. — Ech. (C), sections polies. L.N. Gr. = 20.
Assemblages de microphotographies pour montrer l'aspect d'ensemble du "charbon mort". Explication comme fig. 4 Pl XXV; on notera en plus la cicatrisation des grandes fissures et de leurs ramifications.

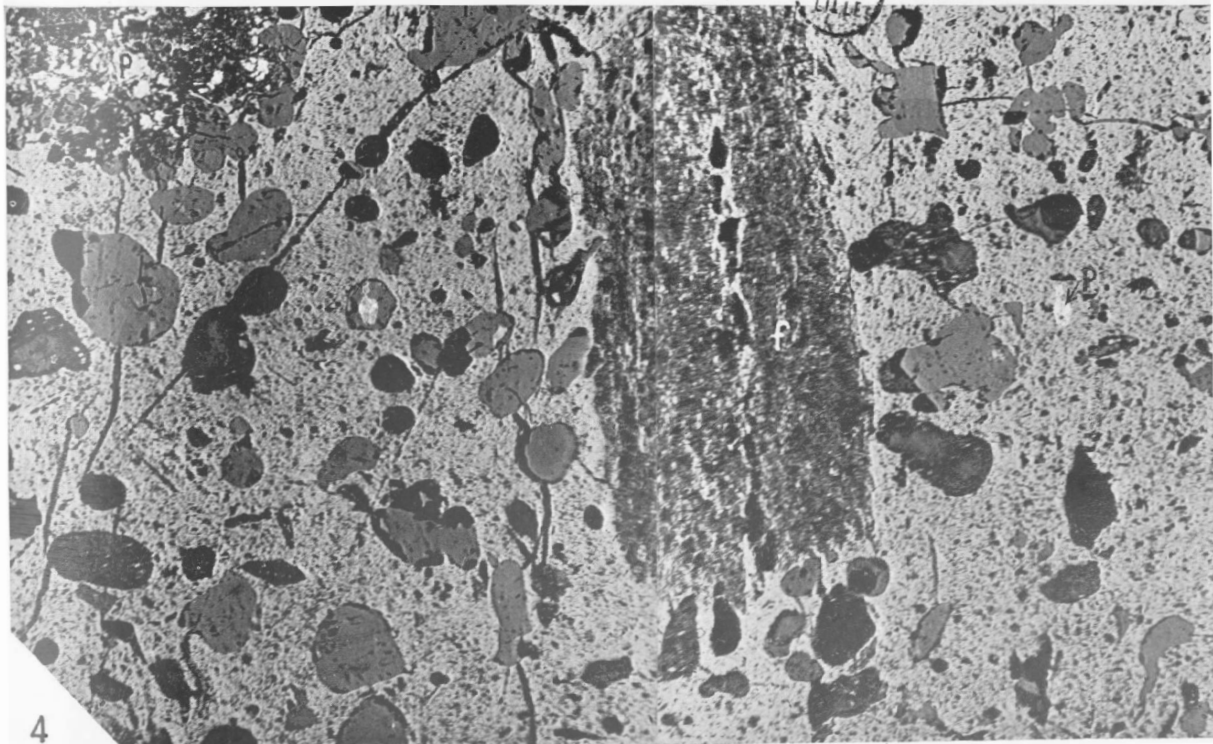
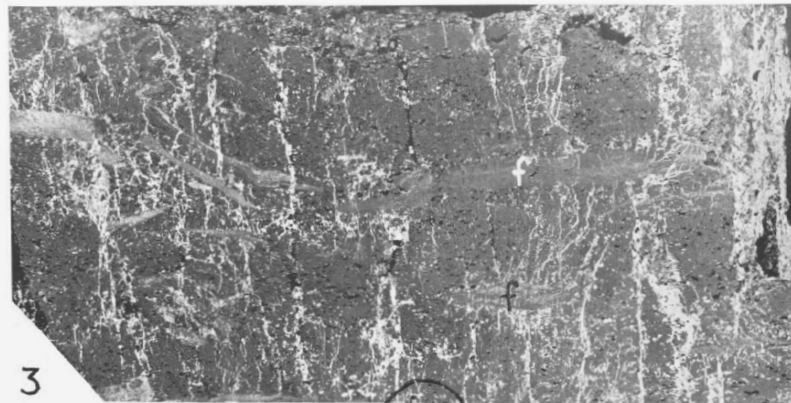
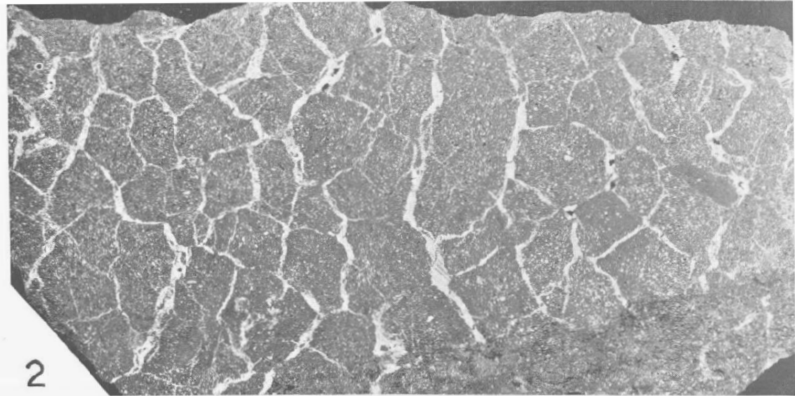
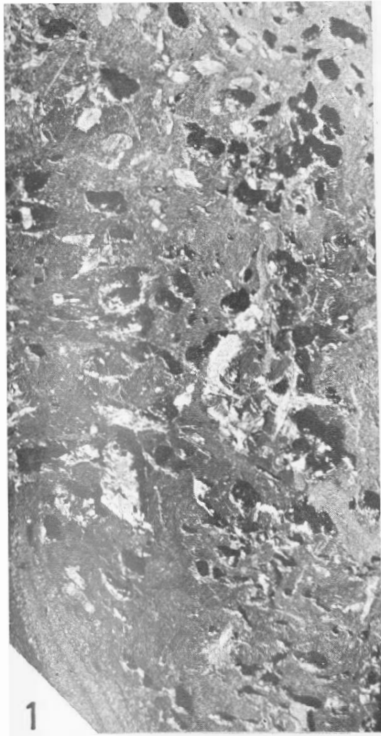
PLANCHE XXVII

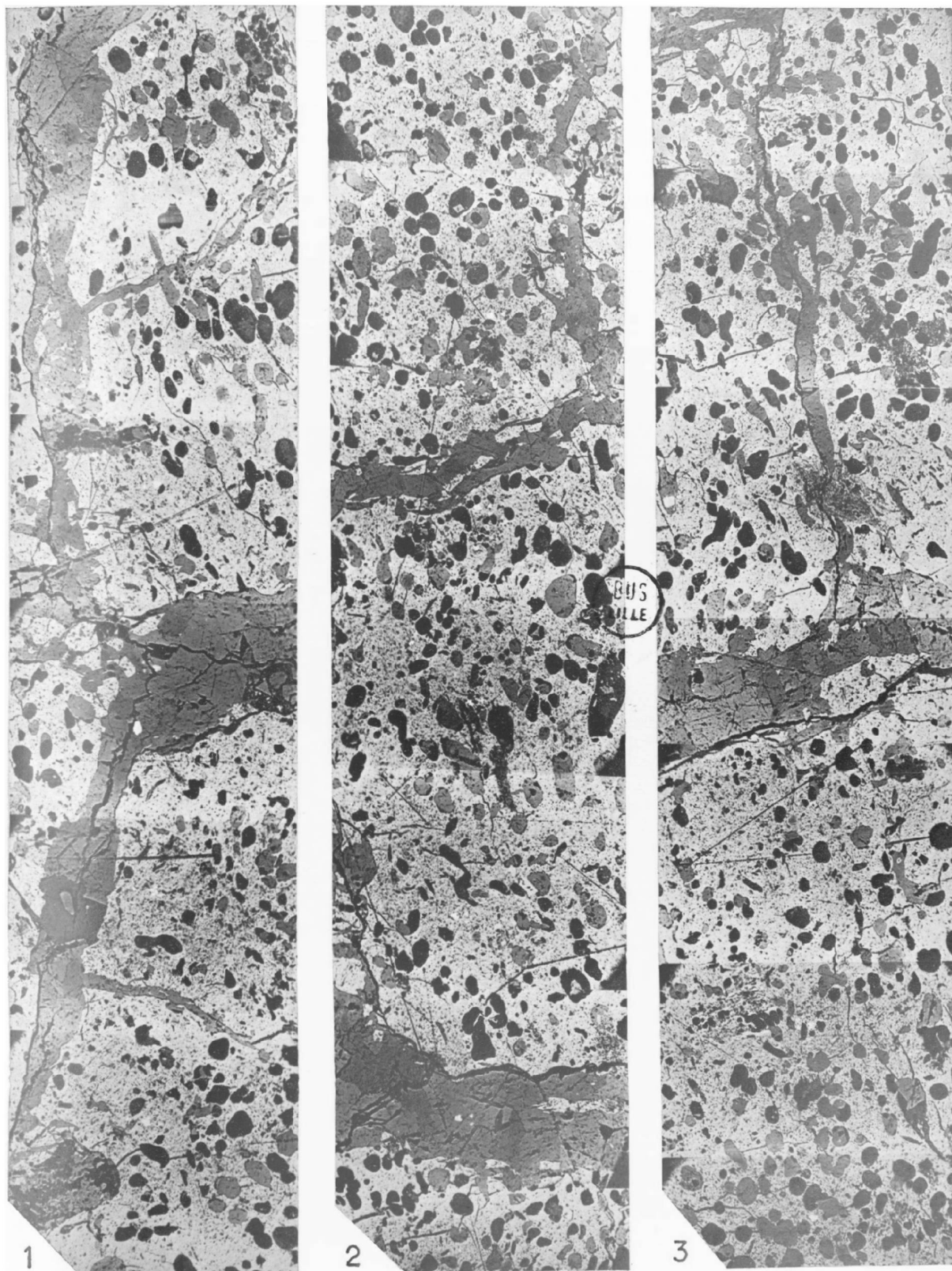
- FIG. 1. — Ech. (B), lame mince. L.N. Gr. = 9.
Ici, au contact de l'intrusion éruptive, la masse schisto-charbonneuse opaque est morcelée en une multitude de petits fragments cimentés par la cicatrisation translucide des fissures.
- FIG. 2. — Ech. (B), lame mince. L.N. Gr. = 9.
Aspect général du coke naturel au contact de la roche éruptive (β). Par places, disposition tuilée.

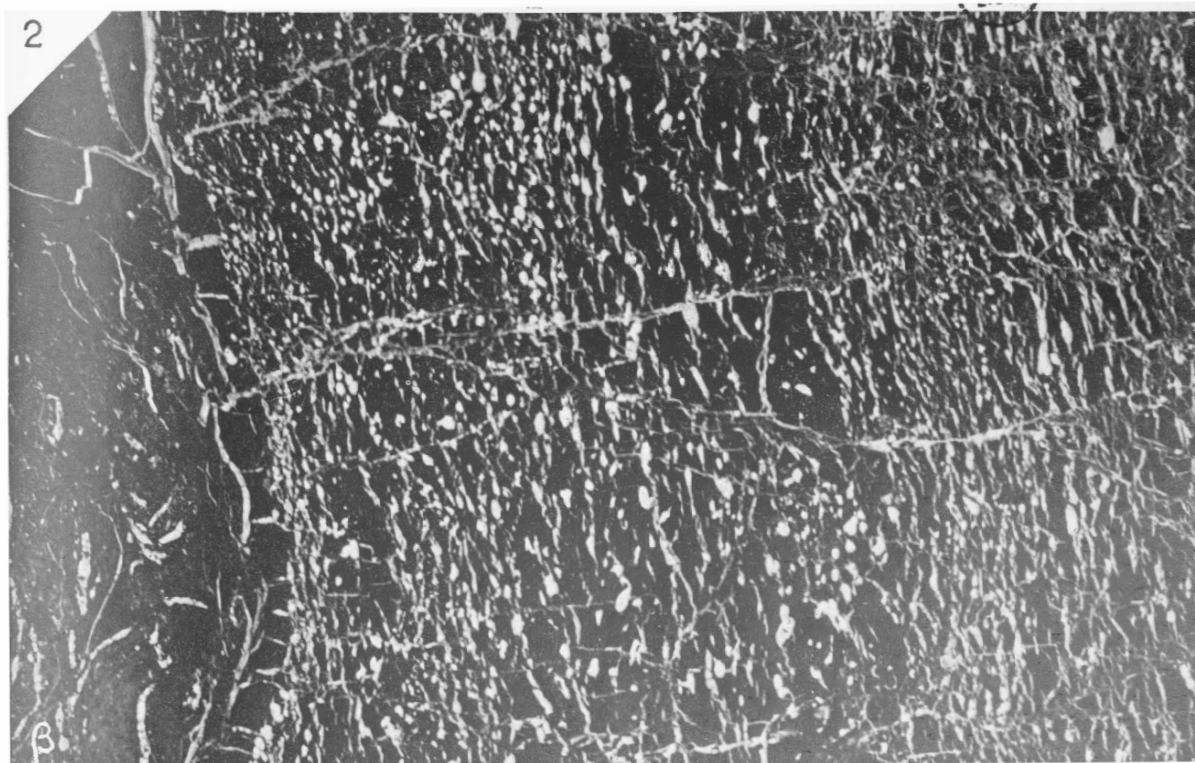
PLANCHE XXVIII

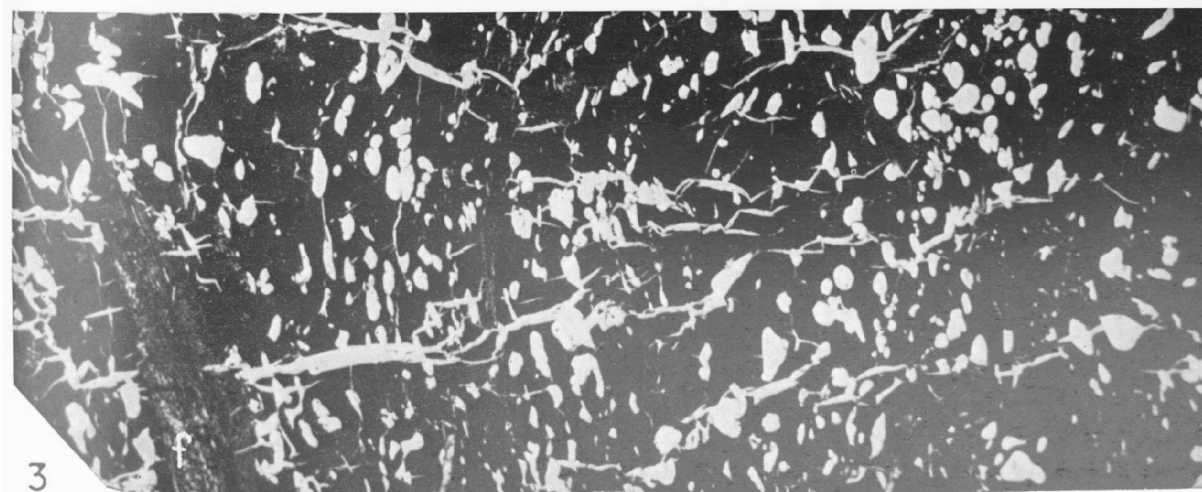
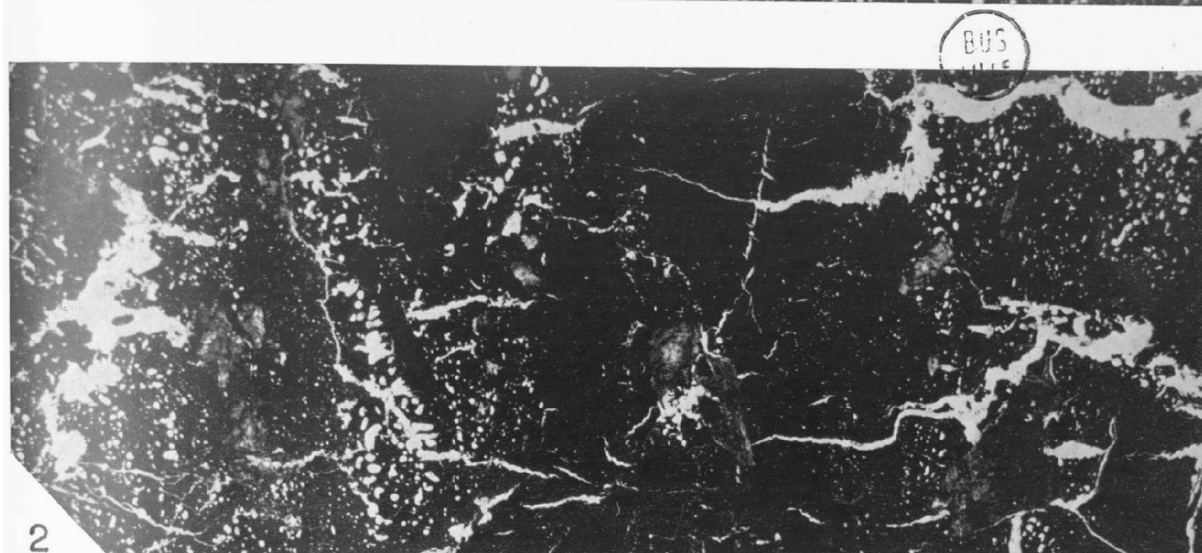
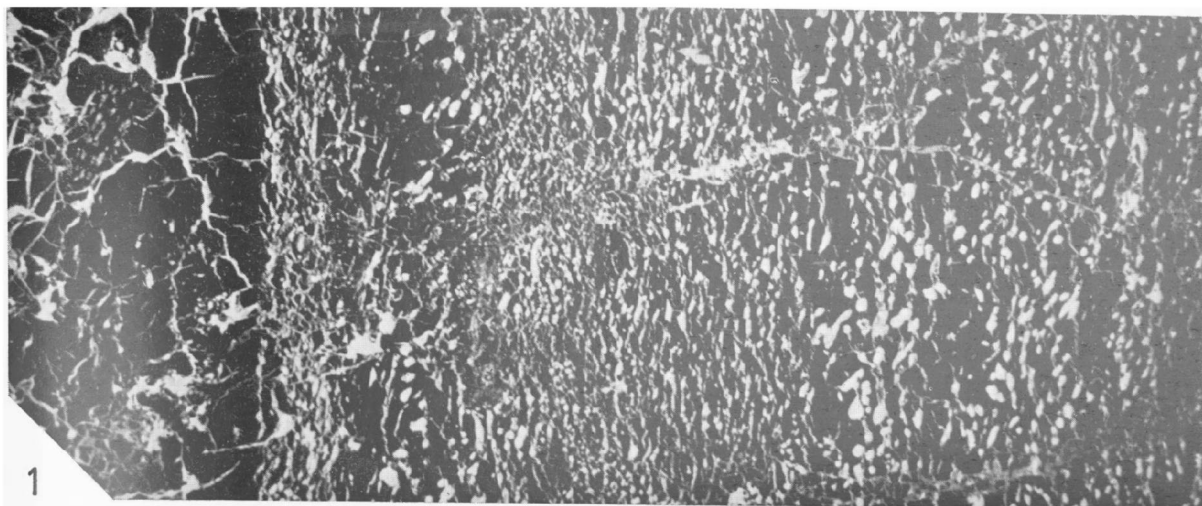
- FIG. 1, 2 et 3. — Ech. (C), lames minces. L.N. Gr. = 9.
Variations dans les effets de cokéfaction; certains lits produisent de nombreuses petites alvéoles, d'autres de plus grosses mais moins nombreuses; d'autres sont seulement disjoints; les lentilles ligneuses (f) sont restées inertes.

« »









Les Nérinéacés de la limite Jurassique-Crétacé de Bjeliš (Nord de Sarajévo, Yougoslavie)

par Jacques CHARVET (*) et Geneviève TERMIER (**)

(Planches XXIX à XXXII)

Sommaire. — La faune de Bjeliš (Yougoslavie) a fourni six espèces de Nérinéacés que leurs affinités rapprochent de la province mésogéenne du Tithonique supérieur (Sicile, Frioul, Moravie). Mais la présence de formes inédites, concurremment avec une microfaune du Crétacé basal, suggère que le gisement étudié est l'un des plus récents de cette province. L'un des intérêts de cet ensemble est de préciser l'âge Berriasien-Valanginien de la couverture de la série ophiolitique à péridotites, au Nord de Sarajévo.

Summary. — The Bjeliš (Yugoslavia) fauna delivered six species of Nerineacea which are closely related with those of the Upper Tithonic Mesogean province (Sicily, Frioul, Moravia). But the presence of not yet described forms associated with a Lower Cretaceous microfauna suggests that the layer is one of the most recent of the province. The interest is that it allows us to state the Berriasian-Valanginian age of the layers overlying the ophiolitic sequence with peridotites, in the north of Sarajevo.

En Yougoslavie, des Nérinées sont citées assez fréquemment dans les zones dinariques externes. Leur découverte est plus rare dans les Dinarides internes. Un affleurement situé au Nord de Sarajévo a cependant livré diverses formes dont certaines paraissent nouvelles.

1) Localisation géographique et stratigraphique.

Le gisement est situé le long de la route de Sarajévo à Tuzla, entre les bourgades d'Olovo et de Kladanj, exactement au passage à niveau de Bjeliš, où la route coupe la voie ferrée, maintenant abandonnée, de Zavidovići à Han Pjesak.

Au-dessus des serpentines développées au Nord d'Olovo, depuis Olovske Luke, affleure un ensemble de calcaires roses microbréchiques et de brèches à ciment calcaire contenant des débris anguleux de radiolarites et de roches vertes, alternant avec des passées de calcaire récifal à Polypiers, Ellipsactinies, Gastéropodes et Rudistes. Les Gastéropodes, parmi lesquels figurent les Nérinées faisant l'objet de cette note, se trouvent aussi bien dans les brèches que dans les calcaires récifaux. Les

fossiles extraits des niveaux conglomératiques apparaissent parfois roulés et peuvent être légèrement remaniés.

Les Ellipsactinies donnent un âge Tithonique-Néocomien.

La microfaune contenue dans le ciment des brèches et dans les calcaires indique un âge Jurassique terminal ou plus probablement Crétacé basal (Berriasien-Valanginien) (***), datation conforme aux indications de la carte géologique au 1/200 000^e de Sarajévo (Katzner, 1906).

La présence des Nérinées, sans précision, a été signalée à cet endroit, par R. Jovanović en 1957.

2) Description paléontologique.

TUBIFERIDAE COSSMANN 1895

CERITELLA MORRIS et LYCETT 1850

(= *Cerithiella* COSSMANN em.)

Ce genre est connu depuis le Sinémurien au moins jusqu'au Portlandien.

(***) D'après les déterminations de M. Moullade, à qui nous adressons nos plus vifs remerciements.

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire de Géologie Dynamique.

(**) Université de Paris VI, Laboratoire de Géologie Structurale. Note déposée le 9 Juin 1971.

Ceritella sp.
(Pl. XXX, fig. 4)

La coquille est lisse, non ombiliquée, et les tours sont à peu près plans. On notera la convexité du plancher des tours qui semble parfois amorcer la formation d'un pli.

Diamètre maximum de la coquille : 23 mm
Hauteur de la coquille : 29 mm
Lumière du dernier tour conservé : Hauteur : 2,7 mm
Largeur : 3,3 mm

NERINEIDAE ZITTEL 1873

Nerinea cf. *hoheneggeri* PETERS
(grade 4)
(Pl. XXIX, fig. 1-2)

1855. *Nerinea hoheneggeri* PETERS, p. 357, Pl. III, fig. 1-2.
1965. *Nerinea hoheneggeri* VESELINOVIĆ, p. 247, Pl. IV, fig. 6, 8.

Cette espèce est caractérisée par des tours relativement élevés et une forme subcylindrique. L'ombilie est absent ou très étroit. Il y a un bourrelet noduleux le long de la suture inférieure des tours, un autre au milieu des tours, un peu plus faible, un autre enfin en haut des tours.

La section des tours présente un court pli columellaire, un long pli pariétal incurvé et un profond pli labial. Le plafond est convexe ; le segment situé sous le pli columellaire est convexe et subparallèle à l'axe. Chez l'un des exemplaires de Bjeliš, le pli columellaire est plus profond et le pli labial plus large.

Diamètre de la coquille :	16,5 mm	17,7 mm
Hauteur de la lumière du tour :	7,7 mm	8,7 mm
Diamètre de la lumière du tour :	5 mm	5 mm

L'ensemble présente une certaine ressemblance avec *Nerinea jeanjeani* ROMAN (Cossmann 1898, p. 53, Pl. XIII, fig. 10 et 17) du Kimméridgien du Gard, qui est signalée dans les Dinarides internes par Veselinović (1965, p. 246, Pl. II, fig. 1). Mais il n'y a pas identité ; en particulier, l'ornementation externe est différente, le plafond des tours est presque perpendiculaire à l'axe. Il existe aussi une ressemblance certaine au niveau de la forme de la lumière du tour (done des plis et des interplis) entre notre fig. 1, Pl. XXIX, et la *Nerinea pauli* COQUAND de l'Aptien du Liban (Delpey, 1939, fig. 140, Pl. V, fig. 1-2).

Nerinea hoheneggeri, décrite dans le "Plasenkalk" de Stramberk, a déjà été signalée dans les Dinarides internes.

Nerinea pretiosa
(grade 4)
(Pl. XXIX, fig. 3)

Cette espèce est différente de *N. hoheneggeri* bien que de même grade. L'axe columellaire n'est pas perforé. Les tours, plus bas que ceux de l'espèce précédente, offrent une lumière dont les grandes caractéristiques sont les mêmes, mais le rapport h/d est différent :

Hauteur : 7 mm
Largeur : 6,5 mm
Indice d'une forme sub-carrée.

L'ornementation externe est composée de cordons noduleux : le plus large est situé au-dessus de la suture inférieure des tours ; deux autres sont placés au-dessus du précédent. Deux filets granuleux s'intercalent entre les cordons.

La forme de la section est comparable à celle de *Nerinea strambergensis* PETERS (1855, p. 356, Pl. III, fig. 4), mais l'ornementation externe est fondamentalement différente.

Nerinea (Ptygmatis) bosantica (*) nov. sp.
(grade 6)
(Pl. XXIX, fig. 4)

Un individu a été recueilli à Bjeliš. Il est de forme conique à croissance relativement rapide et à tours plans. Sa coupe montre un ombilie assez large (7,6 mm à la base d'un tour de 27,3 mm de large), dans lequel le surplomb des tours a une section en angle très aigu, caractère qui se retrouve dans les formes polonaises décrites par Karczewski dans le Kimméridgien des Monts de Sainte-Croix sous le nom de *Ptygmatis bruntrutana* (THURMANN) (1960, p. 32, Pl. VIII, fig. 15-17 ; Pl. IX, fig. 1-4 ; fig. 22).

La lumière du tour (hauteur : 10,3 mm ; largeur : 7,3 mm) est celle d'un *Ptygmatis* et orienterait donc notre détermination vers *Nerinea (Ptygmatis) bruntrutana* signalé dans les Dinarides internes (Veselinović, 1965, p. 250, Pl. V, fig. 1-4). Mais nous avons pu observer des individus de cette espèce provenant du Jura. La section de

(*) De Bosante, nom antique de la Bosna (= Bosnie).

ceux-ci, comme d'ailleurs celle des individus du Portugal (Sharpe, 1849, p. 104, fig. 4, type du sous-genre *Ptygmatis*) et de Pologne (Karczewski, 1960), offre un pli pariétal très caractéristique parce qu'il se divise en deux lames, l'une très grande et arquée du côté de la gouttière pariétale, l'autre plus petite, située du côté columellaire. Cette dernière est absente de l'espèce de Bjelis.

Chez *P. carpathica* (ZEUSCHNER), les plis sont particulièrement épais. Cependant, l'espèce figurée sous ce nom par Veselinović (1965, p. 252, Pl. III, fig. 5-6), a une section des plis assez proche de celle de *P. bosantica*. On notera une différence majeure dans la forme de la section de la rampe ombilicale, beaucoup plus oblique chez *P. bosantica* que chez *P. carpathica*.

Chez *P. pseudobruntrutana* (GEMMELLARO), signalé dans les Dinarides internes (Veselinović, 1965, p. 250, Pl. III, fig. 2-7 ; Pl. V, fig. 6, 7, 10), le pli pariétal est également très large et complexe.

ITIERIIDAE COSSMANN 1895

Phaneroptyxis bjelishensis nov. sp.
(grade 4 b)
(Pl. XXX, fig. 1-2)

Cette espèce est caractérisée par des tours modérément recouvrants, surtout chez le jeune, donnant à la coquille adulte une forme pupoïde. Les tours portent de gros tubercules mousses qui s'atténuent vers l'avant où ils deviennent excavés. Il y a deux plis columellaires subégaux, un fort pli pariétal, pas de pli labial et, chez l'individu le plus grand, un léger pli au plafond des derniers tours. Ce type de plication est tout à fait particulier et, à notre connaissance, n'avait encore jamais été signalé parmi les Nérinéacés. Cette plication est d'ailleurs celle des espèces rangées par Cossmann (1916) dans *Favria*, classé par son auteur comme sous-genre de *Phaneroptyxis*.

La lumière du tour met en évidence chez le jeune *Favria pellati* du Barrémien seulement un pli columellaire et un pli pariétal (Cossmann, 1918, fig. 115), c'est-à-dire une plication de grade 3, mais Cossmann, dans sa diagnose, signale chez l'adulte des tours excavés et trois plis internes comme chez une Nérinée ordinaire. De toutes façons, la plication de grade 3 est connue chez des Nérinées à tours non recouvrants, telles que

N. conoidea PETERS de Stramberk, *N. luttickei* BLANCKENHORN (Delpey, 1939, p. 176, Pl. III, fig. 1-2 ; fig.-texte 137) de l'Aptien inférieur libanais et *Nerinea* sp. de Cserna (1956) du Barrémien du Mexique.

Itierioptygmatis nov. subgen.

Générotipe : *Itierioptygmatis ellipticata* nov. sp.

Itieriidé dont les tours jeunes non recouverts sont ornés de côtes mousses et dont la lumière du tour est de type *Ptygmatis* à base de 5 plis (2 columellaires, 1 pariétal, 2 labiaux).

Itieria (Itierioptygmatis) ellipticata
nov. subgen. nov.sp.
(grade 6)
(Pl. XXX, fig. 3)

Cette espèce, de petite taille, possède des tours très recouvrants, ce qui entraîne une forme trapue, voire globuleuse. Les tours portent des tubercules mousses obliques. L'ombilic est étroit. La lumière du tour s'inscrit dans une forme presque parfaitement elliptique. On y observe deux plis columellaires dont celui qui est situé le plus près du bec siphonal se divise en deux lames. Enfin, il y a aussi deux plis labiaux. En fait, cette section est comparable à celle d'une Nérinée de grade 6, comme par exemple *N. (Ptygmatis) bosantica* du même gisement. La différence avec la section de cette espèce réside essentiellement dans la forme elliptique qui revêt ici son enveloppe, laquelle est conditionnée par la disposition recouvrante des tours qui comprime ceux-ci et entraîne un étirement oblique général et de développement allométrique du pli pariétal et du pli labial inférieur.

Parmi les Nérinéacés ont été décrites un certain nombre de formes caractérisées par leurs tours recouvrants. Il s'agit des Itieriidés de Cossmann avec, au premier chef, *Phaneroptyxis* et *Itieria*, deux genres dont la section typique est de grade 4, c'est-à-dire avec un pli columellaire, un pli pariétal et un pli labial. Chez *Itieria*, la spire est enveloppée, les premiers tours pouvant même n'être pas visibles de l'extérieur, tandis que, chez *Phaneroptyxis*, la spire est allongée et reste toujours saillante. *Itieria* n'est connu que de l'Oxfordien et du Kimméridgien, et *Phaneroptyxis* monte au moins jusque dans l'Urgonien. Tous deux cependant possèdent des sous-genres ou des formes affines d'âge Crétacé. Parmi ceux-ci se situe *Brouzetia* COSSMANN 1916, du Barrémien

à faciès urgonien du Gard, qui ne porte pas de pli labial, mais trois lamelles columellaires. Il y a certainement une ressemblance entre *Itieroptymatis* et *Brouzetia*, mis à part que dans la forme décrite ici existent deux lames labiales et un fort pli pariétal.

Si l'évolution des caractères peut être prise en considération pour déterminer l'âge d'un fossile, la plication d'*Itieria ellipticata* nous incite à y reconnaître plutôt du Jurassique supérieur, peu différent de celui de la *Nerinea bosantica* du même gisement.

Nerinea staszycii ZEUSCHNER (1855, p. 139, Pl. XVII, fig. 16-19), décrite à Stramberk et signalée par Veselinović (1965, Pl. V, fig. 9, 12, 15) dans le Tithonique de Yougoslavie, est du même grade 6 que *Itieria ellipticata*, mais les figurations que nous avons vues ne montrent ni l'ornementation de tubercules obliques, ni la forme elliptique dans laquelle s'inscrit la section du tour, qu'il s'agisse des exemplaires de Stramberk figurés par Peters (1855) ou de ceux du Tithonique de la région de Palerme figurés par G.G. Gemmellaro (1868-76, p. 16, Pl. III, fig. 8-10). Il en va de même pour deux espèces citées dans la même formation : *Nerinea catulloi* GEMMELLARO (p. 24, Pl. IV, fig. 8-11), dont la spire est beaucoup plus saillante, et *N. nana* GEMMELLARO (p. 19, Pl. III, fig. 15-16). En tout état de cause, nous pensons que *I. staszycii*, *I. catulloi* et *I. nana*, qui ont aussi été signalées et figurées dans le Jurassique supérieur du Monte Cavalo, dans le Frioul, par Pirona (1878), ainsi que *N. austriaca* ZITTEL, de Stramberk, citée en Yougoslavie par Veselinović, doivent être rapportées à *Itieroptymatis*, sous-genre qui pourrait bien être caractéristique de toute une sous-province mésogéenne à la limite du Jurassique et du Crétacé.

3) Conclusions.

— Le gisement de Bjeliš contient une faune, en grande partie nouvelle, de Nérinées du Jurassique supérieur-Crétacé inférieur (Tithonique à Valanginien).

— Cette faune est intéressante par ses affinités avec celle de la région de Kuršumlja et Kuršumbanja (Serbie) analysée par R. Jovanović (1941), puis D. Veselinović (1965) et considérée comme tithonique par ces auteurs.

— En tout cas, la faune de Nérinées de Bjeliš appartient à la province mésogéenne du Tithonique supérieur, dont les éléments ont été décrits depuis longtemps en Sicile, dans le Frioul et en Moravie. Les formes de Bjeliš, aussi bien que celles que Veselinović a signalées dans les Dinarides internes, prouvent que cette province mésogéenne à Nérinées s'étendait sur une grande partie de l'actuelle Yougoslavie. Pourtant il nous apparaît que, si la plupart des espèces que nous venons de décrire ont plus qu'un air de famille avec la faune tithonique, il n'en demeure pas moins que l'analyse précise de leurs caractères montre qu'il s'agit de formes inédites. Aussi, étant donné que la faune de Bjeliš est accompagnée d'une microfaune du Crétacé basal, peut-on suggérer que le gisement de Bjeliš est l'un des prolongements dans le temps de la province mésogéenne dont nous essayons de cerner les limites.

— J.P. Rampnoux (1970) a montré qu'en Serbie les calcaires récifaux et conglomératiques à Nérinées, Polypiers, Ellipsactinies, etc... étaient interstratifiés dans les dolérites sommitales de la série volcano-sédimentaire ophiolitique de l'unité de Prepolac (zone du Vardar-Kopaonik), au-dessus des péridotites serpentinisées.

— Il y a aussi analogie de faciès et d'âge entre la formation de Bjeliš et celle de Kuršumlja. Mais la distance qui sépare ces deux localités, jointe à la complexité structurale, interdit de conclure à une homologie paléogéographique.

— Une des manifestations du phénomène ophiolitique se trouve ainsi limitée vers le haut au Berriasien-Valanginien, au Nord de Sarajévo. Cet âge est d'ailleurs celui de la partie inférieure de la série de Maglaj, décrite par R. Blanchet et al. (1970), série qui surmonte les ophiolites de cette localité de la vallée de la Bosna et comporte à sa base des olistolithes de calcaires à Ellipsactinies.

* * *

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BLANCHET R., DURAND-DELGA M., MOULLADE M. et SIGAL J. (1970). — Contribution à l'étude du Crétacé des Dinarides internes : la région de Maglaj, Bosnie, Yougoslavie. *B.S.G.F.*, (sous presse).
- 2) COSSMANN M. (1895). — Essais de Paléoconchologie comparée. I.
- 3) COSSMANN M. (1896). — Essais de Paléoconchologie comparée. II.
- 4) COSSMANN M. (1918). — Essais de Paléoconchologie comparée. XI.
- 5) COSSMANN M. (1898). — Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques : Gastéropodes : Nérinées. *Mém. Soc. géol. France*, 19.
- 6) DELPEY G. (1939). — Les Gastéropodes mésozoïques de la région libanaise. *Notes et Mém. Ht Comm. R.F. Syrie et Liban*, III.
- 7) GEMMELLARO G.G. (1868-76). — Studi paleontologici sulla fauna del calcare a *Terebratula janitor* del Nord di Sicilia.
- 8) JOVANOVIĆ R. (1941). — Titonska fauna sa Prepolca. *Zapiski Srpskog geoloskog društva za*, 1940, Belgrade.
- 9) JOVANOVIĆ R. (1957). — Pregled razvoja mesozoika i neki novi podaci za stratigrafiju i tektoniku NRBiH. 2^e Congr. Geol. Yougosl. Sarajevo, p. 38-63.
- 10) KATZER F. (1906). — Geologische Übersichtskarte von Bosnien-Herzegowina, I Sechstelblatt Sarajevo.
- 11) KORCZEWSKI L. (1960) — Slimaki Astartu i Kimerydu Polnocno-Wschodniego Obrzezenia gor Swietokrzyskirch. *Insti. Geol. Prace*, XXXII, Varsovie.
- 12) PCELINČEV V.F. (1960). — Nerineacea. *In Osnovy Palaeontology*, Moscou.
- 13) PETERS K.F. (1855). — Die Nerineen des oberen Jura in Osterreich. *Sitzung. K. Akad. W. Math. Naturw.*, XVI, bd. II, p. 336.
- 14) PIRONA G.A. (1878). — Sulla fauna fossile Giurese del Monte Cavallo in Friuli. *Mem. Reale Istit. Veneto Sc., Let., Arti*, t. 20, p. 263-324.
- 15) RAMPNOUX J.P. (1970). — Contribution à l'étude géologique des Dinarides, un secteur de la Serbie méridionale et du Montenegro oriental (Yougoslavie). *Thèse Fac. sciences*, Orléans.
- 16) VESELINOVIĆ D. (1965). — Les Gastéropodes titoniques de l'arc carpatho-balkanique et d'une partie des Dinarides internes. *Jugo. Akad. Acta. Geol.*, V, p. 239-268, Zagreb.
- 17) ZEUSCHNER L. (1849). — Geognostische Beschreibung des Nerinea Kalkes von Inwald und Roczyny. *Naturw. Abh. v., Heidinger*, III, Band, Vienne.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XXIX

- FIG. 1-2. — *Nerinea pretiosa* nov. sp.
1. - Vue extérieure montrant la forme des tours et l'ornementation. Gr. = 3.
 2. - Coupe subaxiale. Gr. = 5.
- FIG. 3-5. — *Ceritella* sp. Gr. = 3,7.
3. - Vue extérieure montrant la forme et l'ornementation des tours.
 4. - Coupe subaxiale du même individu.
 5. - Coupe axiale d'un autre exemplaire montrant le remplissage des tours.

PLANCHE XXX

Nerinea hoheneggeri PETERS

- FIG. 1-3. — Sections subaxiales (Gr = 4). On remarque sur la fig. 3, que dans la partie la plus ancienne de la coquille, la lumière du tour tend à être oblitérée par dépôts successifs de la couche interne : les plis sont émoussés et disparaissent complètement.
- FIG. 2-5. — Vue extérieure montrant la forme et l'ornementation des tours (un bourrelet à l'arrière et deux filets noduleux sur le flanc). Gr. = 3,7.

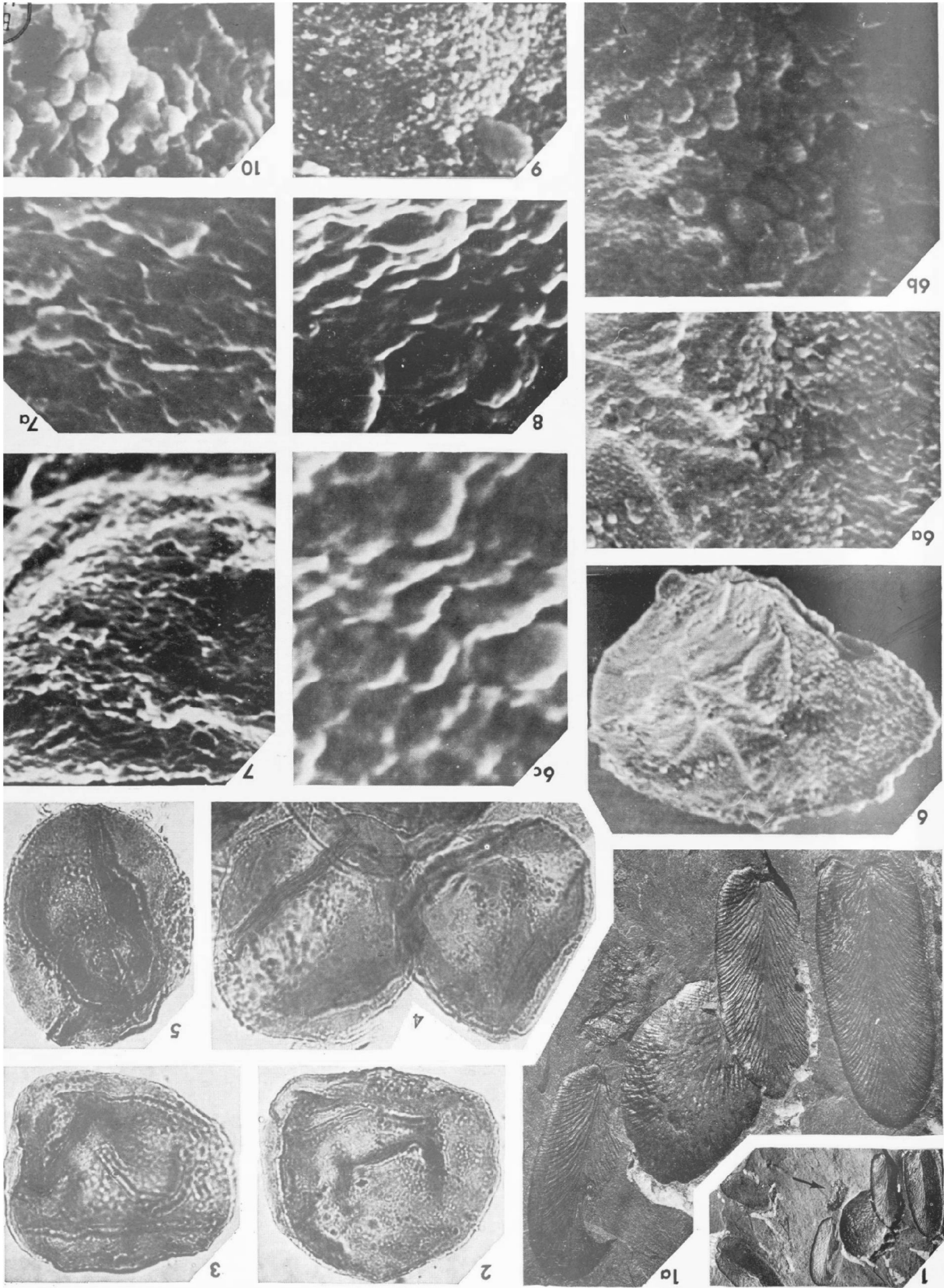
PLANCHE XXXI

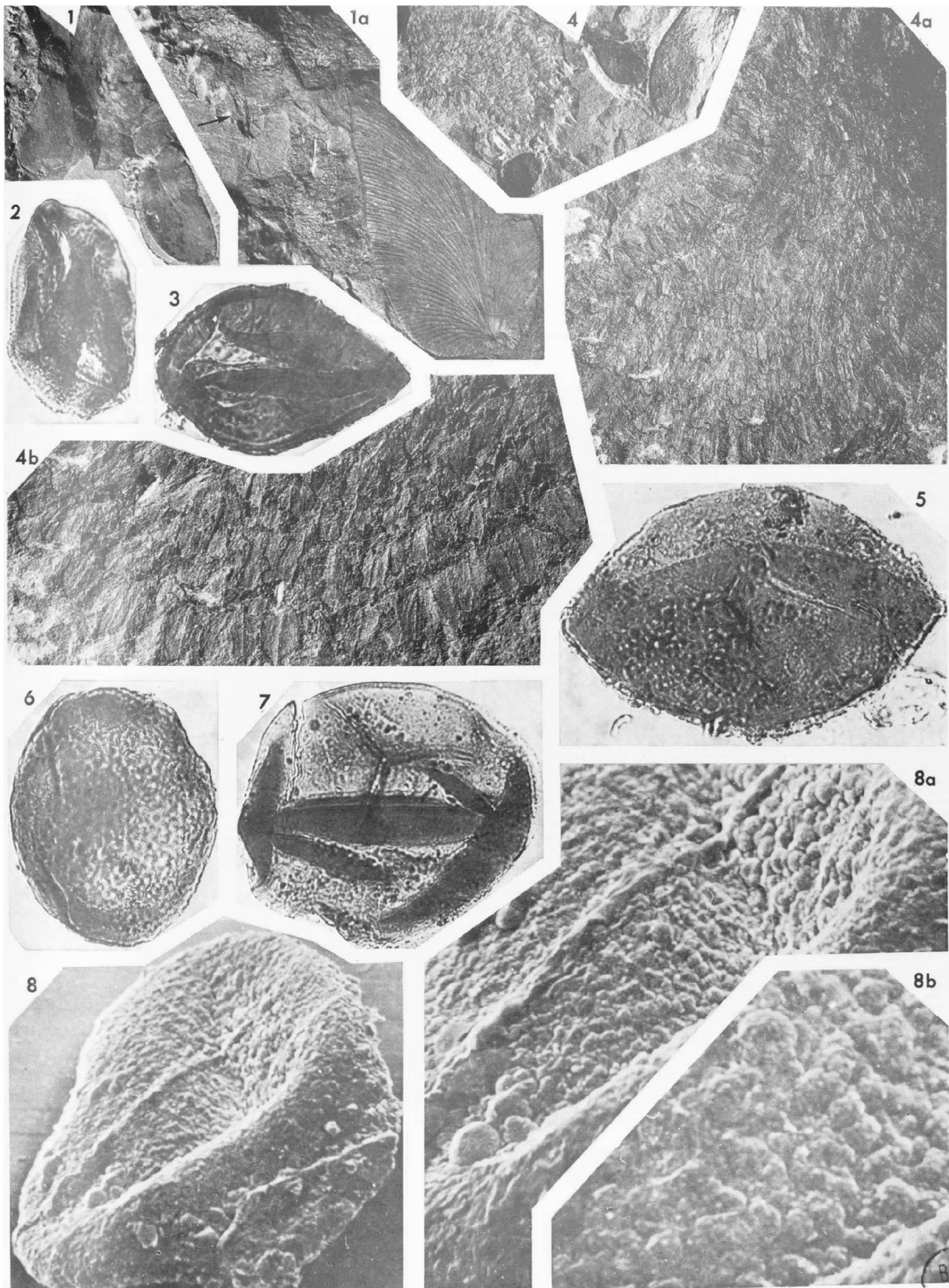
- FIG. 1-2. — *Phaneroptyxis bjelishensis* nov. sp.
1. - Coupe subaxiale (Gr. = 5,8). On remarque un léger pli au plafond.
 2. - Vue extérieure montrant la forme des tours et l'ornementation composée de tubercules. (Gr. = 3,7).
- FIG. 3-4. — *Phaneroptyxis bjelishensis* nov. sp.
3. - Coupe subaxiale (Gr. = 4,3). On remarque la totale absence de pli au plafond.
 4. - Vue extérieure montrant la forme et l'ornementation des tours.

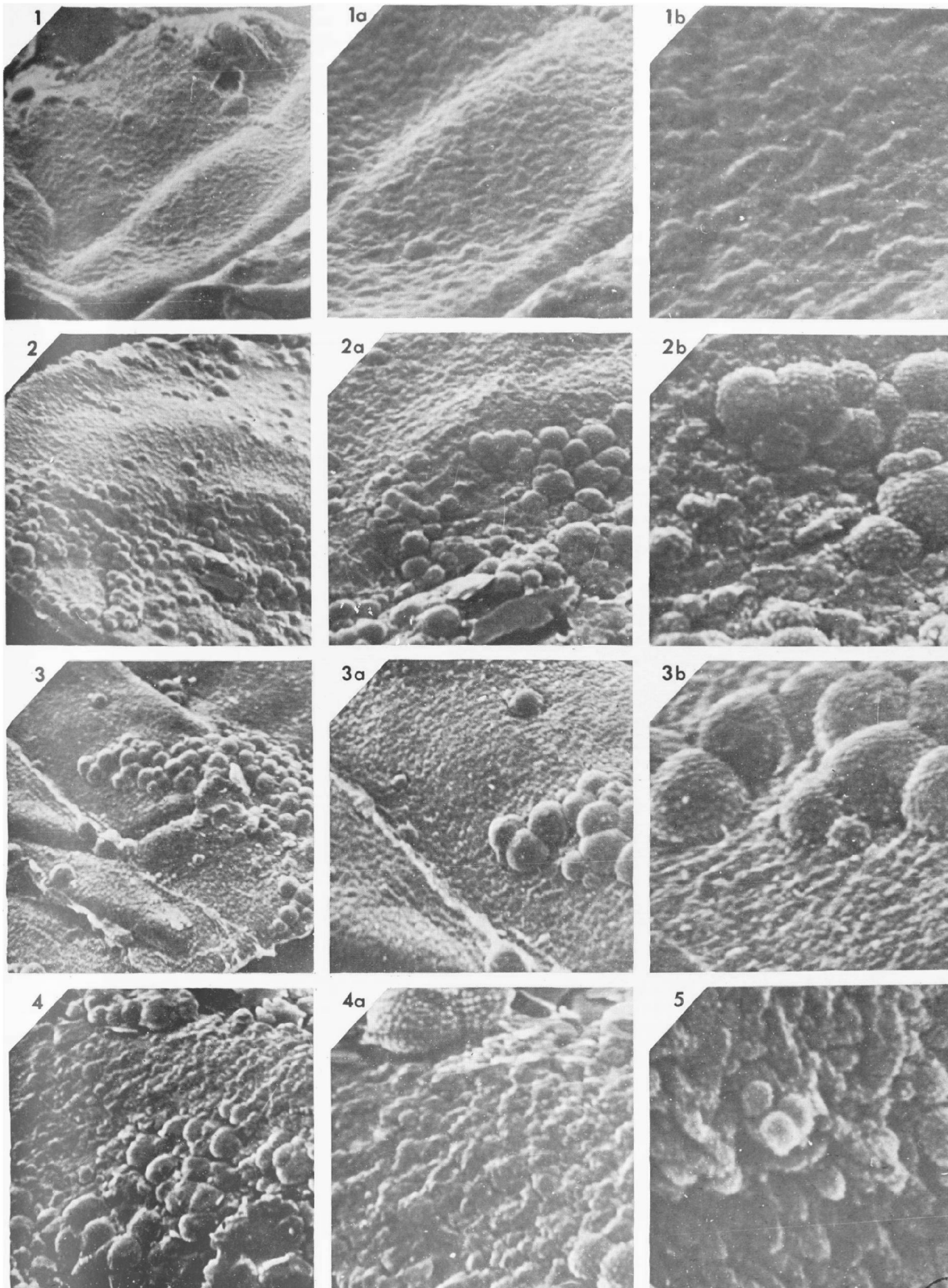
PLANCHE XXXII

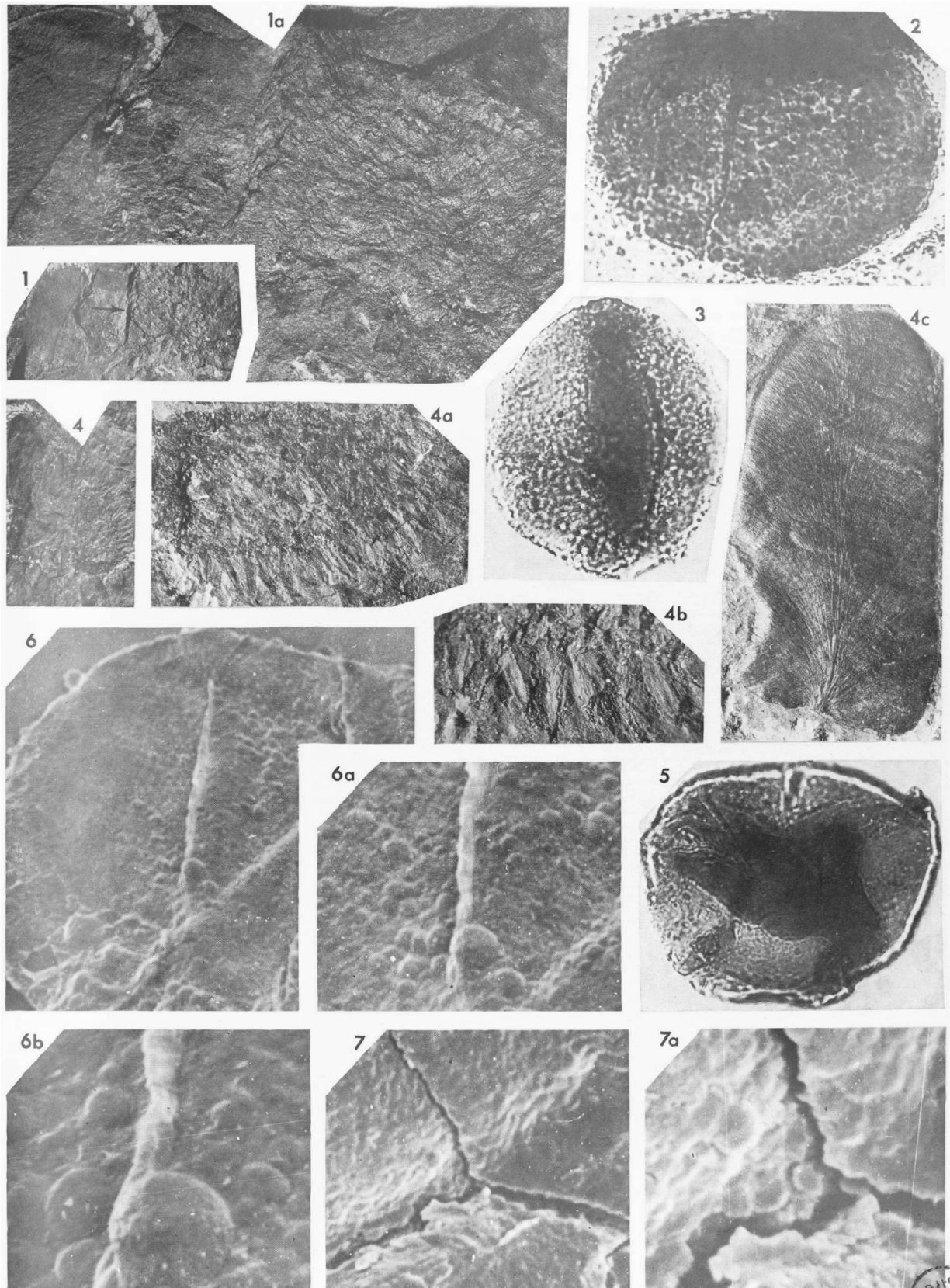
- FIG. 1. — *Nerinea (Ptygmatis) bosantica* nov. sp. Gr. = 3,4. Section axiale. Remarquer la forme particulière du pli pariétal.
- FIG. 2-4. — *Itieria (Itieroptygmatidis) ellipticata* nov. sp.
2. - Aspect extérieur montrant les tubercules obliques. Gr. = 3,7.
 3. - Section axiale du même exemplaire. Gr. = 3,9. Remarquer la forme du tube ombilical.
 4. - Section subaxiale d'un autre individu.

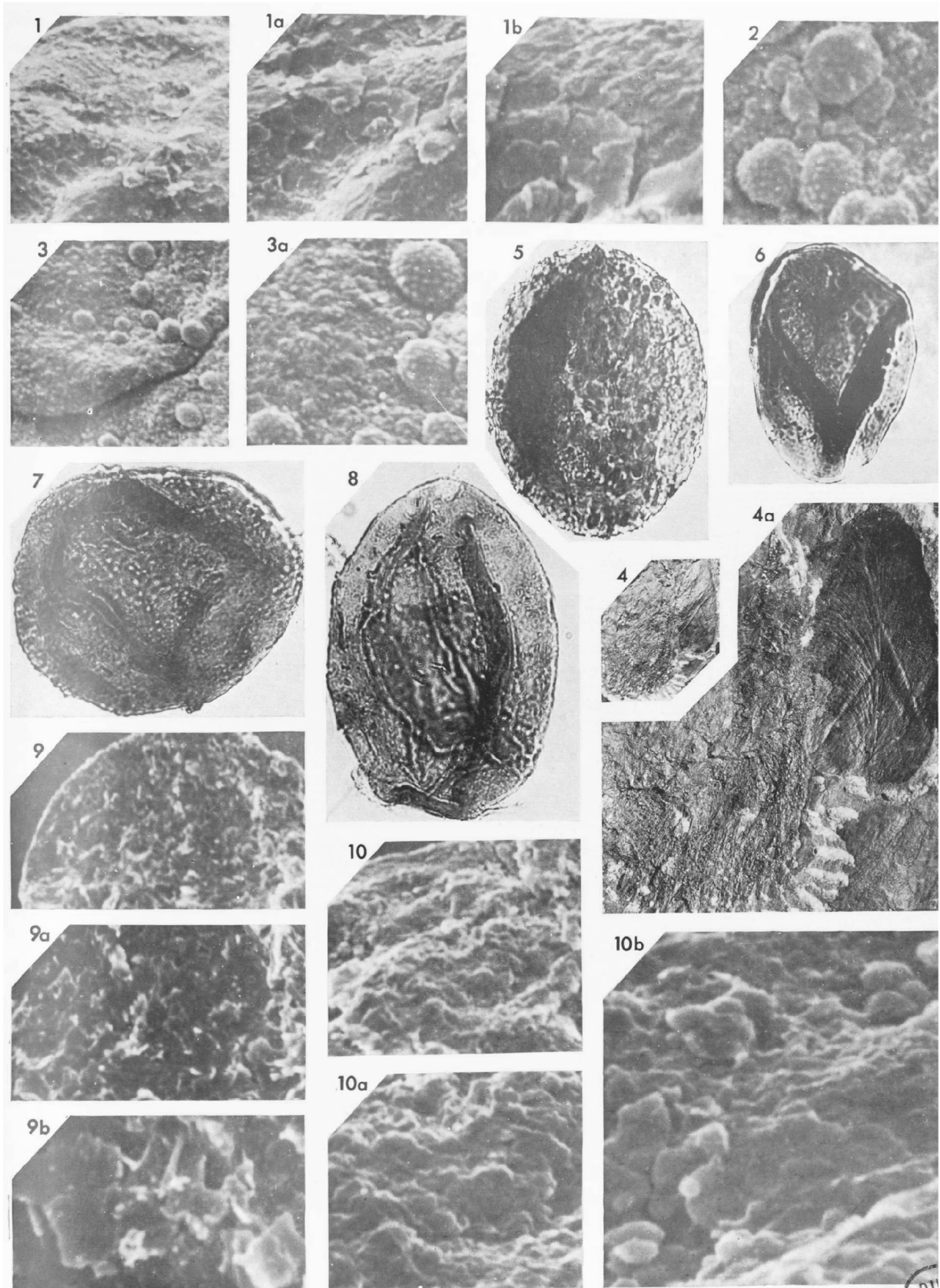


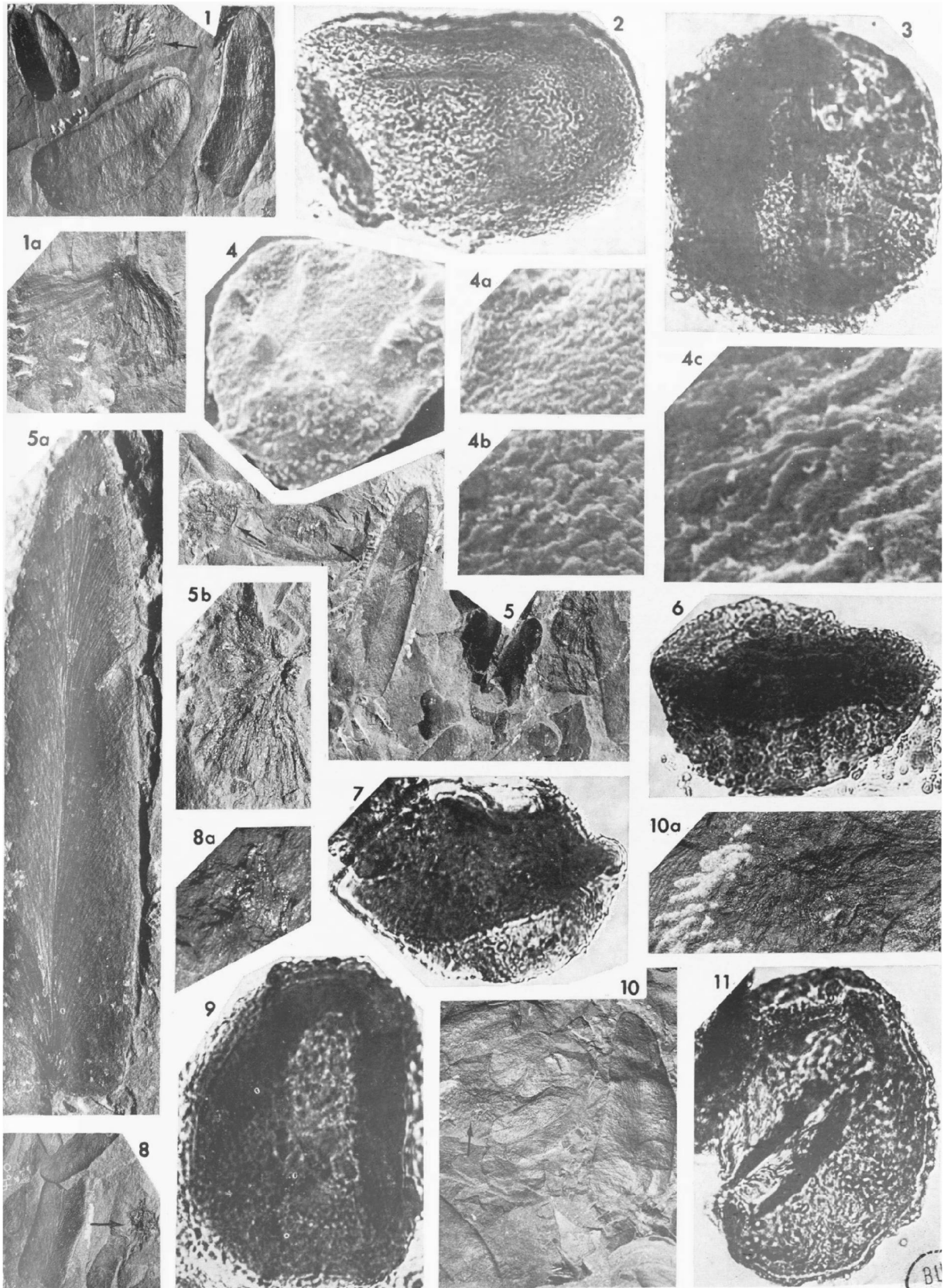


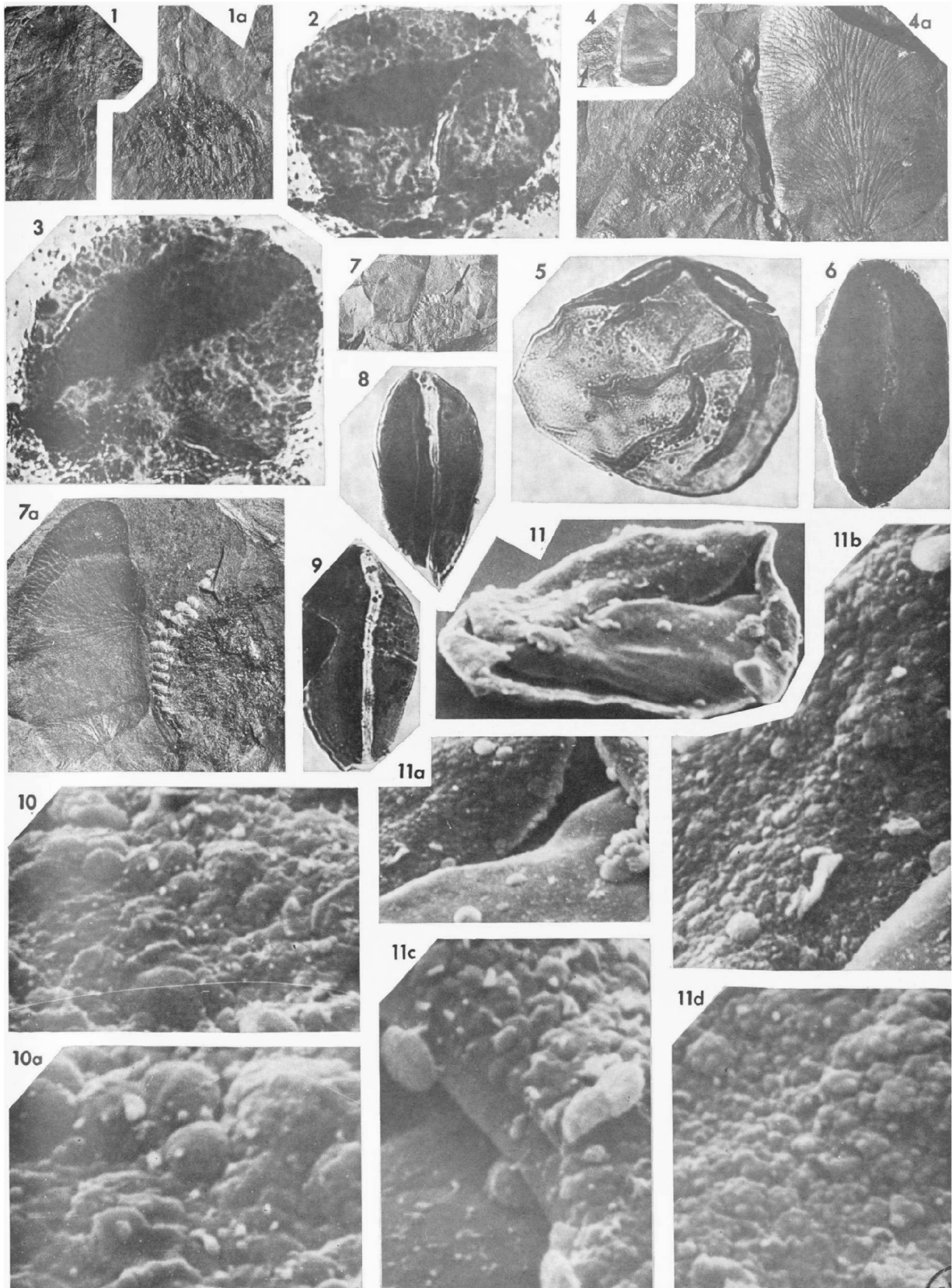


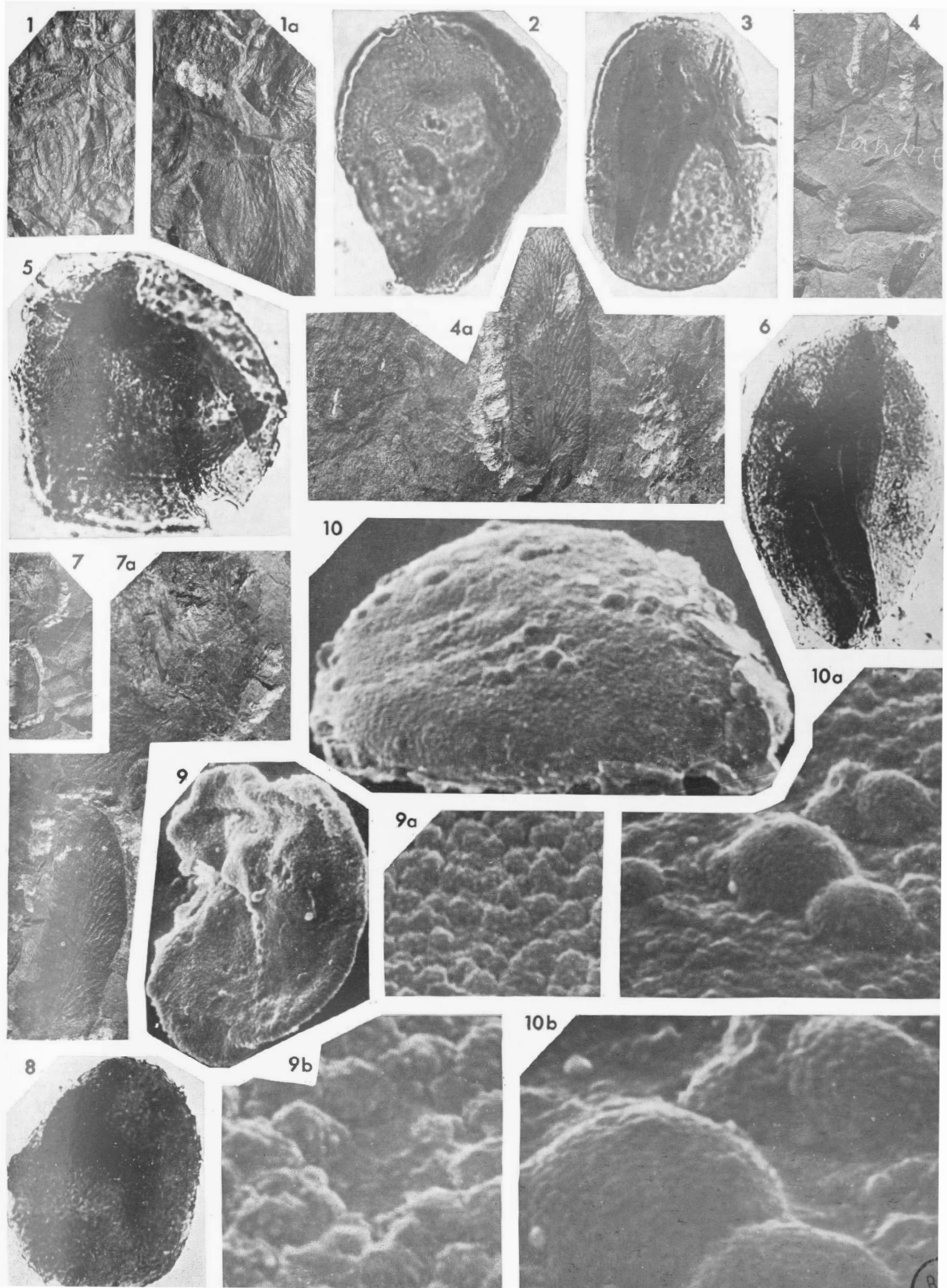


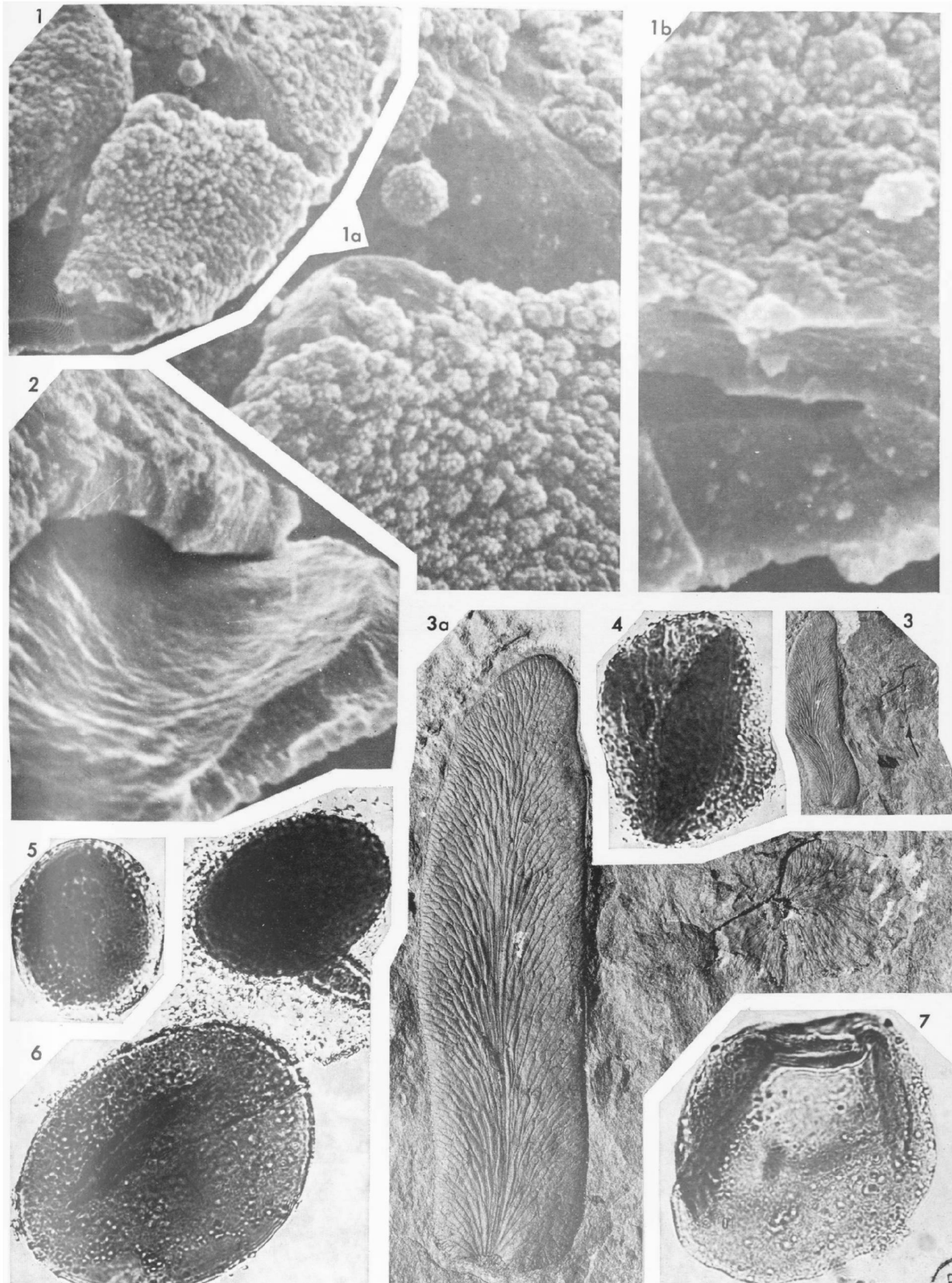


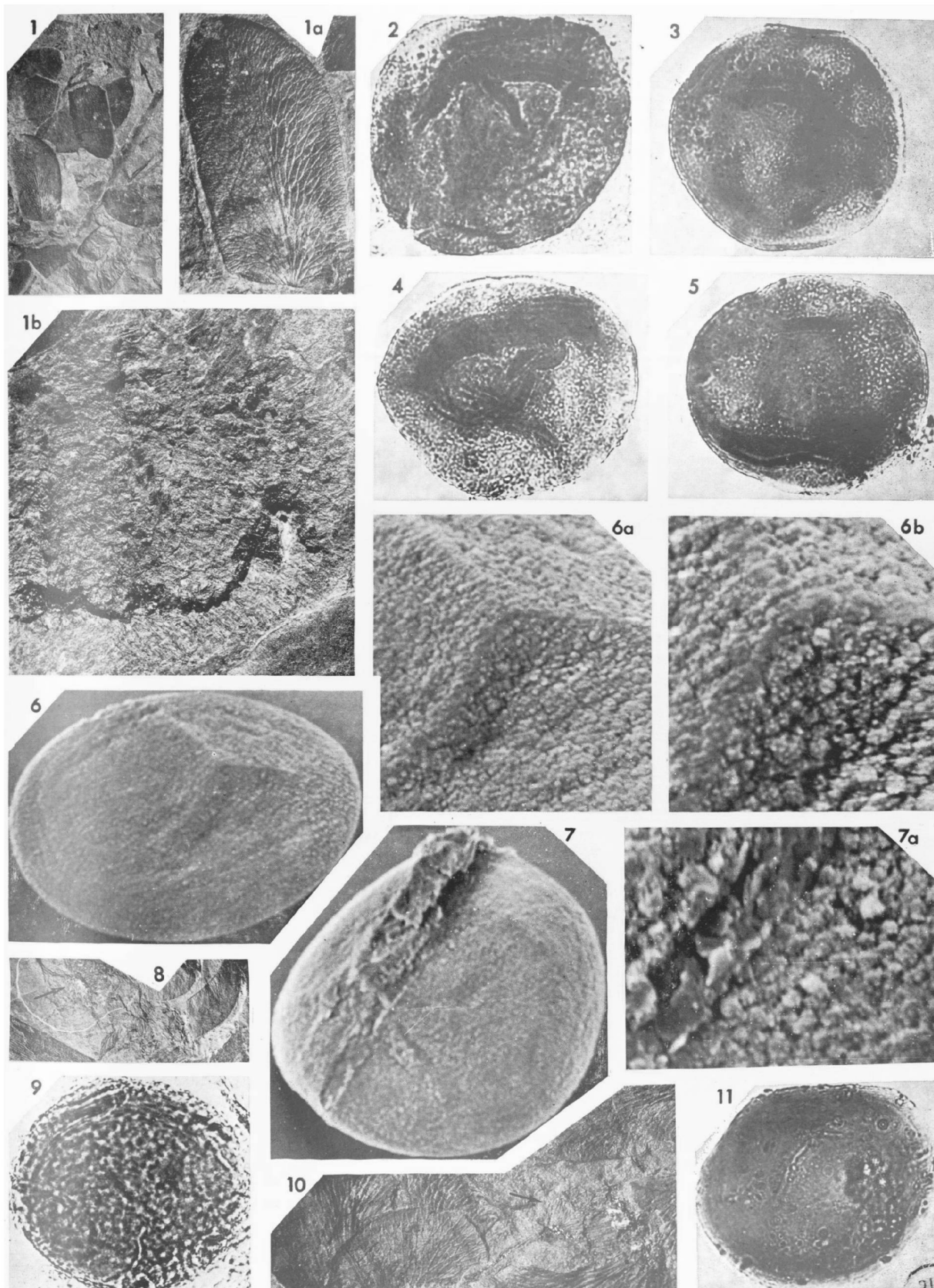


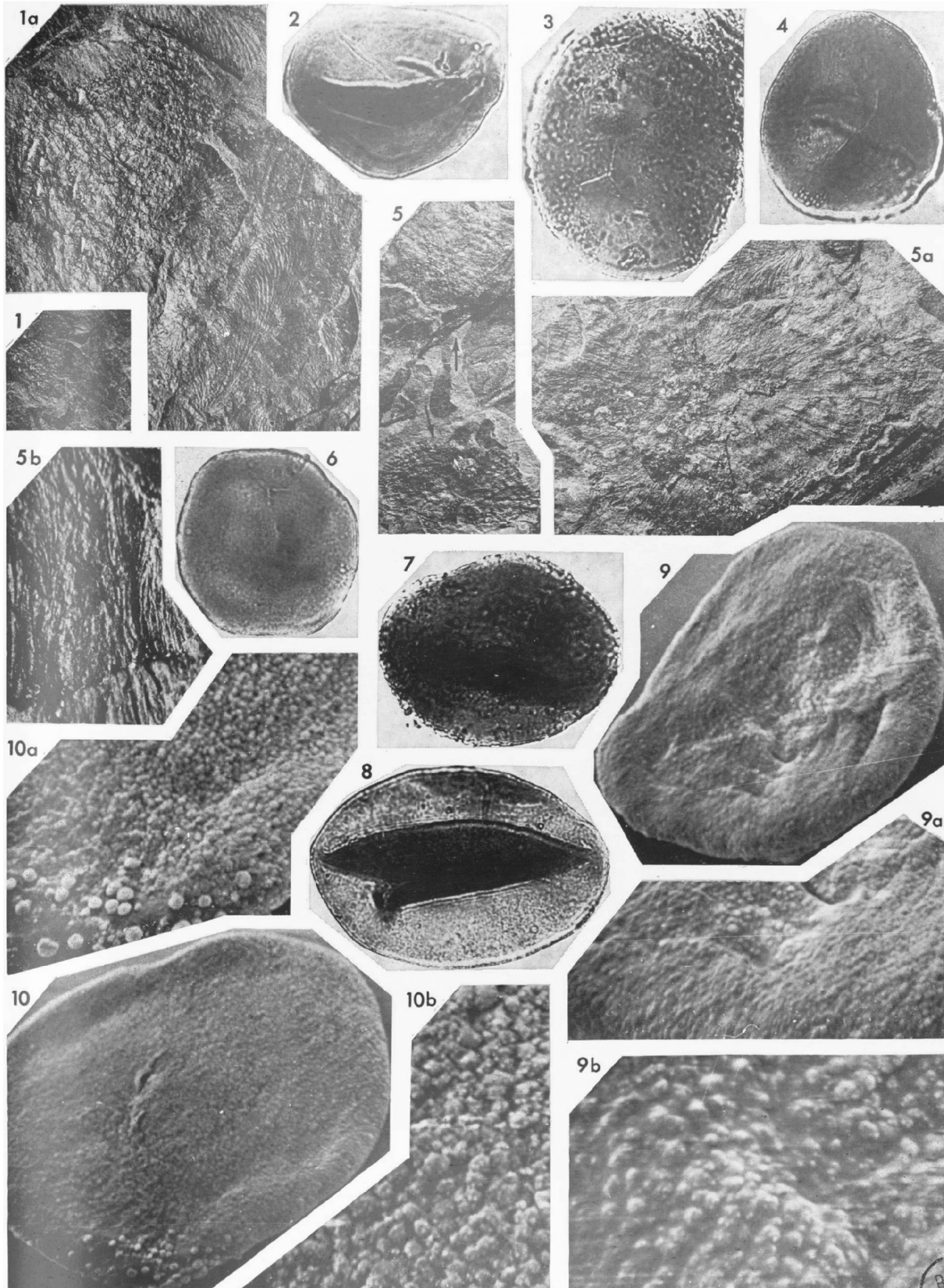


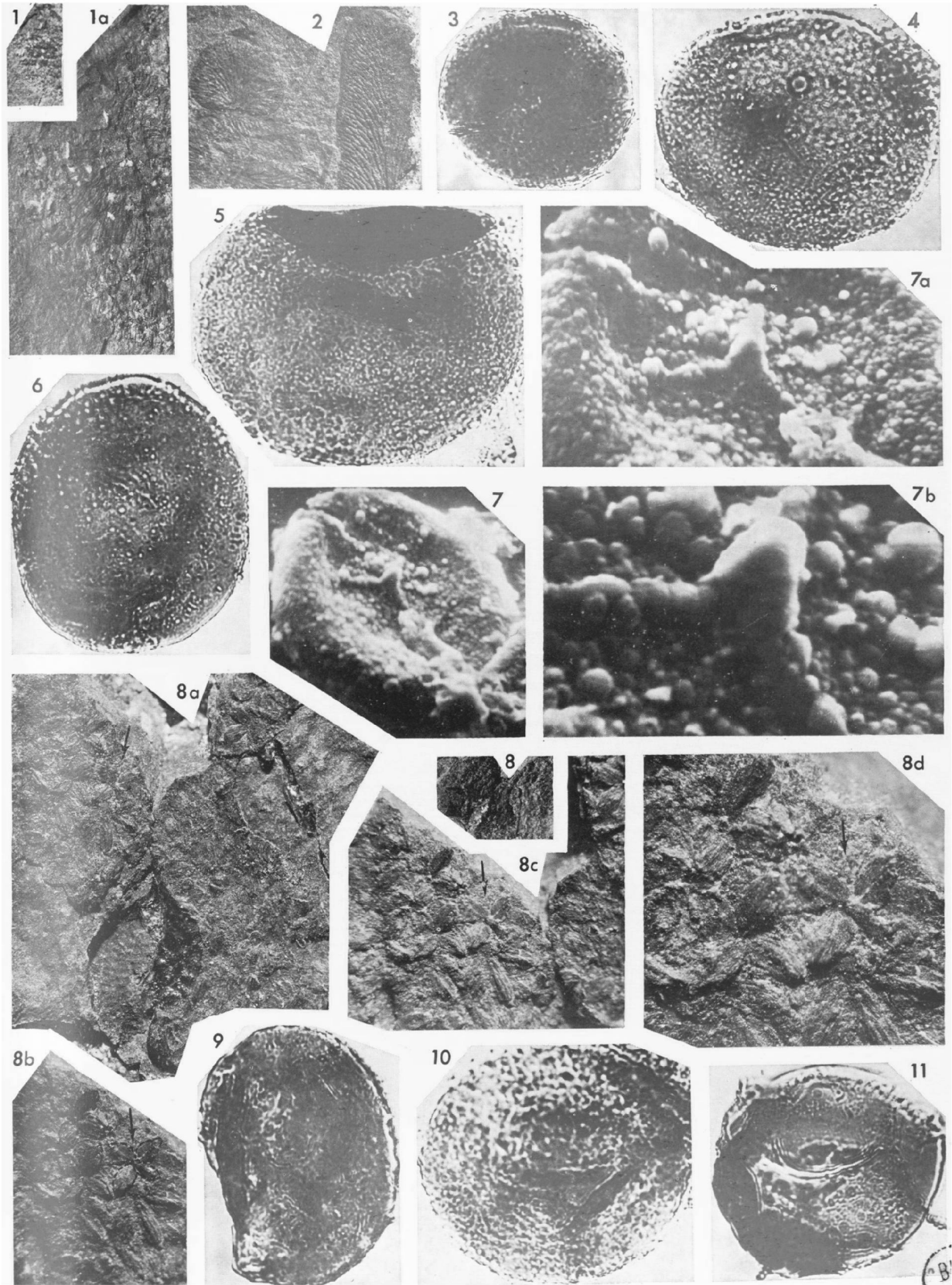


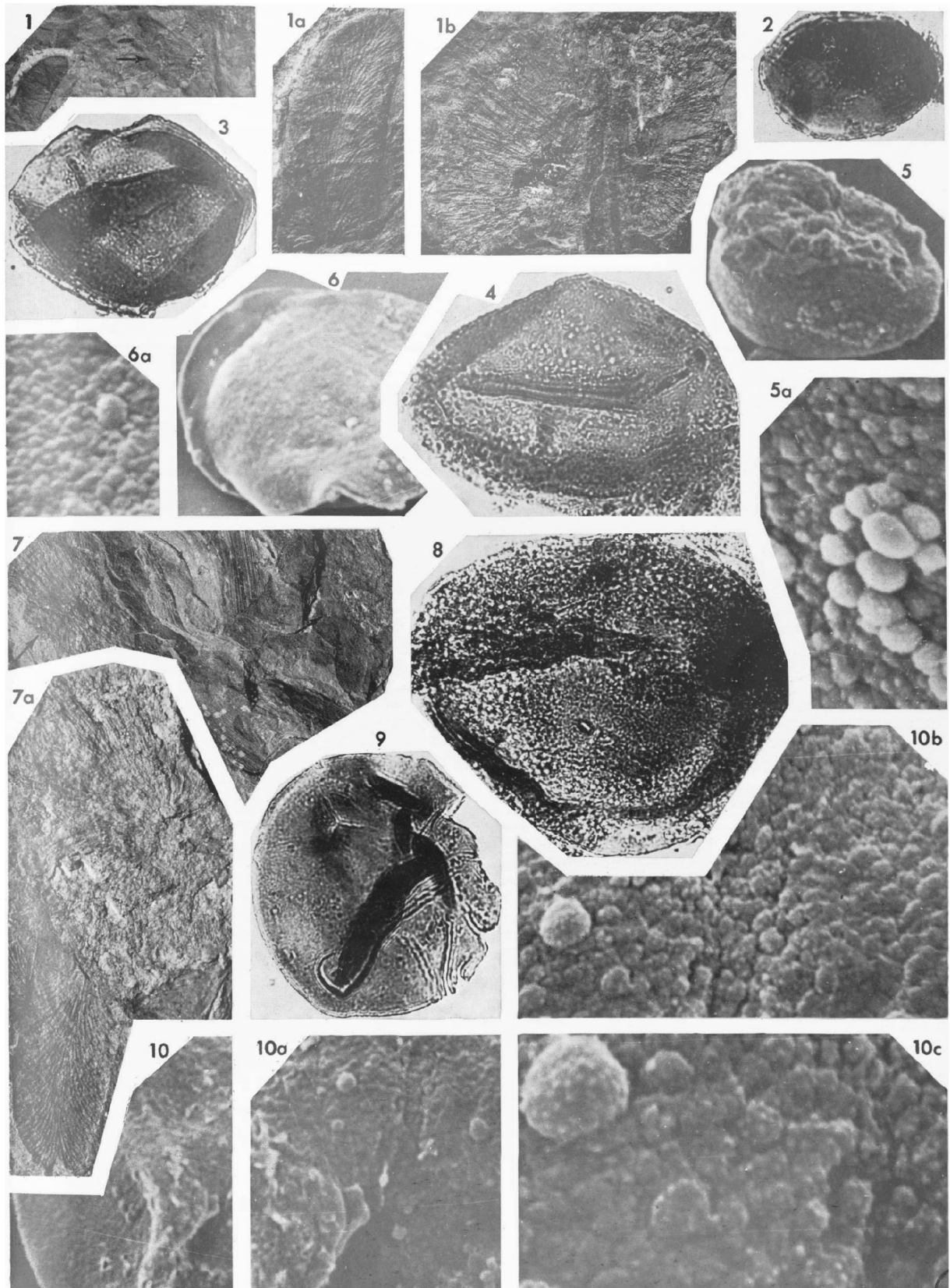


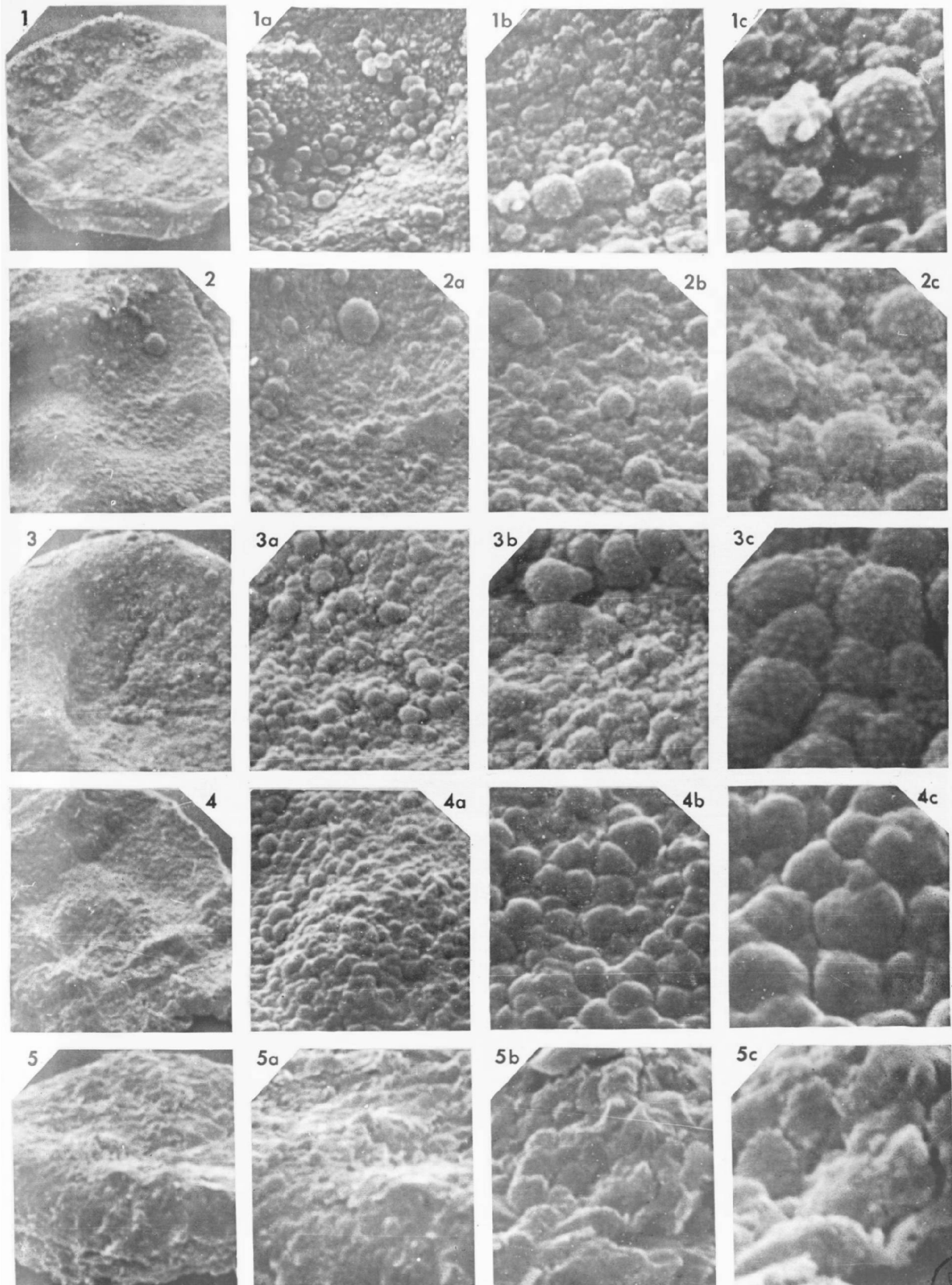


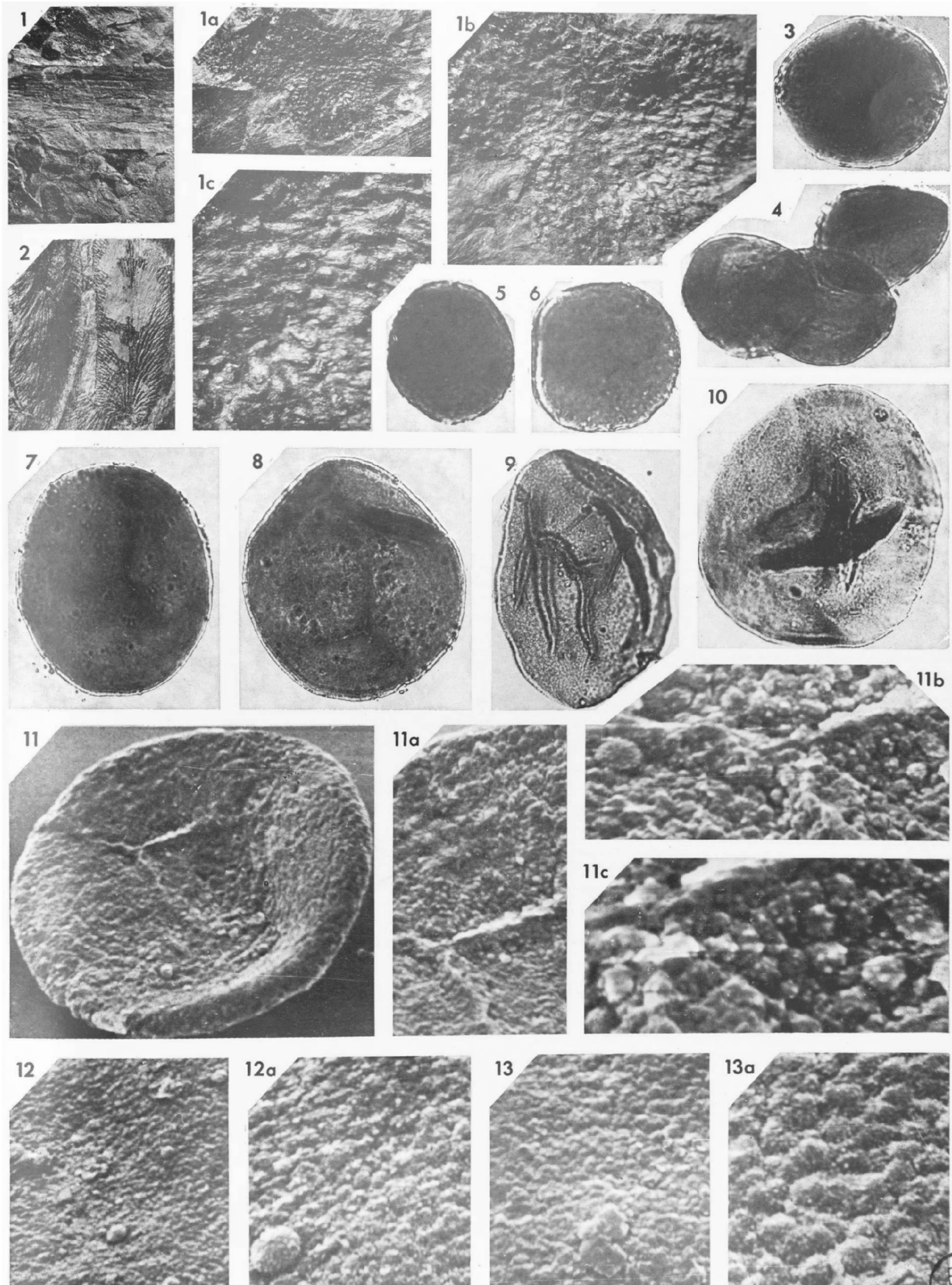












SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCI

1971

4^m trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1971 —

<i>Président d'Honneur</i>	M. G. WATERLOT
<i>Président</i>	M ^{lle} D. BRICE
<i>Premier Vice-Président</i>	M. A. BONTE
<i>Vice-Présidents</i>	M. M. WATERLOT
	M. J. PAQUET
<i>Secrétaire</i>	M. J. DIDON
<i>Secrétaire-Adjoint</i>	M. J.J. FLEURY
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Déléguée aux Publications</i>	M ^{me} Paule CORSIN
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i>	M. S. LOBOZIAK
<i>Conseillers</i>	M. A. DALINVAL
	M. Ch. DELATTE
	M. J. PROUVOST
	M. J. DERCOURT
	M. J. GANTOIS
	M. P. DOLLÉ

A N N A L E S
D E L A
S O C I É T É G É O L O G I Q U E D U N O R D
publiées avec le concours du Centre national de la Recherche scientifique

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 juin 1873

Secrétariat : Société Géologique du Nord
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59650 Villeneuve d'Ascq
Tél. 52.14.20 ou 52.02.10 — C.C.P. Lille 5.247

Compte rendu de l'activité de la Société

REUNION EXTRAORDINAIRE DU 13 JUIN 1971

PRÉSIDENCE DE MADEMOISELLE D. BRICE, PRÉSIDENTE

L'excursion extraordinaire de la Société Géologique du Nord, sous la présidence de M^{lle} BRICE, a été dirigée par M. BULTYNCK dans la région de Couvin où les participants ont pu examiner le stratotype du Couvinien.

Partis en car vers 7 h.30, les participants lillois ont accueilli à Mons, à 9 h.30, leurs collègues montois et c'est une cinquantaine de personnes qui sont arrivées à 10 h. à Couvin pour observer durant la matinée :

- au Sud de Couvin, l'Emsien inférieur,
- au lieu dit " Béguinage ", le passage de l'Emsien au Couvinien,
- dans la carrière Sainte-Barbe, le biostrome Co2b,
- une coupe continue du Couvinien inférieur et d'une partie du Couvinien supérieur.

Après le déjeuner, Mademoiselle Brice remercia M. Bultynck au nom de la Société Géologique du Nord dont elle retraça à la fois la vie et les activités pendant l'année écoulée. Puis les participants furent amenés à étudier :

- un biostrome rythmique au sommet du Co2b,
- le sommet du Co2c,
- le Co2d et la base du Givétien.

L'excursion s'acheva vers 18 h. et les participants étaient de retour à Lille aux environs de 22 h.

ASSEMBLEE GENERALE EXTRAORDINAIRE DU 3 NOVEMBRE 1971

PRÉSIDENCE DE MADEMOISELLE D. BRICE, PRÉSIDENTE

Par décisions du Conseil en date du 21 Avril et du 9 Juin, une Assemblée Générale extraordinaire a été convoquée en vue d'approuver les propositions du Conseil concernant le rajustement du montant des cotisations et des prix librairie.

Ces propositions du Conseil sont les suivantes :

— Membres étudiants non salariés : cotisation maintenue à	35 F
— Autres membres ordinaires : cotisation portée à	50 F
— Membres étrangers	55 F
— Personnes morales	100 F
— Abonnements	100 F
— Tarifs librairie augmentés de 30 %.	

Les membres présents sont au nombre de 36, et 49 sont représentés.

L'Assemblée ne compte donc que 85 votants et le quorum n'étant pas atteint, elle ne peut délibérer statutairement. Une autre Assemblée extraordinaire sera convoquée le 1^{er} décembre.

SEANCE ORDINAIRE DU 3 NOVEMBRE 1971

PRÉSIDENCE DE MADEMOISELLE D. BRICE, PRÉSIDENTE

Après avoir annoncé le décès de M. A. GROSJEAN, Directeur des Services Géologiques de Belgique, Membre à vie de notre Société, M^{lle} D. BRICE donne la parole à M. R. MARLIÈRE qui présente un ouvrage de M. J.L. BAUDET intitulé "La Préhistoire ancienne de l'Europe septentrionale".

Puis M. A. BEUGNIES expose ses points de vue sur le Dévonien de l'Ardenne. Dans une première partie de son exposé, il tente de définir les limites inférieure et supérieure de l'étage en Ardenne, par référence avec la série Sawerland mieux définie paléontologiquement.

M. BEUGNIES décrit, dans une deuxième partie, les principaux faciès et leur répartition géographique. L'étage montre trois biofaciès principaux, un biofaciès à Goniatites, un biofaciès à Brachiopodes, un biofaciès à Ostracodes, et trois faciès lithologiques : schisteux, gréseux et calcaires. L'Ardenne se situe dans les zones de faciès schisteux et gréseux à Brachiopodes. L'étude de la répartition de ces faciès permet de mettre en évidence une "ride médio-allemande".

Dans une troisième partie, M. BEUGNIES s'intéresse plus particulièrement au contenu paléontologique de l'étage en Ardenne en vue de l'établissement d'une chronostratigraphie fine. Les Céphalopodes, absents, ne sont d'aucun secours, sauf en ce qui concerne la définition de la limite inférieure de l'étage. Par contre, 12 zones à Brachiopodes sont reconnues dans la partie inférieure. Les zonations à Conodontes, par référence au Sawerland, confirment la validité des zones à Brachiopodes à l'échelle mondiale et permettent des corrélations indirectes avec les zones à Goniatites. Mais les Conodontes font défaut dans les faciès gréseux. Une zonation du sommet de l'étage sur la base des Foraminifères a été tentée dans le sommet de l'étage, mais les spores semblent fournir des indications plus satisfaisantes, principalement en ce qui concerne la limite supérieure de l'étage.

Au cours du Famennien, la tectogénèse se manifeste par un jeu de transgression et régression, et par un magmatisme, locaux et faibles avec, en particulier, épirogénèse (soulèvement) de la ride médio-allemande. Pour M. BEUGNIES, le Famennien représente une période de dépôts flychoïdes liée à cette phase de la tectogénèse hercynienne.

ASSEMBLEE GENERALE EXTRAORDINAIRE DU 1^{er} DECEMBRE 1971

PRÉSIDENCE DE MADEMOISELLE D. BRICE, PRÉSIDENTE

Le Conseil de la Société soumet de nouveau à l'Assemblée Générale extraordinaire la proposition d'augmentation des cotisations, des abonnements et des tarifs de librairie. Le nombre des votants est de 26 ; les suffrages exprimés donnent le résultat suivant :

Oui	21
Non	3

Les propositions du Conseil sont donc adoptées.

REUNION ORDINAIRE DU 1^{er} DECEMBRE 1971

PRÉSIDENCE DE MADEMOISELLE D. BRICE, PRÉSIDENTE

Conformément aux statuts, M^{lle} BRICE fait d'abord procéder au tour indicatif pour l'élection du Président et du premier Vice-Président pour l'année 1972.

Les résultats sont les suivants en ce qui concerne le Président 1972 :

M. G. SOULIEZ	19 voix
M. Y. GODFRIAUX	2 voix
M. A. BONTE	1 voix
M. P. DOLLÉ	1 voix
M. J. DERCOURT	1 voix

Pour le premier Vice-Président 1972 :

M. J. DERCOURT	14 voix
M. Y. GODFRIAUX	2 voix
M. P. CELET	2 voix
M. J.J. POLVÈCHE	1 voix
M. P. DEBRABANT	1 voix
M. P. CORSIN	1 voix

Mademoiselle BRICE demande ensuite l'élection des nouveaux membres. Sont donc élus :

- M. BRUNEEL Jean-Claude, Professeur, Résidence " Les Charmilles ", app^t 40, 59640 Petite-Synthe, présenté par MM. J.J. Fleury et F. Meilliez.
- M. DEGOUY Michel, Etudiant, 4, rue Jules Ferry, 62500 Saint-Omer, présenté par MM. J.J. Fleury et J. Didon.
- M. SERA André, Ingénieur en Bâtiment, 37, rue Oliva, 66000 Perpignan, présenté par M^{lle} D. Brice et M. J. Didon.
- M. PARIS Florentin, Assistant, 249, rue de Fougères, 35000 Rennes, présenté par MM. C. Babin et J.L. Henry.
- M. TRUFFAUT Alain, Etudiant, rue P. Hénin, 59500 Douai, présenté par MM. P. Dollé et J. Sommé.
- M. ROBILLARD Dominique, Etudiant, 6, rue Livrois, 62200 Boulogne-sur-Mer, présenté par MM. J. Dercourt et J. Terry.
- M. VAN WAMBEKE Charles, Ingénieur Technico-commercial, 131, rue J. Bouchy, 59650 Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. P. Dollé et E. Masson.
- M. AVIAS Jacques, Professeur à l'Université de Montpellier, 11, rue Abert, 34000 Montpellier, présenté par M^{lle} D. Brice et M. J. Didon.
- M. l'Abbé COURDENT, présenté par MM. P. Celet et Ch. Delattre.

Communication orale

- D. BRICE et P. MEATS. — Le genre *Ripidiorhynchus* (Rhynchonellida - Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais).

Le genre *Ripidiorhynchus* SARTENAER 1966 (Rhynchonellida-Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais-France)

par D. BRICE (*) et P. MEATS (*)
(Planche XXXVI)

Sommaire. — Trois espèces boulonnaises, appartenant au genre *Ripidiorhynchus* SARTENAER 1966, ont été trouvées dans le Dévonien de Ferques (le Frasnien essentiellement). L'une d'elles, *Ripidiorhynchus belliloci*, est nouvelle et se rencontre à la base des Schistes de Beaulieu ; la seconde, *Ripidiorhynchus barroisi* (RIGAUX 1908), est définie génériquement, c'est une espèce caractéristique des Schistes de Beaulieu (*pro parte* ?) ; des précisions sont données sur la troisième, *Ripidiorhynchus ferquensis* (GOSSELET 1887), espèce rare dans le Calcaire de Blacourt ou les Schistes de Beaulieu, commune dans le Calcaire de Ferques et qui se trouve encore au sommet des Schistes d'Hidrequent.

Summary. — Three species from the Boulonnais, referred to — *Ripidiorhynchus* SARTENAER 1966 genus —, have been found in the Devonian of Ferques (chiefly Frasnian). The first *Ripidiorhynchus belliloci*, newly defined, is present in the lower part of the "Schistes de Beaulieu" ; the second, "*Camarotoechia*" *barroisi* RIGAUX 1908, referred to *Ripidiorhynchus* genus, is specific of the "Schistes de Beaulieu" (*pro parte* ?) ; some accuracies are brought on the third *Ripidiorhynchus ferquensis* (GOSSELET 1887), rare in the "Calcaire de Blacourt" and the "Schistes de Beaulieu", commun in the "Calcaire de Ferques" and which is also met in the upper part of the "Schistes d'Hidrequent".

Les nouvelles données rassemblées dans la présente note sont le résultat de recherches entreprises sur quelques Rhynchonelles du Dévonien de Ferques à l'occasion de la préparation d'un D.E.A. en Paléontologie par l'un de nous (P.M.).

Le matériel qui a servi à cette étude provient, en majeure partie, des carrières de Ferques ou de localités situées dans le voisinage immédiat. Il comprend les récoltes de divers géologues, notamment celles de J. Gosselet et E. Rigaux, conservées au Musée Gosselet à Lille, les collections conservées à la Faculté Libre des Sciences de Lille, des spécimens qui ont été confiés pour étude à M^{lle} D. Brice par M. A. Beugnies et nos collections personnelles.

Nous remercions vivement les personnes qui nous ont aidé à rassembler le matériel d'étude : M. Delagneau, Conservateur aux Musées de Boulogne, Monsieur le Professeur P. Corsin, Conservateur au Musée Gosselet à Lille, M^{lle} J. Drot, chargée de recherches au C.N.R.S., au Muséum National d'Histoire naturelle à Paris et

(*) Laboratoire de Paléontologie, Faculté Libre des Sciences, Lille. Note déposée le 1^{er} Décembre 1971.

M. P. Morzadec, de l'Université de Rennes I. Grâce à leur extrême obligeance, nous avons eu toutes facilités pour accéder aux collections.

M^{lle} Brice est particulièrement reconnaissante envers M. P. Sartenaer, Chef du Département de Paléontologie à l'Institut Royal des Sciences naturelles à Bruxelles, d'avoir accepté de discuter avec elle du contenu de cette note et de lui avoir permis de comparer le nouveau taxon aux espèces russes les plus proches.

Nous exprimons notre plus vive gratitude à M^{lle} D. Le Maître et J. Drot, qui ont bien voulu relire cette communication et nous donner leurs suggestions.

✱

En 1966, Sartenaer fondait, pour les Rhynchonelles du Frasnien, le genre *Ripidiorhynchus* dont il donnait la diagnose suivante :

« Commissure frontale uniplissée. Relief de la région umbonale ventrale peu prononcé. Sinus profond, ayant, au front, une largeur variant

généralement entre 55 % et 65 % de celle de la coquille. Languette élevée. Bec ventral projeté vers l'arrière. Bourrelet généralement très élevé, à sommet convexe, rabattu à proximité du bord frontal. Plis simples, réguliers, bien marqués, débutant aux crochets. Plis pariétaux présents, souvent nombreux. Connectivum peu épais mais robuste, recouvrant un septalium court et profond ».

Il désignait comme espèce-type du genre : *Terebratulula livonica* VON BUCH 1834. Il incluait dans ce genre neuf espèces russes, dont quatre du Champ Dévonien Central (couches d'Eletz et de Zadonsk) et cinq du Champ Dévonien Principal (couches de Pskov, Tchoudovo et de Chelon), une espèce iranienne et une espèce française : *Rhynchonella ferquensis* GOSSELET 1887. Depuis lors, l'espèce iranienne et une espèce afghane : *Ripidiorhynchus kotalensis* BRICE 1971, ont été reconnues par l'un de nous (D.B.) en Afghanistan.

D'après Sartenaer, le genre *Ripidiorhynchus* se caractérisait encore par son extension limitée dans le temps (en l'occurrence le Frasnien), ce qui permettait à l'auteur de dégager d'intéressantes conclusions stratigraphiques.

Les recherches que nous avons entreprises dans le Dévonien de Ferques nous amènent, d'une part, à attribuer deux autres espèces à ce genre, une première : *Ripidiorhynchus barroisi* (RIGAUX), déjà brièvement décrite et figurée par l'auteur en 1908, et une seconde : *Ripidiorhynchus belliloci* n. sp., jamais encore signalée.

Les récentes récoltes nous conduisent, d'autre part, à augmenter l'extension stratigraphique du genre. Trois exemplaires de *Ripidiorhynchus ferquensis* ayant été trouvés par P. Meats, dans les bancs inférieurs du Calcaire de Blacourt et plusieurs autres, près du sommet des Schistes d'Hidrequent, nous devons admettre que le genre apparaît à Ferques dans le Givétien, qu'il se maintient dans tout le Frasnien avec un maximum de développement au Frasnien moyen.

Ripidiorhynchus barroisi (RIGAUX, 1908)

(Pl. XXXVI, fig. 5 à 12 ; fig.-texte 1 A, 2 a-c)

1908. *Camarotoechia barroisi* ; Rigaux, p. 23, Pl. I, fig. 11.

REMARQUE SUR LE NOM DE L'ESPÈCE.

En 1884, Oehlert décrivait une nouvelle espèce du Dévonien inférieur de La Baconnière (Bretagne) qu'il

nommait *Rhynchonella barroisi*. On peut regretter que Rigaux, en 1908, ait choisi le même nom d'espèce pour désigner une autre Rhynchonelle dévonienne trouvée à Ferques (Boulonnais). Toutefois, le risque de confusion entre ces deux espèces, n'appartenant pas au même genre, étant improbable, il n'y a pas lieu de modifier le nom de l'espèce boulonnaise.

PROBLÈMES POSÉS PAR LE CHOIX DU NÉOTYPE.

En créant l'espèce, en 1908, Rigaux n'a pas désigné de type, il a seulement figuré deux spécimens pour illustrer les variations de l'espèce. Ces spécimens figurés n'ayant pu être retrouvés à Boulogne ou à Lille, il nous a donc fallu choisir un Néotype. Bien qu'il existât six spécimens à Lille, déterminés "*Camarotoechia barroisi*" par Rigaux, qui en avait fait don au Musée Gosselet, le choix du Néotype s'est avéré très délicat pour plusieurs raisons. La première venait de la définition même de l'espèce. En effet, il y a une certaine contradiction entre les dimensions de l'espèce indiquées par Rigaux (p. 23), qui sont celles d'un spécimen de taille exceptionnellement petite, et celles des spécimens figurés (Pl. I, fig. 11), donnés sans grossissement, qui représentent, à notre avis, des individus de taille normale. La seconde difficulté vient du fait que les spécimens conservés au Musée Gosselet sont aussi de petite taille et sont peu typiques de l'espèce. La dernière vient du manque de précisions concernant la localité-type.

Nous avons résolu ces problèmes complexes en choisissant le Néotype dans la collection Rigaux, mais en lui adjoignant une collection d'Hypotypes.

NÉOTYPE :

Spécimen n° 9G, fig. 6a-e, Pl. XXXVI, provenant de l'assise de Beaulieu à Cambresèque. Collection Rigaux, Musée Gosselet à Lille.

HYPOTYPES :

Spécimens n°s 6G, 10G, figurés respectivement Pl. XXXVI, fig. 9a-c et 11a-d ;

Spécimens n°s 7G, 8G, 11G, provenant de la même assise, de la même localité et de la même collection que le Néotype.

HYPOTYPES :

Spécimens n°s 1, 12, 3, 4, 20, figurés respectivement Pl. XXXVI, fig. 5a-c, 7, 8a-c, 10a-d, 12a-b ;

Spécimens n°s 2, 5, provenant d'un niveau calcaire à *Cyrtospirifer supradisjunctus*, situé à 8 m environ de la base des Schistes de Beaulieu, carrière du Banc Noir à Ferques.

Tous les types sont conservés au Musée Gosselet à Lille. Des moulages des types sont gardés à la Faculté Libre des Sciences à Lille.

MATÉRIEL :

150 spécimens environ, dont 6 appartiennent au Musée Gosselet à Lille, 50 proviennent des collections de la Faculté Libre des Sciences, le reste constitué par nos collections personnelles.

GISEMENTS :

Carrières du Griset et du Banc Noir à Ferques ; Cambresèque, hameau situé au nord de Ferques (Coordonnées Lambert : x = 559,35, y = 348,6) - Boulonnais (France).

NIVEAU STRATIGRAPHIQUE :

Frasnien inférieur et moyen.

DIAGNOSE : « Coquille caractérisée par une grande diversité d'allure, de taille moyenne ou petite, à contour ovale ou subpentagonal, plus large que longue, médiocrement enflée et sensiblement équivalve. Bourrelet et sinus généralement larges, faibles et mal définis, débutant entre le tiers postérieur et la mi-longueur, ne prenant un certain développement que dans la moitié antérieure des valves. Epaisseur maximale de la coquille vers le tiers postérieur de la longueur, sommet au front ou près de ce dernier. Commissure frontale uniplissée, saillante comme les commissures latérales. Ornementation composée de plis bas, nombreux, séparés par d'étroits sillons, nets dès l'apex. Plis pariétaux presque toujours présents.

Lames dentales ventrales bien différenciées, dents robustes.

Septum dorsal large, supportant, sur une courte distance, un septalium, étroit et profond postérieurement, couvert antérieurement par un connectivum solide ».

CARACTÈRES EXTERNES.

Valve pédonculaire peu profonde, à contour subpentagonal ou elliptique, présentant son maximum de convexité dans la partie umbonale faiblement enflée. Crochet dégagé, un peu cambré, à peine courbé. Plaques deltidiales non observées. Interaera, étroite et déprimée, nettement limitée ventralement. Sinus peu profond, mal défini, à fond plat ou légèrement concave, commençant entre le tiers postérieur et la mi-longueur, relativement large ; au front, il s'étend sur plus de la moitié de la largeur totale. Languette basse, parfois insignifiante, trapézoïdale ou semi-elliptique, limitée par des commissures tranchantes généralement très peu indentées par les plis. Chez certains spécimens, la languette se curve en direction de la valve brachiale, chez d'autres, elle prolonge simplement le plan incliné du sinus. Flancs exceptionnellement déprimés, très souvent plano-convexes.

Valve brachiale plus régulièrement enflée que la valve pédonculaire et un peu plus profonde. Convexité maximale, dans le plan de symétrie, le long de la ligne médiane. Pour les deux-tiers environ des spécimens, sommet au front ou très près de ce dernier, pour l'autre tiers, sommet à la naissance du bourrelet, c'est-à-dire vers la mi-longueur. Crochet insignifiant. Bourrelet faible, à sommet arrondi, mal délimité latéralement, débutant vers le tiers postérieur de la longueur, mais uniquement marqué antérieurement. Vers l'avant, le bourrelet peut continuer de s'élever jusqu'au front, régulièrement mais faiblement, ou s'infléchir légèrement vers la valve pédonculaire, un peu au-delà de la mi-longueur.

	Néotype	Hypotypes									
	9G	1	2	3	4	5	12	20	6G	7G	8G
lvp	11	14	14,5	15	16,5	13	12	15	8	9	8,5
L	10	11,25	12	13,4	11,5	10,6	10,85	12	7,4	8	7,2
l	11,5	13,85	14,25	16,2	16,15	13	13,6	16,5	9,6	19	8,2
et	6,5	6,5	7,6	8,5	8,4	5,4	6,5	8,3	5	5,5	4,5
evp	2,5	2	3,1	3,5	4	2,4	3	2,2	2,3	2	2
evb	4	4,5	4,5	5	4,4	3	3,5	6,1	2,7	3,5	2,5
ae	95°	95°	100°	95°	?	110°	95°	110°	95°	95°	100°
L/l	0,86	0,81	0,84	0,82	0,71	0,81	0,79	0,76	0,77	0,80	0,87
et/l	0,56	0,46	0,53	0,52	0,52	0,41	0,47	0,50	0,52	0,55	0,54
et/L	0,65	0,57	0,63	0,63	0,73	0,50	0,59	0,69	0,67	0,68	0,62

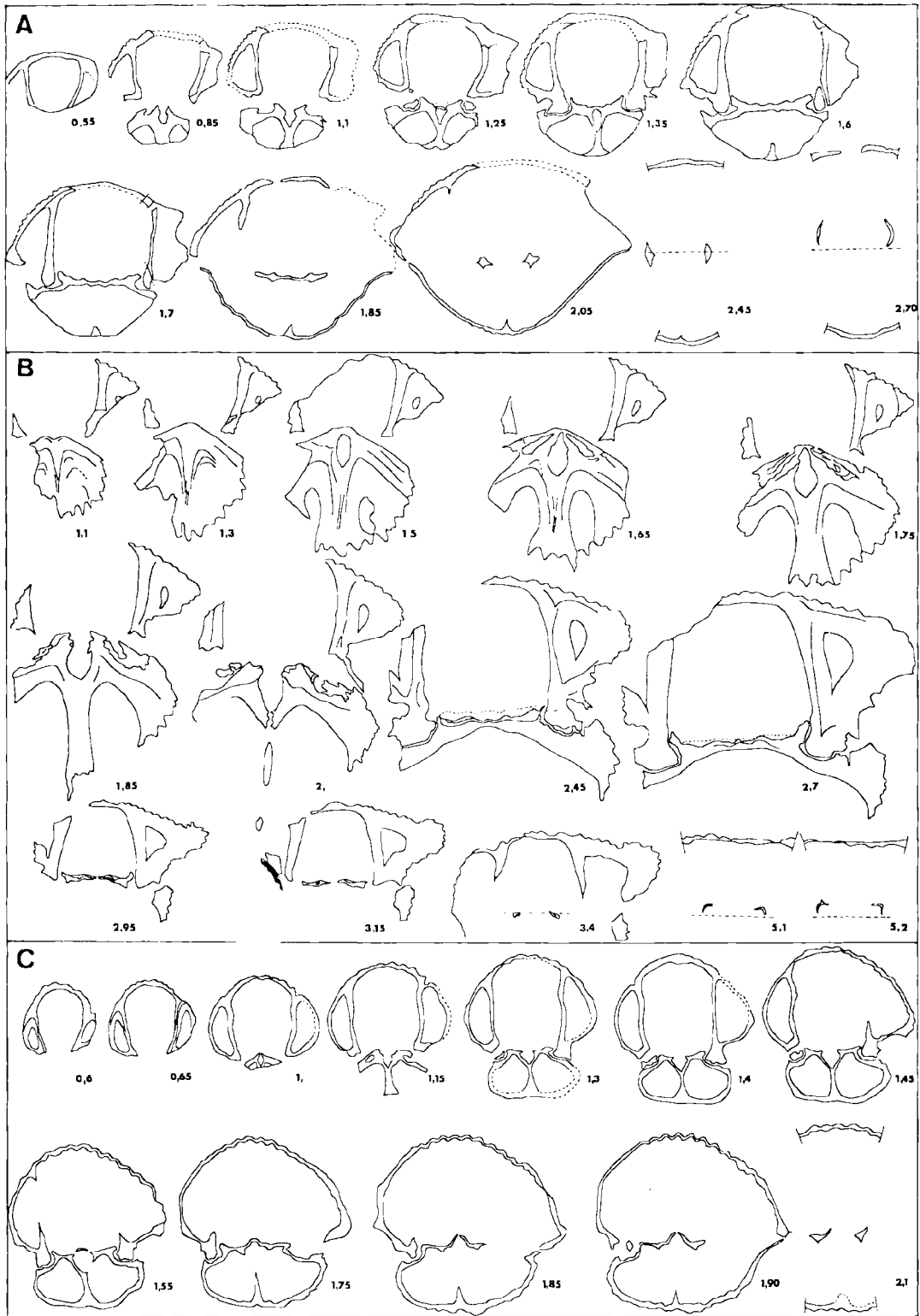


Fig. 1

ORNEMENTATION.

Les valves sont entièrement couvertes de plis nombreux, bas, nets dès le crochet, à sommet anguleux souvent très émoussés, séparés par des sillons étroits.

La formule des plis peut s'écrire :

$$\begin{array}{ccc} \text{pm } 5 \text{ à } 9 & \text{pp } 0 \text{ à } 3 & \text{pl } 12 \text{ à } 16 \\ \hline 4 \text{ à } 8 & 0 \text{ à } 3 & 13 \text{ à } 17 \end{array}$$

Chez quelques spécimens, à bourrelet et sinus obsolètes, les plis sont tous identiques et la distinction entre plis médians, pariétaux et latéraux s'avère délicate, voire même impossible à établir. Par contre, chez d'autres coquilles, à sinus et bourrelet généralement bien marqués, les plis médians sont peu nombreux et nettement plus larges que les pariétaux ou les latéraux.

CARACTÈRES INTERNES (fig. 1A).

Valve pédonculaire. En sections sériées, *R. barroisi* se caractérise par des lames dentales bien individualisées, divergentes postérieurement, devenant parallèles puis convergentes antérieurement, limitant une cavité apicale centrale largement ouverte, s'étendant sur les deux tiers environ de la largeur de la valve. Les dents sont fortes, les cavités umbonales latérales bien dessinées, plus ou moins comblées de callotest.

Valve brachiale. Elle montre un septum bas, épais. Postérieurement, le septum est creusé par un septalium étroit et profond, en amphore. Le septum ne soutient le septalium que sur une courte longueur. Antérieurement, le septalium se couvre rapidement au moyen d'un connectivum solide qui se prolonge bien au-delà du septalium. La couverture du septalium paraît parfois formée de plusieurs pièces, elle porte généralement une ride médiane. Les bords internes des cavités glénoïdes sont généralement très redressés et le pla-

teau cardinal subhorizontal. Les bases crurales sont solides, les cruras incurvés à leur extrémité distale.

La plupart des coquilles sont recristallisées au moins partiellement, de ce fait, les empreintes musculaires n'ont pu être dégagées que sur un seul spécimen. Elles sont courtes et pratiquement sans relief.

VARIATIONS (fig. 2a-c).

Entre coquilles adultes on observe de très larges variations. Ces dernières portent essentiellement sur l'ornementation : nombre des plis, largeur, distribution ; sur l'importance du sinus, du bourrelet ou de la languette. Toutefois, on trouve dans l'ensemble des coquilles, des formes intermédiaires qui permettent de passer très progressivement aux formes extrêmes. Les diagrammes (fig. 2a-c) montrent l'homogénéité de cette espèce et ne permettent pas de séparer plusieurs formes.

Chez les jeunes coquilles, la distinction entre plis médians, pariétaux et latéraux est souvent impossible, bourrelet et sinus ne sont généralement pas encore différenciés.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES.

L'ensemble des caractères de *R. barroisi*, tant externes qu'internes, permet de rattacher sans aucun doute cette espèce au genre *Ripidiorhynchus* tel qu'il a été défini par Sartenaer en 1966. C'est aussi l'avis de l'auteur du genre (communication orale).

Du point de vue spécifique, on remarquera que les principaux traits externes de *R. barroisi* ont été brièvement dégagés par Rigaux, dès 1908. Toutefois, on notera que les dimensions qui accompagnent la description (p. 23) sont celles de formes dont la taille est inférieure à la moyenne générale, alors que les dimensions des spécimens figurés sont très semblables à celles que nous donnons

FIG. 1. — Sections sériées transverses dessinées à la chambre claire. Les distances en millimètres sont mesurées depuis l'umbo ventral.

- A : *Ripidiorhynchus barroisi* (RIGAUX 1908). B6, Ferques, Carrière du Banc Noir, base des Schistes de Beaulieu, zone à *Cyrtospirifer supradisjunctus*, Frasnien moyen. (Gr. = 3 environ).
- B : *Ripidiorhynchus belliloci* n. sp. Spécimen n° 2, Ferques, Carrière du Banc Noir, base des Schistes de Beaulieu, zone à *Cyrtospirifer supradisjunctus*, base du Frasnien moyen. (Gr. = 3 environ, sauf les 5 dernières sections qui sont Gr. = 1,5 environ).
- C : *Ripidiorhynchus ferquensis* (GOSSELET 1887). B5, Ferques, Carrière La Parisienne, Calcaire de Ferques, Frasnien moyen. (Gr. = 3 environ).

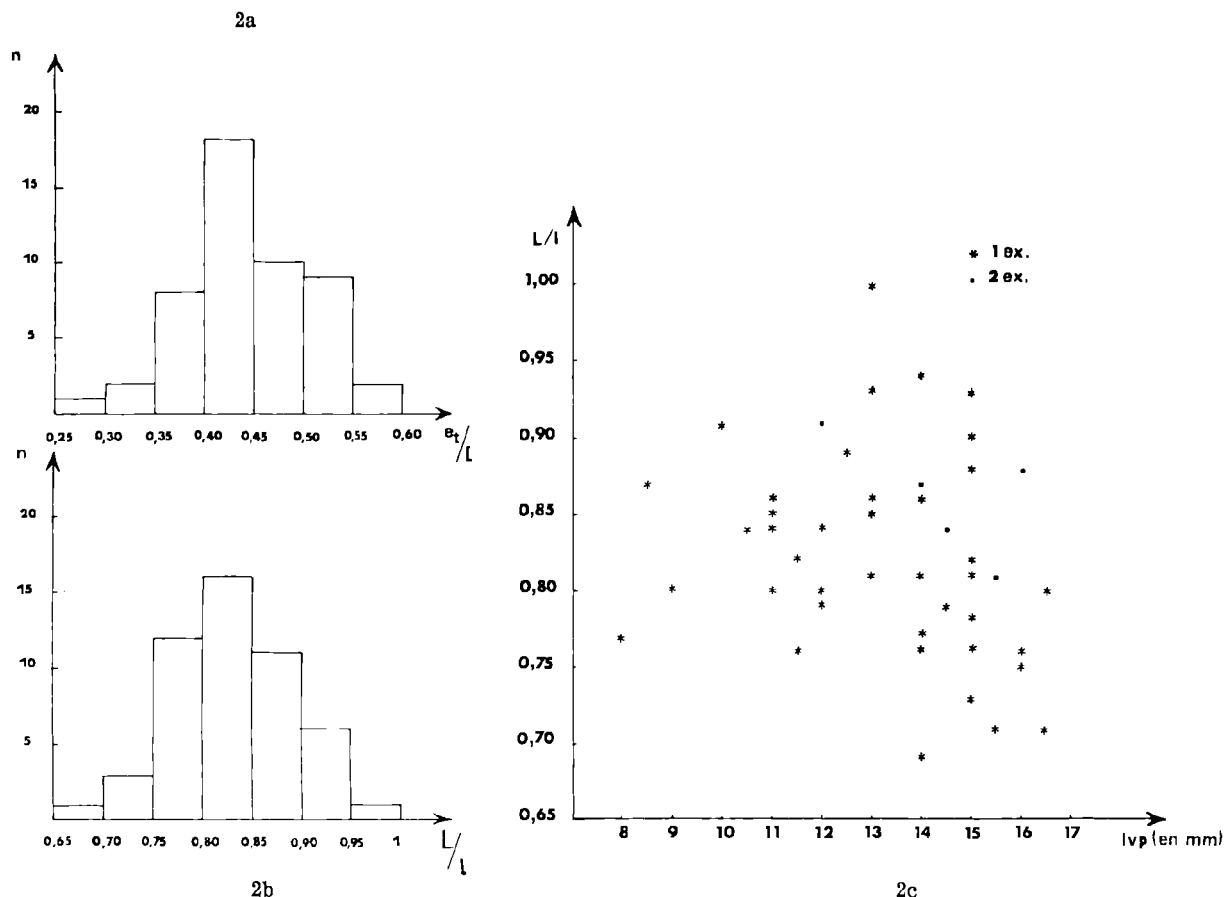


FIG. 2. — Graphiques montrant la distribution des coquilles en fonction de certains rapports significatifs.
 2a : du rapport épaisseur totale/largeur (et/l).
 2b : du rapport Longueur/largeur (L/l) ; intervalle des classes : 0,05.
 2c : variation du rapport L/l en fonction de la longueur de la valve pédonculaire déroulée (lvp).

ci-devant, les spécimens conservés au Musée Gosselet sont également de petite taille.

L'allure générale de *R. barroisi* est très semblable à celle d'une espèce russe, commune à la base des couches de Chelon, *R. bifera* (WENJUKOFF 1886 et non PHILLIPS 1841). L'espèce boulonnaise ne diffère de cette dernière que par ses plis moins nombreux et moins fins, sa forme elliptique ou pentagonale non quadrangulaire ou arrondie comme celle de *R. bifera*.

R. černosemica (NALIVKIN 1934) a des rapports plus lointains avec *R. barroisi* par ses plis fins, bas et nombreux, sa forme relativement aplatie. Cette autre espèce russe se différencie facilement par sa plus grande taille, son angle d'épaules moins ouvert, son sinus plus étroit.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE.

Jusqu'à ce jour, *R. barroisi* n'a été trouvé que dans le Boulonnais, essentiellement dans les carrières du Banc Noir et du Griset à Ferques. Cette espèce est commune à la base des Schistes de Beaulieu, surtout dans la zone à *Cyrtospirifer supradisjunctus*. Elle devient rare en montant dans l'assise et n'a pas été récoltée dans les niveaux supérieurs. Toutefois, un spécimen aurait été trouvé par I. Devos au sommet de l'assise. Elle a été signalée comme fort rare, à la partie supérieure du Calcaire de Blacourt. I. Devos et nous-mêmes en avons collecté quelques spécimens dans le banc à Murchisonies.

Plusieurs auteurs, dont D. Le Maître et I. Devos (1961 a, b), puis A. Bonte (1969) et P. Wallace

(1969 a), considèrent le banc à Murchisonies comme la zone de passage du Givétien au Frasnien. Les calcaires noirs en plaquettes et les marnes qui surmontent le banc à Murchisonies sont du Frasnien inférieur daté par leur faune, d'après D. Le Maître et I. Devos (1961 b), et le niveau à *Cyrtospirifer supradisjunctus* appartient à la base du Frasnien moyen d'après ces mêmes auteurs.

Les remarques précédentes nous permettent de conclure que *R. barroisi* se rencontre dans le Frasnien inférieur et la base du Frasnien moyen où il est particulièrement abondant. L'espèce apparaît-elle au sommet du Givétien (?) C'est une question encore non résolue. Le fait que Rigaux signale quelques rares spécimens dans la partie supérieure du Calcaire de Blacourt ne résoud pas la question puisqu'il ne donne pas la position précise des spécimens récoltés.

Ripidiorhynchus belliloci nov. sp.

(Pl. XXXVI, fig. 1 à 4 ; fig.-texte 1 B)

DERIVATIO NOMINIS :

De Beaulieu, nom de la localité, latinisé par euphonie.

LOCUS TYPICUS :

Carrière du Banc Noir, Massif de Ferques (Boulonnais).

STRATUM TYPICUM :

Bancs calcaires intercalés à la base des Schistes de Beaulieu, 4 à 5 mètres au-dessus du contact calcaire du Banc Noir - Schistes de Beaulieu.

TYPES :

Ils proviennent tous de la couche-type, carrière du Banc Noir à Ferques.

Holotype n° 9, Pl. XXXVI, fig. 1a-e.

Paratype A n° 6, Pl. XXXVI, fig. 3a-e.

Paratype B n° 7, Pl. XXXVI, fig. 2a-e.

Paratype C n° 1, Pl. XXXVI, fig. 4a-e.

Paratypes D n° 3, E n° 4, F n° 5, G n° 8, H n° 10.

Les types et les moulages des spécimens usés sont conservés dans les collections de la Faculté Libre des Sciences à Lille.

MATÉRIEL.

Une quarantaine de spécimens, dont 11 sont entiers, récoltés par D. Brice, P. et J.L. Meats (été 1971).

GISEMENT.

Carrière du Banc Noir, base des Schistes de Beaulieu, Massif de Ferques, Boulonnais.

NIVEAU STRATIGRAPHIQUE.

Zone à *Cyrtospirifer supradisjunctus* (Frasnien moyen).

DIAGNOSE : « Coquille plutôt grande, fortement inéquivalve, presque aussi longue que large. Sinus profond, bourrelet extrêmement élevé, caréné, l'un et l'autre commençant près des crochets. Languette très développée. Hauteur maximale au front ou très près de ce dernier, plus grande largeur antérieurement. Valves entièrement plissées, présentant généralement plusieurs plis pariétaux pouvant s'effacer avant d'atteindre les commissures. Bords du sinus et du bourrelet très élevés.

Commissure frontale uniplissée et tranchante.

Lames dentales individualisées, cavités umbonales ventrales étroites, plus ou moins entièrement comblées de callotest. Septum dorsal creusé par un septalium assez profond postérieurement, ce dernier est rapidement couvert par un connectivum qui se prolonge antérieurement, bien au delà du septalium ».

CARACTÈRES EXTERNES.

Valve pédonculaire peu profonde, à contour subtriangulaire, profondément creusée en auge par un large et important sinus qui débute en avant mais très près de la région umbonale. Au front, le sinus s'étend sur près des trois quarts de la largeur et atteint 2,5 à 3,5 mm de profondeur. Crochet petit, courbé, dégagé, non tronqué par un foramen. La plupart des spécimens ont l'extrémité du crochet cassée, la cassure simule un foramen. Interarea étroite, déprimée, assez mal limitée. Ligne cardinale courte et sinueuse. Plaques deltidiales développées, uniquement observées en sections sériées. Flancs étroits, plats ou déprimés près du crochet, faiblement convexes antérieurement. Commissures latérales planes ou convexes, indentées par l'arrivée des plis. Languette ogivale, haute, étroite au sommet, à fond convexe, redressée à la verticale ou repliée à angle aigu en direction de la valve brachiale.

Valve brachiale très profonde, carénée médialement, s'élevant presque verticalement dès l'umbo puis s'infléchissant légèrement et régulièrement en direction de la commissure frontale. Hauteur maximale de la valve au front ou très près de ce dernier. Bourrelet étroit à sommet arrondi, com-

mençant près de l'umbo, très élevé au front. Flancs abrupts, relativement peu enflés.

ORNEMENTATION.

Valves couvertes de plis en toit, simples, nets mais bas près des crochets, relativement hauts et à sommet anguleux près des commissures. Plis médians très accentués antérieurement. Les plis latéraux dorsaux sont d'autant plus asymétriques et courbes qu'ils sont plus voisins du bourrelet.

DIMENSIONS DES TYPES (en mm).

	Holotype	Paratypes figurés			Paratypes non figurés				
		9	A6	B7	C1	D3	E4	F5	G8
Lvv	24	19	21	30	21	23	26	22	22
L	22	19	20	26	20	22	25	20	20
l	23	22	25	28,7	24,6	28	28	20,5	23
et	26	20	22	31,3	23,8	27	29	20	22
evp	5	3	4	8	4,5	5	6	5	4
evb	21	17	18	23,3	19,3	22	23	15	18
ae	100	105 ?	100	100	100	?	120	?	100
L/l	0,95	0,86	0,8	0,93	0,81	0,78	0,89	0,97	0,86
e/l	1,13	0,90	0,88	1,09	0,96	0,96	1,03	0,97	0,95
e/L	1,18	1,05	1,1	1,2	1,19	1,22	1,16	1	1,1

CARACTÈRES INTERNES.

Ils ont été étudiés par la méthode des usures sériées.

Valve pédonculaire caractérisée par des lames dentales robustes nettement individualisées, divergentes postérieurement, devenant ensuite sub parallèles, puis faiblement convergentes antérieurement. Ces lames dentales limitent une cavité apicale centrale largement ouverte, spacieuse relativement à l'étroitesse des cavités umbonales latérales, souvent partiellement comblées de callotest. Dents fortes. Présence de denticula.

Valve brachiale épaissie postérieurement, montrant en section un septum court et large. Septalium et connectivum bien différenciés mais relativement variables. Postérieurement, le septalium est profond et sa forme rappelle celle d'une amphore. Antérieurement, cette forme évolue plus

ou moins rapidement pour devenir cupuliforme. Un connectivum peu ou très épais, réunit les bords du septalium et se maintient sur une grande longueur, bien au-delà de la disparition du septum. Les bords internes des cavités glénoïdes sont généralement très redressés, les bases crurales relativement frêles, les cruras courts et incurvés à leur partie distale.

Les empreintes musculaires n'ont pu être dégagées sur aucun spécimen.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES.

Cette nouvelle espèce boulonnaise appartient, à notre avis, au genre *Ripidiorhynchus*. Au point de vue externe, elle en a les caractères principaux : crochet ventral cambré, bourrelet généralement élevé, à sommet convexe, rabattu à proximité du bord frontal. Sinus profond et large. Plis simples réguliers, bien marqués dès les crochets.

FORMULE DES PLIS.

pm 4 à 6	pp 3 - 4	pl 9 à 13
3 à 5	3 - 4	8 à 12

Plis pariétaux présents. Les seules différences concernent : la largeur du sinus, un peu plus grande que celle définie par l'auteur du genre, et l'absence de relief dans la région umbonale.

Les caractères internes correspondent, avec quelques variations, à ceux du genre ; on retrouve le connectivum robuste, le septum épais soutenant le septalium sur une courte longueur, les bords internes des cavités glénoïdes très redressés. La forme du septalium n'est pas aussi constante que chez d'autres espèces du genre et les cavités umbonales latérales ventrales sont relativement peu ouvertes comparativement à celles de l'espèce-type *R. livonica*.

R. belliloci est proche de *R. pskovensis* (NALIVKIN 1941), espèce commune des couches de Pskov (Champ Dévonien Principal d'U.R.S.S.). Ces deux espèces ont sensiblement même allure, même profondeur de sinus et même importance de bourrelet. *R. belliloci* n'en diffère extérieurement que par sa taille un peu plus grande, le nombre moins élevé de ses plis, son contour moins élargi transversalement. Les caractères internes de l'espèce russe ne sont pas connus.

Certains spécimens gérontiques de *R. kotalensis* BRICE rappellent aussi *R. belliloci* par quelques caractères externes : grande taille, importance du sinus et du bourrelet et par certains caractères internes : cavités umbonales latérales ventrales réduites et connectivum épais. Toutefois, l'ensemble des coquilles adultes montre de nettes différences, notamment dans la forme et l'importance du sinus et du bourrelet.

R. livonica (VON BUCH 1834), espèce-type du genre, présente quelques ressemblances avec *R. belliloci*, toutefois la taille de cette dernière est généralement plus grande, le rapport des dimensions très différent, le sinus relativement plus large et le nombre de plis plus élevé. Les cavités umbonales sont aussi plus réduites et la couverture du septalium plus robuste.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE.

R. belliloci n'a été trouvé que dans le Boulonnais (Massif de Ferques) dans la seule carrière du Banc Noir à la base des Schistes de Beaulieu, dans les niveaux calcaires situés à 4 ou 5 m de la base de l'assise. L'espèce a été rencontrée dans la zone à *Cyrtospirifer supradisjunctus* appartenant à la base du Frasnien moyen.

Ripidiorhynchus ferquensis (GOSSELET, 1887)

(Pl. XXXVI, fig. 13-14 ; fig.-texte 1 C)

1877. *Rhynchonella boloniensis* ; Gosselet, Pl. III, fig. 1a-d.
1877. *Rhynchonella boloniensis* ; Gosselet, p. 264-265.
1880. *Rhynchonella boloniensis* ; Gosselet, Pl. IV, fig. 8.
1887. *Rhynchonella ferquensis* ; Gosselet, p. 199-202, Pl. I, fig. 1-9.
1888. *Rhynchonella ferquensis* ; Gosselet, p. 450, 459, 493, 518, 529, 532.
1908. *Camarotoechia ferquensis* GOSSELET ; Rigaux, p. 23.
1929. *Camarotoechia ferquensis* GOSSELET ; Müller, p. 256, Pl. I, fig. 6.
1940. *Camarotoechia ferquensis* GOSSELET ; Maillieux, p. 26, 30, 33, 34, 35, 40, 43.
1941. *Camarotoechia ferquensis* GOSSELET ; Maillieux, p. 8.
1952. *Camarotoechia ferquensis* GOSSELET ; Le Maître, p. 329.
1966. *Ripidiorhynchus ferquensis* (GOSSELET) ; Sartenaer, p. 4, 12.
1969. *Rhynchonella ferquensis* GOSSELET ; Bonte, p. 26.
1971. *Ripidiorhynchus ferquensis* (GOSSELET) ; Brice, p. 46.

Lorsqu'en 1887, Gosselet nommait et définissait cette nouvelle espèce, il ne désignait pas de type. Il importe donc que nous en choisissons un de la collection-type conservée au Musée Gosselet à Lille. Etant donné le nom de l'espèce, nous avons retenu, pour Lectotype, un spécimen de Ferques, de préférence aux spécimens ardennais du Massif d'Hestrud.

LECTOTYPE.

Spécimen n° 2 de Ferques (p. 201, in Gosselet, 1887), Pl. XXXVI, fig. 13 a-b.

Ce spécimen est de très grande taille, comparative-ment à ceux qu'on trouve habituellement dans le Calcaire de Ferques où l'espèce est très commune.

PARALECTOTYPES.

Spécimen n° 1 d'Hestrud (p. 200, Pl. I, fig. 1 a, b, c, d, in Gosselet, 1887).

Spécimen n° 3 d'Hestrud (p. 201, Pl. I, fig. 3 a, b, d, in Gosselet 1887).

Spécimen n° 4 de Ferques (p. 201, Pl. I, fig. 2 d, in Gosselet 1887).

Spécimen n° 5 d'Hestrud (p. 201, Pl. I, fig. 4 d, in Gosselet 1887).

Spécimen n° 8 de Ferques (p. 202, Pl. I, fig. 5 a, b, c, d, in Gosselet 1887).

Les spécimens n° 6 et 7 de la collection-type de Gosselet n'ont pu être retrouvés à Lille. Quant au n° 9,

nous n'avons pu l'examiner ; d'après les figurations, il se peut que ce spécimen n'appartienne pas à la même espèce.

A la collection-type, nous avons ajouté huit Topotypes numérotés de 9 à 16, choisis parmi les formes les plus communes provenant de la base du Calcaire de Ferques (carrière de la Parisienne) à Ferques.

MATÉRIEL.

250 spécimens environ, comprenant 37 spécimens de la collection Gosselet à Lille, 60 spécimens des collections de la Faculté Libre des Sciences et nos collections personnelles.

GISEMENTS.

Ferques (Boulonnais), carrières de la Parisienne, du Bois, du Griset et du Banc Noir.

Ardenne : Hestrud, Hautmont, Cerfontaine, Horrues.

NIVEAU STRATIGRAPHIQUE.

Givétien (sup. ?), Frasnien.

DIMENSIONS DE QUELQUES SPÉCIMENS (en mm.).

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
L	10,5	9,2	9,5	7,3	10,2	9	9,3	9,5	11	
l	12,3	12	10,5	8,5	13	13,3	11	11,5	14	
E	10	6,4	5,5	6	9	10,5	12	7	9,2	
l/L	1,17	1,32	1,21	1,16	1,27	1,47	1,18	1,21	1,27	
E/L	0,95	0,70	0,57	0,82	0,88	1,16	1,29	0,73	0,83	
ae	95	95	95	95	95	95	95	95	95	
	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28
L	11,5	10,8	9,6	8	9,5	10,2	8,7	8	8,2	8
l	12,2	12,5	10	11	10,3	14	11,3	10,3	10,3	10,3
E	6	8,5	6,5	7,5	9,2	6	6	7,5	8	8
l/L	1,06	1,15	1	1,37	1,07	1,37	1,29	1,28	1,28	1,28
E/L	0,52	0,78	0,67	0,93	0,75	0,58	0,69	0,92	1	1
ae	95	95	95	95	95	100 ?	95	95	95	95

On remarquera aussi que le rapport largeur/longueur varie largement, bien que l'ensemble des coquilles reste plus large que long. De même, le rapport épaisseur/longueur varie fortement ; des coquilles aplaties ou déprimées voisinent avec d'autres très enflées, des spécimens à languettes très repliées se rencontrent avec d'autres où la languette prolonge simplement le plan incliné du sinus.

CARACTÈRES EXTERNES.

Les caractères externes de *R. ferquensis* ont été décrits, en 1877 et 1887, par Gosselet. Il n'y a certes pas lieu de les reprendre. Il nous suffira d'insister sur quelques variations fréquentes que nous avons pu observer sur le matériel de Ferques.

Parmi les quelque 250 spécimens que nous avons pu étudier, nous avons constaté d'importantes variations de taille, notamment des réductions chez la plupart des coquilles récoltées à la base du Calcaire de Ferques. Les exemplaires atteignant la grandeur des types (n^{os} 1, 2, 3, 4, in Gosselet 1887, p. 200-201) sont rares à ce niveau. Il faut préciser que la réduction de taille n'atteint pas seulement les Rhynchonelles, mais l'ensemble des Brachiopodes qui leur sont associés. Les dimensions sont généralement celles mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Du point de vue ornementation, les variations portent surtout sur la présence ou l'absence des plis pariétaux, sur le nombre des plis latéraux

qui peut varier de $\frac{4}{5}$ à $\frac{10}{11}$. Le nombre des plis

médians est relativement constant, bien qu'on observe quelques rares exceptions : 3/2 ou 5/4.

CARACTÈRES INTERNES.

En sections sèriées, les lames dentales apparaissent nettement individualisées, divergentes postérieurement, devenant subparallèles antérieurement, leur épaisseur est comparable à celle du test. Cavité apicale centrale ouverte, sans callost, représentant les deux tiers environ de la largeur de la valve au niveau de la section considérée. Cavités umbonales latérales réniformes, parfois obstruées postérieurement. Dents larges, robustes. Denticula peu développés.

Valve brachiale. Septum bien différencié. Septalium en amphore, postérieurement étroit et pro-

fond, plus élargi antérieurement. Connectivum net, mais peu épais, soulevé en forme de voûte, apparaissant formé de deux pièces dans certaines sections. Cavités glénoïdes peu profondes. Crêtes internes de ces cavités nettement surélevées par rapport au plateau cardinal plat ou légèrement concave. Bases crurales frêles. En section, les cruras sont arqués, en forme de croissant, leur concavité est tournée vers le centre de la valve.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES.

Si l'on compare *R. ferquensis* aux deux espèces précédemment définies, on remarque les différences suivantes consignées dans le tableau ci-après.

CARACTÈRES EXTERNES :	<i>R. ferquensis</i>	<i>R. barroisi</i>	<i>R. belliloci</i>
Taille	Petite, rarement grande à Ferques	Petite à moyenne	Grande
Convexité	Variable, souvent forte	Faible, coquilles aplaties ou déprimées	Très forte, au moins pour la valve brachiale
Bourrelet et sinus	Bien individualisés, moyennement à très marqués	Mal définis, très variables, parfois obsolètes	Bourrelet très élevé, caréné; sinus profond
Langnette	Assez haute, souvent trapézoïdale; repliée ou dans le prolongement du sinus	Très variable, basse ou moyennement élevée	Très haute, ogivale, repliée vers la valve brachiale
Formule des plis	4 0-1 4 à 10 3 0-1 5 à 11	5 à 9 0 à 3 12 à 16 4 à 8 0 à 3 13 à 17	4 à 6 3-4 9 à 13 3 à 5 3-4 8 à 12
CARACTÈRES INTERNES : Cavités umbonales latérales ventrales	Bien dessinées, réniformes, souvent bien ouvertes	Étroites, partiellement comblées	Très réduites, parfois entièrement obturées
Septalium	En amphore, étroit et profond postérieurement	En amphore, étroit et profond	Forme variable, en amphore, puis cupuliforme
Connectivum	Net, mais frêle	Robuste	Variable, parfois très épais

R. elburzensis (GAETANI 1965) est sans aucun doute l'espèce la plus proche de *R. ferquensis*. Cette espèce iranienne n'en diffère que par sa moins grande variabilité, son angle d'épaules moins ouvert, ses plis latéraux moins nombreux.

Certaines formes jeunes de *R. livonica* (VON BUCH 1834) pourraient aisément se confondre avec des adultes de *R. ferquensis*. Chez les adultes des deux espèces la confusion n'est plus possible, *R. livonica* étant de plus grande taille et présentant des sinus et bourrelet très marqués. Le nombre et la disposition des plis sont aussi d'autres

caractères distinctifs.

Il importe de différencier *Rhynchonella boloniensis* D'ORBIGNY 1850, de *R. ferquensis* avec laquelle elle a été longtemps confondue.

Rh. boloniensis est une espèce mal connue, sans doute parce qu'elle ne fut décrite et figurée qu'en 1884 par Oelhart, mais surtout parce que cette forme est rare dans le Boulonnais.

Nous avons pu comparer *R. ferquensis* à l'unique spécimen de la collection-type de *R. boloniensis* et remarquer les différences suivantes : *R. bolo-*

niensis est de plus grande taille, plus nettement équivalve, ses plis sont plus nombreux et plus bas, ses sinus et bourrelet assez mal définis, son interarea ventrale mieux limitée. Ses caractères sont certainement plus proches de ceux de *R. barroisi* que de ceux de *R. ferquensis*.

Rh. boloniensis reste et restera peu connue et difficile à identifier tant qu'elle ne sera représentée que par l'unique spécimen figuré [Oelhart, 1884, (types du Prodrome)]. Malgré nos recherches, nous n'avons pu retrouver que des spécimens douteux pouvant être rattachés à cette espèce.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE.

R. ferquensis est très commune dans le Boulonnais, au niveau du Calcaire de Ferques (Frasnien moyen). Nous l'y avons récoltée abondamment, à Ferques, dans les carrières du Bois et de la Parisienne. Elle est peu commune dans les Schistes d'Hidrequent, mais on la rencontre encore à quelques mètres du sommet de la formation. Quelques très rares spécimens ont été signalés dans les assises inférieures : Schistes de Beaulieu et Calcaire de Blacourt. Nous n'avons récolté aucun exemplaire dans les schistes de Beaulieu, par contre, P. Meats a trouvé trois Rhynchonelles, que nous rapportons à *R. ferquensis*, à la base du Calcaire de Blacourt dont l'âge est Givétien. Robinson (1920), se basant sur la faune décrite par Rigaux (1878), attribue un âge Givétien supérieur au Calcaire de Blacourt. C'est aussi l'opinion de Serre et Lys (1961), qui en ont étudié les Conodontes, et celle de D. Le Maître et I. Devos, qui ont examiné les Brachiopodes.

A. Bonte (1969) suggère une interprétation différente. En se basant sur l'examen des faciès et sur la présence de *Sp. mediotectus*, signalée par Magne, à 20 m de la base de formation, il compare les trois subdivisions du Calcaire de Blacourt aux trois assises du Givétien à Givet.

Quelle que soit l'interprétation adoptée, la découverte de *R. ferquensis* dans le Calcaire de Blacourt indique que l'espèce apparaît à Ferques au Givétien. Elle atteint son apogée au Frasnien moyen, dans le Calcaire de Ferques, et se maintient dans le Frasnien moyen à supérieur (Schistes d'Hidrequent à *Manticoceras intumescens*).

R. ferquensis est aussi caractéristique du Frasnien en Ardenne. L'espèce se rencontre dans les calcaires schisteux noirs bien stratifiés du Bassin de Namur ou du littoral nord du Bassin de Dinant, dans la bande de Ferrières, dans les bandes de Cousolre et d'Hestrud, en dehors des calcaires construits, d'après Gosselet. On la trouve aussi sur le littoral sud du Bassin de Dinant.

Müller (1929) l'aurait trouvée dans le Frasnien de la Sierra Morena en Espagne. Il est difficile, à partir de ses figurations, de dire s'il s'agit de la même espèce. D. Le Maître (1952) a décrit une forme très voisine dans l'Adrar mauritanien.

En conclusion, trois espèces boulonnaises, dont une nouvelle, appartiennent au genre *Ripidiorhynchus* SARTENAER 1966. La répartition stratigraphique de ces espèces dans le Dévonien de Ferques, résumée dans le tableau ci-après, confirme l'importance du genre pour la datation des dépôts frasnien et indique son apparition timide au Givétien.

	<i>R. barroisi</i>	<i>R. belliloci</i>	<i>R. ferquensis</i>
Grès de Sainte-Godeleine (Famennien)	↓	↓	↓
Schistes d'Hidrequent (Frasnien moyen à sup.)			
Calcaire de Ferques (Frasnien moyen)			
Schistes de Beaulieu (Frasnien inf. et moyen)	?		- - -
Calcaire de Blacourt [Givétien (sup. ?)]	?		- - -

Tableau de répartition stratigraphique des espèces appartenant au genre *Ripidiorhynchus* dans le Dévonien de Ferques

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BONTE A. (1969). — Le Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, p. 23-46, 2 fig.
- 2) BRICE D. (1971). — Etude paléontologique et stratigraphique du Dévonien de l'Afghanistan. *Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient*, t. XI, 364 p., 20 pl., 65 fig., 5 tabl.
- 3) BUCH L. VON (1934). — Über Terebrateln mit einem Versuch, sie zu classifiren und zu beschreiben, *Abh. Kön. Ak. Wiss.*, Berlin.
- 4) CORSIN P. (1928). — Découverte d'une Goniatite dans les schistes rouges de Piennes (Boulonnais). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LIII, p. 283-286, 2 fig.
- 5) DEVOS I. (1962). — Contribution à l'étude du Givétien et du Frasnien du Boulonnais. *Dipl. Et. Sup.*, Lille (inédit).
- 6) GAETANI M. (1965). — Brachiopods and Molluscs from Geirud Formation, Member A (Upper Devonian and Tournaisian). *Riv. Ital. Palaeont.*, v. 71, n. 3, p. 679-770, Pl. 68-75.
- 7) GOSSELET J. (1877). — Note sur le Famennien. Quelques documents pour l'étude des schistes de Famenne. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. IV, p. 303-320.
- 8) GOSSELET J. (1880). — Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. 1^{er} fasc. : Terrains primaires, 167 p., Pl. I-VII, IA-IV A, I B-IX B, Lille.
- 9) GOSSELET J. (1887). — Note sur quelques rhynchonelles du terrain dévonien supérieur. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XIV, p. 188-221, Pl. I-III.
- 10) GOSSELET J. (1888). — L'Ardenne. *Mém. Carte géol. France*, 889 p., 26 pl., 244 fig.
- 11) LE MAÎTRE D. (1952). — Contribution à l'étude des faunes paléozoïques de l'Adrar Mauritanien (Sahara occidental). *Bull. Dir. Mines A.O.F.*, n° 15, t. II, p. 300-354, Pls. A et B, Pl. I-VI, 2 dépl.
- 12) LE MAÎTRE D. et DEVOS I. (1961a). — Observations nouvelles sur le Dévonien du Massif de Ferques (Boulonnais). *C.R. Ac. Sc.*, t. 252, p. 761-763.
- 13) LE MAÎTRE D. et DEVOS I. (1961b). — Le Dévonien de la carrière du Banc Noir (Massif de Ferques, Boulonnais). Note préliminaire. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXI, p. 63-64.
- 14) MAGNE F. (1964). — Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du Bassin de Namur (Belgique). *Thèse* 3^{me} cycle, Paris (inédit).
- 15) MAILLIEUX E. (1940). — Contribution à la connaissance du Frasnien moyen (Assise de Frasnes) de la Belgique. *Bull. Inst. Royal Sc. Nat. Belgique*, t. XVI, n° 14, 44 p.
- 16) MAILLIEUX E. (1941). — Répartition des Brachiopodes dans le Dévonien de l'Ardenne. *Bull. Inst. Royal Sc. Nat. Belgique*, t. XVII, n° 30, p. 1-14.
- 17) MÜLLER W. (1929). — Die Fauna der Frasnes-stufe bei Almaden (Sierra Morena, Spanien). *Abh. senckenbert. naturforsch. Gessellschaft.*, Bd 41, Lief 5, p. 243-282, Pl. I-IV.
- 18) NALIVKIN D.V. (1934). — in MARKOWSKI B. et NALIVKIN D.V. (En russe). — The Zadonsk and the Eletz beds. *Trudy Glav. Geol. - Hydro. - Geodezitscheskogo Oupravleniia, N.K.T.P.*, vyp. 313, p. 1-55, rés. anglais p. 34-35, 9 pl.
- 19) NALIVKIN D.V. (1941). — (En russe). Brachiopods of the Main Devonian Field in Fauna of the Main Devonian Field. *Pal. Inst. U.S.S.R. Acad. Sci.*, Moscou, p. 139-226, rés. anglais p. 195-220, 8 pl.
- 20) OEHLERT D. (1884). — Etude sur quelques Brachiopodes dévoniens. *B. Soc. géol. Fr.*, 3^{me} sér., t. XII, p. 411-441, Pl. XVIII-XXII.
- 21) PHILLIPS J. (1841). — Figures and description of the Paleozoic Fossils of Cornwall, Devon and West Somerset. *Mem. geol. Surv. Great-Britain*, XII + 231 p., 60 pl.
- 22) RIGAUX E. (1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. *Mém. Soc. Acad. Boulogne*, t. XIV, 108 p., 2 pl., 2 tabl.
- 23) RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. *Boulogne-Mer*, 33 p. 2 pl., 1 tabl.
- 24) ROBINSON J.W.D. (1920). — The Devonian of Ferques (Lower Boulonnais). *Quart. J. Geol. Soc. London*, v. LXXVI, p. 228-236.
- 25) SARTENAER P. (1966). — *Ripidiorhynchus*, nouveau genre de Brachiopodes, Rhynchonellide du Frasnien. *Bull. Inst. Royal Sc. Nat. Belgique*, t. 42, n° 30, 15 p., Pl. I-II.
- 26) SERRE B. et LYS M. (1961). — Répartition de quelques Conodontes dans le Dévonien et le Carbonifère inférieur de France et de Belgique. *Congr. Géol. Inter.*, Copenhague, 6, p. 35-40.
- 27) WALLACE P. (1969a). — Specific frequency and environmental indicators in two horizons of the calcaire de Ferques (Upper Devonian), northern France. *Paleontology*, vol. 3, pt. 3, p. 366-381, 8 fig.
- 28) WALLACE P. (1969b). — Sedimentology and palaeology of the Devonian of the Ferques inlier, northern France. *Quart. J. Geol. Soc. London*, n° 497, vol. 125, pt. I, p. 83-124, 13 fig., Pl. 6-7.
- 29) WENJUKOFF P.N. (1886). — (En russe). La faune du Système Dévonien dans le Nord et le Centre de la Russie. *Geol. Cabinet der Kaiserlichen Univ. St. Petersburg*, p. 41-131, 11 pl.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXXVI

Tous les spécimens sont figurés grandeur naturelle

FIG. 1 à 4. — *Ripidiorhynchus belliloci* n. sp.

Les spécimens proviennent de la base des Schistes de Beaulieu, carrière du Banc Noir à Ferques (Boulonnais).

Niveau : base du Frasnien moyen, zone à *Cyrtospirifer supradisjunctus*.

1 a-e : Holotype n° 9.

1 a, b, c, d, e : vues ventrale, dorsale, frontale, postérieure, latérale.

2 a-e : Paratype B n° 7.

2 a, b, c, d, e : vues ventrale, dorsale, frontale, postérieure, latérale.

3 a-e : Paratype A n° 6.

3 a, b, c, d, e : vues ventrale, dorsale, frontale, postérieure, latérale.

4 a-e : Paratype C n° 1.

4 a, b, c, d, e : vues ventrale, dorsale, frontale, postérieure, latérale.

FIG. 5 à 12. — *Ripidiorhynchus barroisi* (RIGAUX, 1908).

Les spécimens représentés fig. 5, 7, 8, 10, 12, proviennent de la base des Schistes de Beaulieu, carrière du Banc Noir à Ferques, Boulonnais. Niveau : base du Frasnien moyen.

5 a-c : Hypotype n° 1.

5 a, b, c : vues ventrale, dorsale, antérieure.

6 a-e : Néotype n° 9G.

6 a, b, c, d, e : vues ventrale, dorsale, antérieure, postérieure, latérale.

Les spécimens représentés fig. 6, 9, 11, proviennent de l'Assise de Beaulieu à Cambresèque, ils ont été déterminés par E. Rigaux, qui en a fait don au Musée Gosselet à Lille. Niveau : Frasnien inférieur ou moyen.

7 : Hypotype n° 12, vue antérieure d'un spécimen à sinus étroit et languette élevée.

8 a-c : Hypotype n° 3, grand spécimen à sinus large.

8 a, b, c : vues ventrale, dorsale, latérale.

9 a-c : Hypotype n° 6G.

9 a, b, c : vues ventrale, dorsale, antérieure.

10 a-d : Hypotype n° 4.

10 a, b, c, d : vues ventrale, dorsale, latérale, antérieure.

11 a-d : Hypotype n° 10G.

11 a, b, c, d : vues ventrale, dorsale, postérieure, antérieure.

12 a-b : Spécimen n° 20.

12 a, b : vues latérale, postérieure.

FIG. 13 et 14. — *Ripidiorhynchus ferquensis* (GOSSELET, 1887).

13 a-c : Lectotype n° 2 (p. 201, in Gosselet 1887).
Localité : Ferques (Boulonnais).

Niveau : Frasnien.

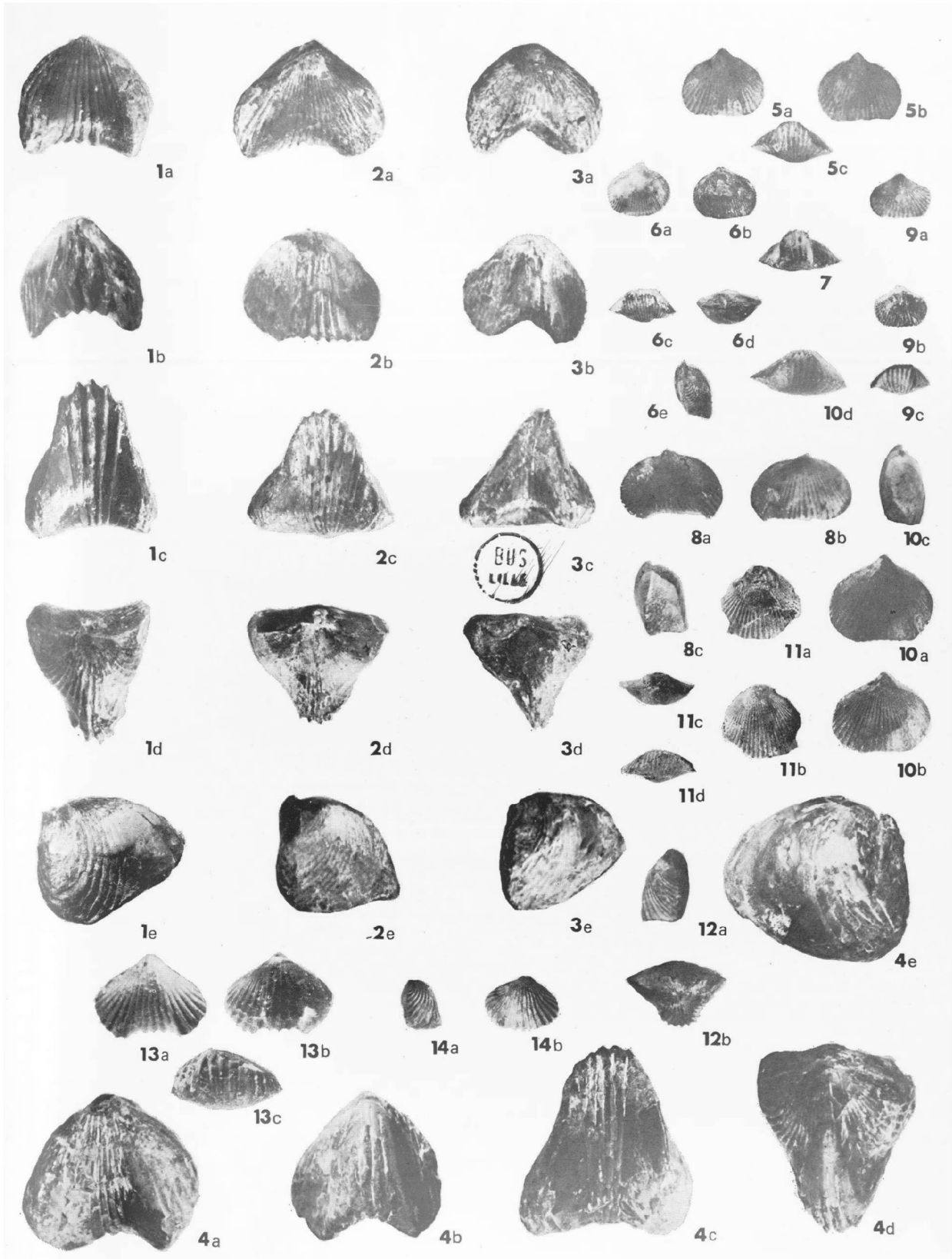
13 a, b, c : vues ventrale, dorsale, antérieure.

14 a-b : Topotype n° 10.

14 a, b : vues latérale, ventrale.

Spécimen provenant de la base du Calcaire de Ferques, carrière La Parisienne à Ferques (Boulonnais).

Niveau : Frasnien moyen.



Les Bivalves ostréiformes du Sahara

par Claude PAREYN (*), Geneviève TERMIER(**) et Henri TERMIER(***)

(Planches XXXVII à XI)

Sommaire. — L'étude des Bivalves ostréiformes du Viséen saharien est reprise en détail et leur position stratigraphique précisée. Leur comparaison avec des groupes voisins aboutit à l'établissement du genre nouveau *Saharopteria* qui comprend deux espèces, constituant la famille des *Saharopteriidae*. Elle a des caractères primitifs de *Pterinopectinidae*, offre des traits de *Pteriidae* évolués, manifeste des points communs avec les *Pseudomonotidae* ; enfin elle est nettement orientée vers les *Ostreidae* plus récents.

Summary. — A detailed restudy of ostraeform *Bivalvia* from Saharian Viséan the stratigraphic place of which is precised. Comparisons with neighbour groups show the necessity to create a new genus: *Saharopteria* (two species), forming the new family *Saharopteriidae*, which shares primitive characters with *Pterinopectinidae*, evolved characters with *Pteriidae* ; affine with *Pseudomonotidae* and oriented toward more recent *Ostreidae*.

Le matériel paléontologique utilisé dans la présente publication provient de plusieurs gisements : ceux du Sahara mauritanien et ceux du bassin de Béchar. Nous ne reviendrons pas sur les gisements du Sahara mauritanien qui ont fait l'objet de plusieurs publications.

STRATIGRAPHIE DES GISEMENTS DU BASSIN DE BECHAR

par Claude PAREYN (fig. 1)

La faune d'Ostréiformes du Bassin de Béchar a été recueillie dans les horizons appartenant à la base du Viséen supérieur. Elle est strictement confinée à un secteur géographique bien délimité, celui des ensembles récifaux du Djebel Ioucha et du Meharez el Kébir. Les "huîtres" y sont concentrées uniquement dans les faciès argileux répartis à la périphérie des récifs construits. Nous n'en avons jamais trouvé d'autres représentants dans les nombreux gisements fossilifères du Carbonifère marin du Bassin de Béchar où, pourtant, de multiples lamellibranches voisinent avec les polypiers, les

brachiopodes, les crinoïdes et les goniatites : tout indique que leur prolifération était subordonnée à des conditions écologiques très spéciales, dont le contexte paléogéographique indique un milieu de lagons.

Les massifs récifaux sont inclus dans une large échancrure de la bordure nord du Grand Erg occidental. Ils appartiennent à la retombée orientale de l'anticlinal de la Zousfana. Les séries synchrones ne sont présentes que dans la vallée de la Saoura, entre Mazzer et Akacha et, en un mince liseré, sur la bordure méridionale des Taoudraras.

Les faunes les plus abondantes ont été trouvées dans les séries de couverture des récifs du Djebel Ioucha, séries que l'érosion a réduites à l'état de

(*) Université de Caen, Département de Géologie.
(**) Université de Paris VI, Laboratoire de Géologie structurale.
(***) Université de Paris VI, Laboratoire de Géologie structurale.

Note déposée le 15 Décembre 1971.

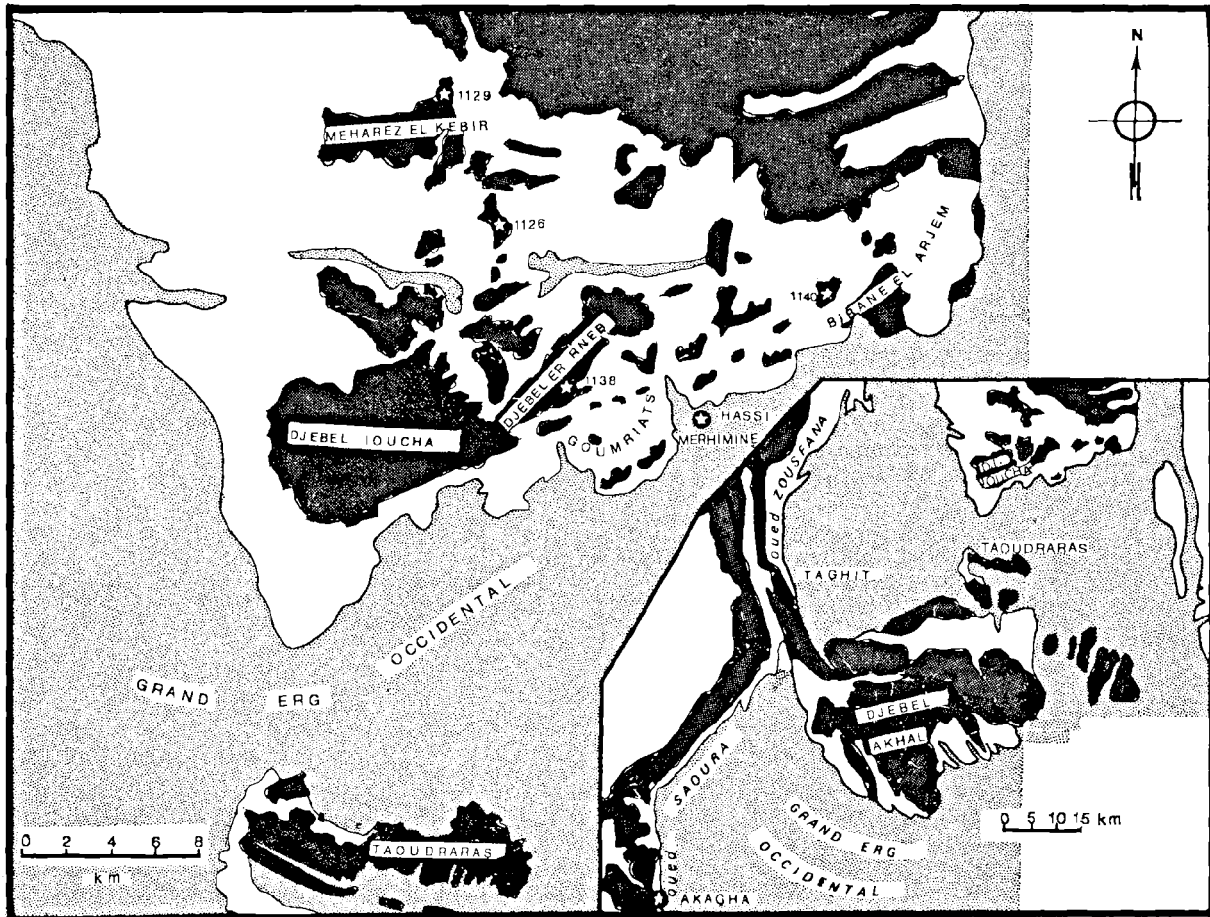


FIG. 1. — Localisation des gisements de *Saharopteria* dans le bassin de Béchar.

buttes-témoins échelonnées le long de l'erg: ce sont les reliefs du Djebel er Rneb et les buttes des Goumriats et du Bibane el Arjem, de part et d'autre du point d'eau d'Hassi Merhimine.

Au Nord du Djebel Ioucha, les séries de couverture de ce massif s'ennoient sous des termes de plus en plus récents, qui se raccordent à la couverture du massif récifal du Meharez el Kébir. Quelques "huîtres" ont été également recueillies dans ce secteur.

La séquence stratigraphique de référence a été établie à partir de la coupe de la Saoura dans laquelle les assises sont régulièrement stratifiées. La corrélation entre les unités récifales a été établie d'après certains niveaux-repères dont les

plus sûrs sont situés à la base de la séquence récifale.

C'est le cas du niveau-repère Akacha 4 (= Ioucha 14), encore appelé "niveau à cloches de Pâques", qui a été identifié avec les mêmes structures caractéristiques dans la Saoura, au Sud des Taoudraras et dans les buttes-témoins dispersées autour des massifs récifaux. La majeure partie des échantillons étudiés ici provient de ce niveau.

Le terme "niveau à cloches de Pâques" désigne un horizon-repère caractérisé par des structures coniques ou hémisphériques, qui ont des dimensions modestes mais sont reproduites en de multiples exemplaires distants les uns des autres, tantôt de quelques mètres, tantôt d'une vingtaine

VISEEN SUPERIEUR	Base de P ²	Série des calcaires organo-détritiques de la Saoura	IGLI	Gisements du Meharez el Kébir
			HARREZ	
	BOULMANE			
P ¹	AKACHA MAZZER	Gisements du Djebel er Rneb, des Goumriats et du Bibane el Arjem		
	B		EL HARIGA	
Série argilo-gréseuse de la Saoura			HASSI-SGUILMA Nord	
			HASSI-SGUILMA Sud	
TOURNAISIEN	zone à Gattendorfia		OLAD bou HADID	
		zone à Wocklumeria	OUAROUCOUT	
STRUNIEN				

Position stratigraphique des gisements à *Saharopteria* du Bassin de Béchar

de mètres. C'est le dernier terme calcaire de la série de couverture du Djebel Ioucha. Au-dessus, se développent des argiles dont le déblaiement livre sur de grandes surfaces le paysage de ces petits édifices indépendants les uns des autres.

Au Bibane el Arjem, d'où proviennent les échantillons 1140, on peut dénombrer 70 coupoles sur une surface de 5 000 m². Leur diamètre peut atteindre 5 à 6 m, la hauteur ne dépassant pas 1,50 m. Les unes sont intactes et enfermées dans un calcaire bioclastique dans lequel abondent de nombreux calices entiers de crinoïdes. D'autres sont crevées et montrent que la structure en dôme est déterminée par des colonies de *Lithostrotion* en position de vie, la gangue étant constituée par un calcaire à entroques et à Foraminifères.

Le milieu devait être calme, si l'on en juge par les calices d'*Amphoracrinus* auxquels les tiges sont encore connectées. De larges polypiers solitaires sont associés (*Palaeosmilia murchisoni* MILNE-EDWARD et HAIME), ainsi que *Productus-*

Gigantella giganteus MARTIN et *Spirifer fascicostatus* MENCHIKOFF.

Ces coupoles calcaires ont été envahies par des argiles vertes silteuses qui renferment de petites plaquettes ferrugineuses. Il y a eu plusieurs générations successives qui se sont implantées sur un substrat argileux. On recueille les "huîtres" dégagées autour des coupoles : elles se développaient dans les vases qui ont ennoyé les colonies de *Lithostrotion*.

Au Djebel er Rneb, où de larges valves de *Saharopteria* ont été découvertes dans un environnement identique (échantillon n° 1138), on constate que les coupoles ont une taille plus importante, atteignant 12 m × 15 m et ont été édifiées conjointement par *Lithostrotion* et *Syringopora*.

Ces échantillons appartiennent stratigraphiquement à la zone P¹, base du Viséen supérieur.

Les gisements suivants sont un peu plus récents et se placent à la base de la zone P².

170 m au toit du niveau à "cloches de Pâques", les calcaires grumeleux du "Grand biseau de l'Archipel" (= Ioucha 20) ont livré une coquille dont les deux valves sont encore adhérentes (échantillon 1126). Ces calcaires grumeleux participent au comblement des dépressions intra-récifales du stade Kébir IV.

A 5 km au NNW de ce gisement, et au même niveau stratigraphique, quelques *Saharopteria* ont été recueillis dans des faciès argileux entrecoupés de bancs calcaires, faciès qui comblent les cuvettes entre les récifs du stade Kébir IV, à la corne NE du Meharez el Kébir (échantillon 1129).

P A L E O N T O L O G I E

par Geneviève TERMIER et Henri TERMIER

L'origine des huîtres a depuis longtemps attiré l'attention des paléontologues. Jackson, en 1890 (p. 307), à propos de *Pseudomonotis*, remarquait que la sinuosité de la valve droite, "apparemment due à la position constamment rétractée de la bordure du manteau en ce point", se rencontre aussi chez *Gryphaea* et fréquemment chez *Exogyra*, ainsi que chez de nombreux Aviculidés, "à partir d'où les Ostréidés ont évolué indubitablement". Douvillé en 1910, se fondant sur le fait que les huîtres sont couchées sur le côté gauche, éliminait de leur ascendance les Aviculidés et les Pectinidés, couchés sur la valve droite, et retenait les Limidés, presque dressés.

En 1937, Newell (p. 93), revenant sur les rapports de *Pseudomonotis* et des Ostréidés, repoussait la filiation car les "huîtres sont invariablement rattachées par la valve gauche, tandis que tous les Ptéroïdes et les Pectinoïdes reposent sur, ou sont attachés par la valve droite. De plus, il n'y a d'échanerure byssale à aucun niveau chez les huîtres. En dépit de la ressemblance frappante de la forme et du ligament entre *Gryphaea* et *Pseudomonotis*, il y a peu de vraisemblance qu'ils aient été proches parents".

Cependant, ayant reconnu la présence d'une forme que nous rapportons au genre *Pachypteria* parmi les récoltes de P. Gevin dans le Viséen supérieur de la région d'Aouinet Legra (Sahara) (Termier et Termier, 1950, 3, p. 104, Pl. 177, fig. 1-9; Pl. 178, fig. 1-5), nous étions amenés à reconsidérer la question en tenant compte de ce genre de forme ostréenne qui a de nombreux caractères d'Aviculopectinidé (Termier et Termier, 1949). En effet, l'un des faits invoqués par Douvillé et par Newell (1937) contre la filiation, à savoir la fixation par une valve différente dans les deux groupes, se révèle non absolu. Nous disions alors : "Si *Pachypteria* était généralement fixé par sa valve droite comme les autres Avicu-

loïdes, ce genre pourrait présenter aussi des formes peut-être tératologiques, fixées par la valve gauche comme les Huîtres", et nous concluons "que les *Aviculopectinidae*, qui descendent certainement des *Aviculidae*, ont évolué à la fois vers les *Pectinidae* et vers les *Ostreidae*".

En 1960, semblant ignorer nos conclusions précédentes et revenant sur celles auxquelles il avait abouti en 1937, Newell proposait que, malgré les différences entre *Pseudomonotis* et les Ostréacés (valve d'attachement, composition minéralogique du test), ceux-ci paraissent issus de celui-là : "La forme ostréenne et la perte de l'appareil byssal ont été complètes dans quelques groupes de *Pseudomonotinae* au cours du Permien moyen. Des coquilles cimentées(*) du Permien du Texas occidental montrent les stades successifs de la disparition de l'échanerure byssale. Ils ne forment pas une simple série temporelle et il semble probable que le pied a été perdu dans des groupes très voisins à différents moments et à des taux inégaux". "De toutes façons, les coquilles permienues étudiées et les représentants triasiques de *Philippiella* seraient morphologiquement indistincts des *Ostreidae* s'ils étaient cimentés(*) par la valve gauche au lieu de la droite".

En 1960, dans le *Traité de Paléontologie des Invertébrés*, de R.C. Moore, sous la rubrique *Pseudomonotidae*, Newell explique : "L'élimination finale de l'échanerure byssale dans quelques formes permienues et triasiques amène au genre *Philippiella* WAAGEN et apparemment éventuellement aux vraies Huîtres". Dans la même publication, un seul genre, *Pseudomonotis*, est assigné à cette famille, et *Pachypteria* est placé en synonymie avec lui.

Un nouveau mémoire de Newell et Boyd (1970), relatif aux fossiles ostréiformes du Paléozoïque

(*) Fixés au support par la valve même.

supérieur, classe dans les *Pseudomonotidae* NEWELL "1937" (1938) des formes dont la ligne palléale subit de grandes variations, pouvant devenir discontinue dorsalement et offrant à la valve droite une échancrure byssale prononcée, constricte distalement avec une bordure interne épaissie, mais pouvant être remplie de dépôts secondaires chez les adultes des espèces cimentées au substratum par leur valve même. Les genres paléozoïques inclus dans cette famille sont :

1) *Pseudomonotis* BEYRICH 1862 (Pennsylvanien-Permien) ; côtes souvent écailleuses ; échancrure byssale de la valve droite toujours bien visible même quand elle est réduite à un foramen (s.g. *Trematiconcha* NEWELL et BOYD) ; aire ligamentaire bien développée comportant une partie externe selon toute la longueur du bord cardinal et un résilifère triangulaire au-dessous du crochet dans les deux valves, logeant un ligament conique.

2) *Pachypteria* DE KONINCK 1885 (Viséen) : fixé par la valve droite qui est aplatie ; valve gauche légèrement convexe ; oreillettes mal définies ; ornementation composée seulement de rides concentriques, sans côtes radiales ; aires cardinales subégales.

3) *Prospodylus* ZIMMERMANN 1896 (Léonardien-Permien) : valves presque également convexes ; fixé par la valve droite ; crochet gauche beaucoup plus saillant que celui de la valve droite ; côtes écailleuses peu visibles, irrégulières ; échancrure byssale fermée chez l'adulte, ouverte et encore fonctionnelle chez le jeune (jusqu'à la taille de 20 mm) ; aire ligamentaire composée d'une zone cardinale externe et d'un résilifère médian presque droit. Newell et Boyd rapprochent ce genre de *Pachypteria*.

4) *Pegmavalvula* NEWELL et BOYD 1970 (Léonardien-Guadalupien inférieur) : presque équivalve, fixé par la valve droite ; orné de côtes radiales.

Newell et Boyd rapprochent cet ensemble des *Terquemidae* COX 1964 (Wolfcampien-Oxfordien) fixés par la valve droite et pourvus d'un ligament amphidète externe ainsi que d'un résilifère triangulaire. Ils décrivent aussi un premier Anomiaé, *Permanomia* (Léonardien-Wordien).

Dans l'ensemble, les fossiles américains décrits par Newell et Boyd sont essentiellement d'âge permien et annoncent incontestablement trois types de Dysodontes modernes : les Huîtres, les Spondyles et les Anomies.

Saharopteria est beaucoup plus ancien que tout ce matériel : 40 à 60 millions d'années l'en séparent. On ne doit donc pas s'étonner qu'il montre des caractères plus primitifs. Mais, d'un autre côté, certains traits s'y accentuent différemment.

Le matériel du Viséen supérieur du Sahara s'est révélé assez abondant et largement distribué : région de Tindouf (*Saharopteria gevini*), région de Béchar (*Saharopteria pareyni*), région de Timimoun (*Saharopteria* sp.). Il nous permet de préciser les caractères de ces formes ostréennes qui sont les plus anciennes connues, et de les dégager quelque peu de l'ensemble touffu du Pennsylvanien-Permien.

Description et position systématique.

Superfamille PECTINACEA RAFINESQUE 1815

Famille SAHAROPTERIIDAE nov.

Cette famille possède en commun avec les *Aviculopectinidae* la forme générale de la coquille, l'ornementation des côtes radiales et un seul muscle adducteur (le postérieur). Mais elle est caractérisée par la fixation au substratum de la coquille adulte par la valve droite, ne gardant une fixation byssale que chez le jeune. La valve droite est plate, la valve gauche convexe.

Genre *PACHYPTERIA* DE KONINCK 1885

Type : *Ostrea nobilissima* DE KONINCK 1851. Viséen de Belgique.

Ce genre ostréiforme est caractérisé par une coquille fixée par sa valve droite, l'absence d'échancrure byssale chez l'adulte, des oreillettes mal définies, une ornementation concentrique lamelleuse. La condition monomyaire est bien caractérisée.

Les exemplaires de *Pachypteria nobilissima* (DE KONINCK) conservés au Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique et qui, figurés par l'auteur, peuvent être considérés comme les types de l'espèce, montrent bien l'empreinte du muscle postérieur dans la valve droite et celle de la ligne palléale, presque continue, encore que l'on y observe une succession de petits creux indiquant des faisceaux musculaires relativement discontinus.

Newell et Boyd ont eu en mains des exemplaires différents, provenant également de Visé et conser-

vés à l'Université de Harvard. Ceux-ci présentent une aire ligamentaire rectiligne le long de la charnière, et un résilifère médian semble exister, encore qu'il ne soit pas visible sur toutes les figures.

Genre *SAHAROPTERIA* nov. gen.

Type: *Pachypteria gevini* TERMIER et TERMIER.

Les caractères de *Pachypteria*, parce qu'ils sont fondés sur des exemplaires rares et mal conservés, sont susceptibles de maintes discussions taxinomiques dont les conséquences nous apparaissent comme stériles. C'est la raison pour laquelle nous avons trouvé souhaitable de créer un nouveau genre pour les spécimens sahariens, qui sont bien conservés et relativement abondants.

Les exemplaires sahariens ostréiformes que nous avons attribués à *Pachypteria* ont en commun :

1) avec les *Pseudomonotinae*, la fixation par la valve droite aplatie et la forme renflée de la valve gauche, ainsi que la condition monomyaire ;

2) avec *Pachypteria nobilissima*, l'absence d'échancrure byssale ainsi que l'ornementation concentrique et lamelleuse de l'adulte.

La différence entre les exemplaires sahariens et l'ensemble des *Aviculopectinidae* réside dans les caractères du ligament. Comme nous en avons fait la remarque (p. 296), celui-ci est dépourvu de résilifère, il occupe toute la largeur du bord cardinal et passe sans interruption à la surface du sinus antérieur byssal. C'est-à-dire que ce ligament est d'un type primitif, présent dans les Ptéropectinidés dévoniens : *Pseudaviculopecten*, *Pterinopecten* et *Lyrinopecten*.

L'aspect de l'aire ligamentaire reste d'ailleurs variable : toujours striée parallèlement au bord dorsal (cardinal), cette aire porte parfois aussi une striation oblique comme chez *Dellopecten* de la formation de Callytharra, en Australie (Artinskien). Il apparaît alors des ondulations de l'aire ligamentaire qui pourraient bien correspondre à l'ébauche d'un résilifère ou même de plusieurs fossettes.

Les caractères de *Saharopteria*, les uns primitifs (ligament sans résilifère), les autres évolués (type monomyaire et spécialisation ostréenne) indiquent que ce genre est une sorte de plaque tournante dans l'évolution des Bivalves dysodontes puisque, situé près de la limite des Ptéropectinidés et des Aviculopectinidés, il offre de fortes

tendances, d'une part vers les Pseudomonotidés, les Ostréidés, les Spondylidés, d'autre part vers les Ptériidés.

Saharopteria gevini

(H. TERMIER et G. TERMIER 1949)

(Pl. XXXIX, fig. 1 et 2)

1949. *Pachypteria gevini* TERMIER et TERMIER.

1950. *Pachypteria gevini* TERMIER et TERMIER, p. 105, Pl. CLXXVII, CLXXVIII, fig. 1-5.

Cette espèce provient du Sahara mauritanien de la région d'Aouinet Legra. Sa forme, typiquement ostréenne chez l'adulte, est assez allongée, avec un unique muscle adducteur situé en arrière du plan médian des valves. L'échancrure byssale est obsolète. L'empreinte ligamentaire est entière, chaque lamelle formant chez le jeune une sorte de chevron dont l'angle obtus correspond au crochet tandis que chez l'adulte les lamelles sont droites. Il n'y a pas de fossette résilifère centrale comme chez la plupart des Aviculopectinacés : à ce point de vue, *Saharopteria* se rapproche des Ptéropectinidés et des Dellopectinidés.

L'ornementation, composée de fortes côtes radiales, est surtout visible chez le jeune, où ces côtes se montrent irrégulières et épineuses, mais on la distingue encore généralement chez l'adulte, au moins au fond de l'insertion du muscle adducteur, laquelle est très profonde. Des arrêts de croissance marqués s'observent aussi, entre lesquels de fines stries correspondent sans doute à l'accroissement journalier. Cette ornementation est de type *Aviculopecten*.

Un individu que nous avons figuré (1950, Pl. 178, fig. 3-4) est une valve gauche très convexe, à peu près lisse, montrant une surface de fixation. (C'est une exception, car la plupart des exemplaires présentent une fixation par la valve droite). En tout cas, sa forme gibbeuse, pourvue d'une sorte d'aile postérieure, est comparable à celle de *Pseudomonotis*.

Enfin, à la suite de l'observation d'une nouvelle espèce, *Saharopteria pareyni*, dont la description va suivre, nous avons été conduits à examiner les caractères internes de *Saharopteria gevini* et à y observer les insertions des petits muscles constituant la ligne palléale et qui ne sont autres que les points de fixation du manteau. Ces insertions constituent un demi-cercle autour de la partie antérieure du muscle adducteur.

Saharopteria pareyni nov. sp.

(Pl. XXXVII ; Pl. XXXVIII, fig. 1 à 4 et Pl. XL)

Nous rapportons à cette nouvelle espèce les exemplaires recueillis par l'un de nous (Cl. P.) dans le Sahara sud-oranais autour des récifs en "cloches de Pâques" des Goumriats, et situés en 1961 par l'auteur de la manière suivante : « Les "coral-patches" prospéraient sur des fonds sujets à des envahissements terrigènes : ils ont été enfouis sous des sables plus ou moins argileux. A la base de ces faciès latéraux, on ramasse une abondante faune toute dégagée de grosses Huîtres (dont certains contestent d'ailleurs la parenté avec les Ostréidés) appartenant au genre *Pachypteria* DE KONINCK (Pl. XXVIII, fig. 1 à 6). Le matériel

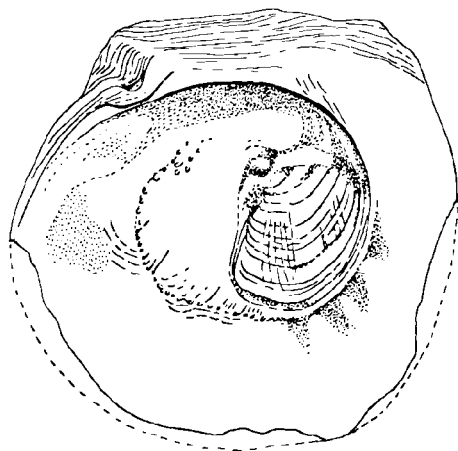


FIG. 2. — *Saharopteria pareyni* nov. sp. (Gr. = 2/3 env.).
Intérieur de la valve droite de l'individu figuré
Pl. XXXVII, fig. 1.
(Explications en bas à gauche de la fig. 3).

recueilli est d'une telle qualité qu'il doit permettre de reprendre les discussions suscitées par ces curieuses formes dont la convergence avec les Huîtres actuelles est troublante » (Pareyn, p. 181-182). Ces exemplaires appartiennent à une espèce différente de celle du Sahara mauritanien mais vraisemblablement contemporaine. Peut-être s'agit-il de deux espèces géographiques.

La forme est subcirculaire, avec un crochet qui n'est pas du tout saillant. L'aire ligamentaire possède des lamelles rectilignes s'infléchissant en bec au niveau de l'emplacement de l'échancre byssale, laquelle est tout à fait obsolète. L'empreinte de l'adducteur est fort grande et très enfoncée. Elle est enveloppée vers l'avant par une ligne palléale semi-circulaire formée d'une suite

de petites fossettes musculaires. Une bosse située dorsalement par rapport à l'empreinte de l'adducteur peut être interprétée comme le lieu d'insertion d'un très faible muscle rétracteur du pied.

Le test est d'une grande épaisseur, atteignant 28 mm du côté ligamentaire où la croissance en épaisseur se montre avoir été maximale. La coquille est d'ailleurs souvent déformée, tordue, bossuée par la fixation. La plupart des valves que nous avons examinées sont des valves droites.

L'ornementation est composée de côtes radiales toujours distinctes à l'extérieur de la valve comme à l'intérieur de l'empreinte musculaire de l'adducteur, coupées par de forts arrêts d'accroissement assez rapprochés les uns des autres.

TEXTURE DE LA COQUILLE DE *Saharopteria pareyni*.

Des plaques minces effectuées dans le test de *Saharopteria pareyni* montrent que celui-ci est composé sur toute son épaisseur de lamelles calciques rarement parallèles entre elles, mais entrecroisées sur la plus grande hauteur. Leur orientation tend alors en certains points vers une véritable alvéolisation.

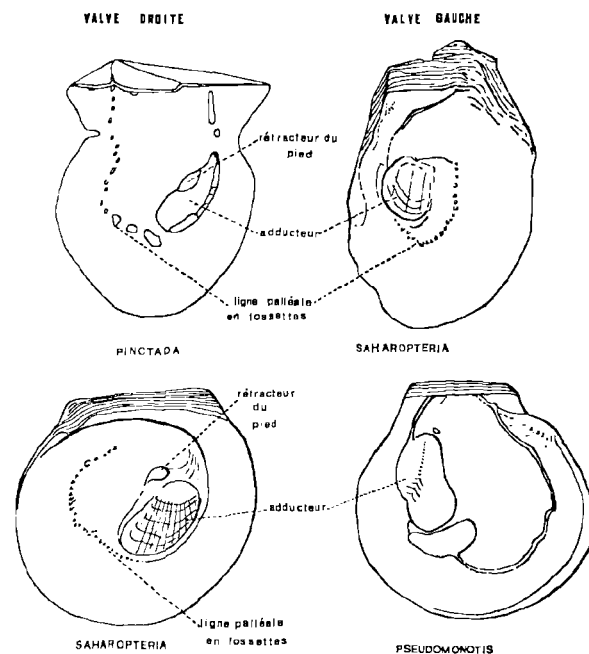


FIG. 3. — Comparaisons entre les empreintes musculaires et les lignes palléales de *Saharopteria*, de *Pinctada* et de *Pseudomonotis*.

L'absence d'une couche prismatique et d'une couche nacréée (que l'on reconnaîtrait au fin parallélisme des lamelles) n'est pas l'une des moindres singularités du genre *Saharopteria*. Si nous nous référons à l'ouvrage classique de Bøggild (1930), on peut remarquer que, parmi les Ptéridés qu'il cite, la différenciation de ces deux couches est le fait surtout des formes tertiaires et récentes. La couche prismatique fait défaut dans beaucoup de formes anciennes, telles que les Aucelles (*Buchia*) du Jurassique dont Bøggild compare la texture des lames calcitiques à celle de certains Gryphés. Cette texture est au contraire différente de celle des Pectinidés dont les formes récentes ont une couche externe calcitique et lamelleuse, une mince couche moyenne d'aragonite prismatique, enfin une couche interne de calcite lamelleuse qui ressemble en plus grossier à la couche externe. Elle s'oppose également à la texture asymétrique des Ptéridés cités par Newell (*Pseudomonotidae*, *Aviculopectinidae*, *Myalinidae*) dont la valve gauche a un ostracum externe prismatique, celui de la valve droite étant très faiblement fibreux.

Dans son ensemble, cette espèce est généralement bien distincte de *S. gevini* par les rapports dimensionnels de sa coquille, l'épaisseur de son test et les dimensions proportionnellement beaucoup plus grandes de l'empreinte de l'adducteur.

Position systématique de *Saharopteria*.

La connaissance des caractéristiques internes de *Saharopteria pareyni*, mieux visibles que celles de *S. gevini* mais ne les contredisant pas, permet de débattre avec plus de compétence des affinités du genre.

AIRE LIGAMENTAIRE.

L'aire ligamentaire de *Saharopteria* paraît avoir été entièrement externe et alivinculaire comme celle des Huîtres, ne comportant aucune fossette de résilifère, telle qu'on en rencontre chez les Ptéridés, chez les Aviculopectinidés et chez les Pseudomonotidés. Le bec qui prolonge l'aire ligamentaire offre une certaine ressemblance avec celui des Myalinidés.

EMPREINTES MUSCULAIRES.

Saharopteria est un Monomyaire typique, l'empreinte de l'unique muscle adducteur, située légèrement en arrière du centre de la coquille, est grande et profonde. L'unicité de structure de

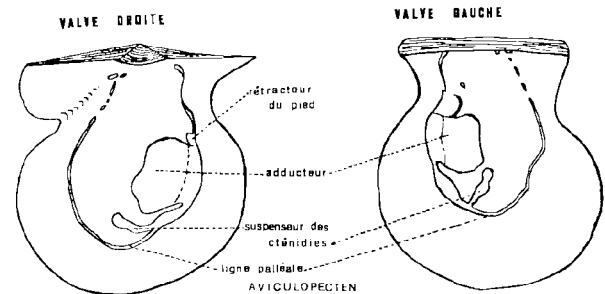


FIG. 4. — Schéma de la musculature d'*Aviculopecten*, inspiré de N. Newell.

cette empreinte n'offre de ressemblance qu'avec celles des Ptéridés et celles des Ostréidés, où cependant la moitié dorsale est dévolue à des muscles striés. Une comparaison avec les musculatures d'*Aviculopecten* et de *Pseudomonotis*, telles que Newell les a analysées, montre que, comme chez les Pectinidés, l'empreinte y est subdivisée, reflétant fidèlement les faisceaux de deux catégories (rapide et lente) de fibres. En outre, manque l'empreinte du suspenseur des cténidies, au contraire bien représentée dans ces deux genres du côté de l'impression musculaire. Nous interprétons comme l'attache d'un rétracteur du pied, déjà régressé, la bosse située dorsalement par rapport à l'adducteur chez *S. pareyni*. Une telle empreinte est connue chez *Aviculopecten* et surtout dans le genre *Pinctada*. Elle manque chez *Pseudomonotis* et *Pernopecten*.

On notera particulièrement chez *Saharopteria* la disposition des fossettes d'attachement du manteau qui composent la ligne palléale. En effet, d'après Newell (1937), la grande différence entre les Ptéridés et les Pectinidés modernes réside dans les modifications de la ligne palléale : chez l'"Huître perlière" moderne *Pinctada*, elle se compose d'une "série discontinue de fossettes marquant les centres d'insertion des muscles en éventail du système orbiculaire ou palléal", lesquels rayonnent à partir de là vers le bord libre du manteau. Ces muscles ont pour vocation la rétraction du bord du manteau à l'intérieur de la coquille avant la fermeture des valves. Cette ligne palléale dessine grossièrement la forme ouverte d'un U. Chez les Pectinidés, la ligne palléale est continue et plus éloignée du bord de la coquille. Les muscles qui s'y insèrent rayonnent aussi vers le bord libre du manteau, mais ils ne sont pas fasciculés ; ils sont associés à des bandes musculaires circulaires,

réunies en grands faisceaux près de la ligne cardinale où elles s'insèrent sur la coquille (surtout en arrière), si bien que la ligne palléale est continue sous la charnière et des deux côtés de l'hépatopancréas. Newell remarquait que, chez les Aviculopectinidés, "la ligne palléale est continue sauf une courte portion près de l'extrémité antéro-dorsale de la ligne où, au moins chez quelques individus, la ligne est brisée en fossettes obscures, indiquant une fasciculation des fibres en centres d'insertion". Chez les Oxytomidés (Permien inférieur - Crétacé supérieur), la ligne palléale est du même modèle.

Le système de la ligne palléale de *Saharopteria* est franchement du type qu'on a considéré comme moderne chez *Pinctada*, au moins sur toute sa branche antérieure, depuis la charnière jusqu'à la partie ventrale du muscle adducteur. Sa branche postérieure paraît complètement oblitérée et sans doute correspond à la disparition de toute attache du manteau sur les exemplaires étudiés, étant donné l'énorme développement de l'adducteur. Cette disposition s'éloigne de celle d'*Aviculopecten* et encore plus de celle de *Pseudomonotis*, lequel a une ligne palléale entière.

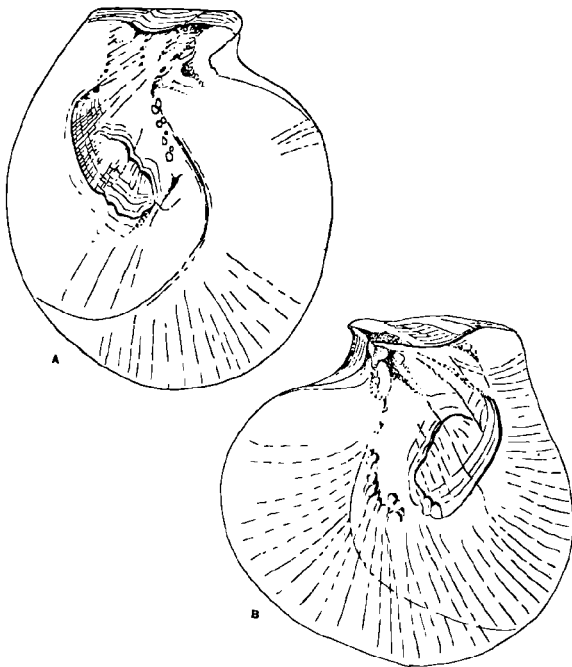


FIG. 5. — *Pinctada*. Vue interne des valves montrant la musculature.
A) Valve gauche - B) Valve droite.

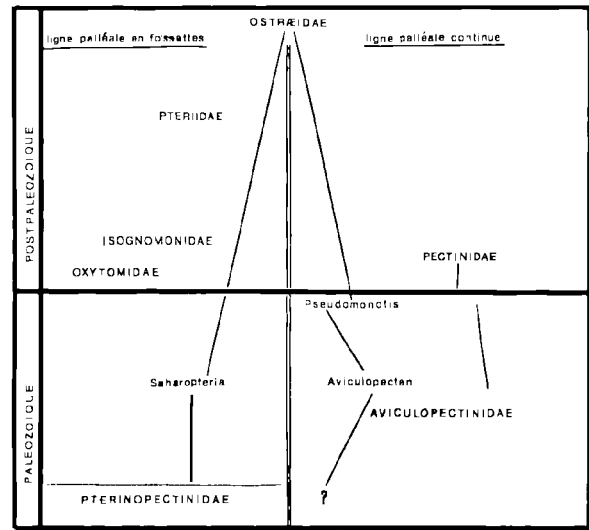


FIG. 6. — Position de *Saharopteria* parmi les Dysodontes anciens et récents.

Chez les Ostréidés s'est développée une ligne secondaire d'attachement du manteau à la partie postérieure, contournant l'adducteur, mais elle est peu distincte sur la coquille.

Le système musculaire de *Saharopteria* se trouve donc à la fois plus proche des Ptéridés et des Ostréidés que des Aviculopectinidés, des Pseudomonotidés et des Pectinidés.

ORNEMENTATION.

L'ornementation de base de *Saharopteria* est d'un type banal chez les Ptéridés. Il faut noter que nombreux sont les Ostréidés qui gardent les traces d'une ornementation de ce type. La plupart des adultes, d'ailleurs, sont comme *Pachypteria*, dépourvus de côtes radiaires.

CONCLUSIONS.

Par sa ligne palléale, dont la moitié existante est composée de fossettes, l'absence de suspenseur visible des cténidies, la position du rétracteur du pied, *Saharopteria* offre des caractères proches de ceux des Ptéridés modernes. D'après Cox et Newell (*in Treatise on Invertebrate Paleontology*, 1969), les Oxytomidés, dont la ligne palléale est très comparable, dériveraient des Aviculopectinidés par remplacement de l'ostracum interne nacré par un ostracum calcitique, la réduction de l'auricule

antérieur et une ligne palléale du type Ptériidé moderne (*). La symétrie de la coquille et son ornementation sont du modèle Aviculopectinidé. Par son ligament entièrement externe, de type alivinculaire, *Saharopteria* se rapproche encore des Huîtres. Tous les caractères internes que nous avons énumérés sont compatibles avec une origine des Huîtres au voisinage de *Saharopteria*.

Les caractères particuliers de la ligne palléale représentent, semble-t-il, une étape de l'évolution, si nous interprétons bien les observations de Newell.

(*) Or, nous venons de voir que *Saharopteria* ne paraît pas avoir eu de couche interne nacrée, l'ostracum étant pratiquement calcitique dans son ensemble. Mais sa texture semble déjà proche de celle des Gryphées.

En aucun cas, il n'est possible de faire entrer en synonymie *Saharopteria* et *Pseudomonotis*. *Pseudomonotis* reste très proche d'*Aviculopecten* tandis que *Saharopteria* offre des affinités avec les Oxytomidés et les Ptériidés modernes. Il est incontestable que *Saharopteria* et *Pseudomonotis* ont de très nettes tendances ostréennes. Ces tendances sont d'ailleurs soutenues par une écologie de même type. En ce qui concerne *Saharopteria*, il s'agit d'une forme ayant vécu à la périphérie de pâtés récifaux analogues à ceux des lagons actuels. Dans les lagons où vivent aujourd'hui les Ptéroides, les Isognomons et les Huîtres, il semble assez logique que soit apparu précocement un genre constituant l'intermédiaire idéal entre ces groupes.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) *Treatise on Invertebrate Paleontology*, ed. by R.C. MOORE (1969). Part. N. vol. 1, Mollusca 6, Bivalvia, p. 341-342.
- 2) DOUVILLÉ H. (1910). — Observations sur les Ostréidés. Origine et Classification. *B.S.G.F.*, 4^{me} sér., X, p. 634-645.
- 3) GEVIN P. (1958). — Etudes et reconnaissances géologiques sur l'axe cristallin Yetti-Eglab et ses bordures sédimentaires. Thèse, Paris.
- 4) JACKSON R.B. (1890). — Phylogeny of the Pelecypoda, the Aviculidae and their allies. *Boston Soc. Nat. Hist. Mem.*, vol. 4, p. 277-400.
- 5) NEWELL N.D. (1937). — Late Paleozoic Pelecypods: *Pectinacea*. *State Geol. Surv. Kansas*, vol. 10.
- 6) NEWELL N.D. (1960). — The origin of the Oysters. *Int. Geol. Congr.*, XXI^{me} ses., Norden, part. XXII, p. 81-86.
- 7) NEWELL N.D. et BOYD D.W. (1970). — Oyster-like Permian Bivalvia. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, vol. 143, 4, p. 221-282.
- 8) PAREYN Cl. (1961). — Les massifs carbonifères du Sahara sud-oranais. *C.N.R.S.*, série Géologie, n° 1.
- 9) TERMIER H. et TERMIER G. (1949). — Rôle des *Aviculopectinidae* dans la morphogénèse des Dysodontes mésozoïques. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, 2^{me} sér., XXI, n° 2, p. 292-299.
- 10) TERMIER H. et TERMIER G. (1950). — Paléontologie Marocaine. Tome II, fasc. 3.

* * *

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XXXVII

Saharopteria pareyni nov. gen nov. sp.

- FIG. 1. — Valve droite (Gr. = 1), montrant bien l'empreinte du muscle adducteur postérieur et permettant de distinguer la ligne palléale formée des petites empreintes de muscles fasciculés.
- FIG. 2. — Valve droite (Gr. = 1,2).
- FIG. 3. — Valve droite (Gr. = 1).
- FIG. 4. — Fragment de l'intérieur d'une valve montrant les petites empreintes de faisceaux musculaires de la ligne palléale. (Gr. = 2,3).
- FIG. 5. — Vue extérieure de la valve gauche d'un jeune individu portant une ornementation de côtes radiaires légèrement épineuses. (Gr. = 1,5).

PLANCHE XXXVIII

(Tous les clichés ont été pris entre nicols croisés)
(Gr. = 50)

- FIG. 1. — Section dans le test de *Saharopteria pareyni* nov. sp. au niveau du bec byssal résiduel, où il y a rebroussement des lamelles calcitiques.
- FIG. 2. — Section dans le test de *Saharopteria pareyni* nov. sp. montrant l'aspect des lamelles calcitiques (même préparation que la fig. 1).
- FIG. 3. — Section dans le test de *Saharopteria pareyni* nov. sp. mettant en évidence les lamelles calcitiques entre lesquelles se développe une structure subalvéolaire.
- FIG. 4. — Section dans le test de *Saharopteria pareyni* nov. sp. montrant les couches calcitiques lamelleuses, entrecroisées et subalvéolaires (même préparation que la fig. 3).
- FIG. 5. — Section donnée à titre de comparaison dans le test à proximité du crochet de *Gryphaea dilatata* provenant de l'Oxfordien de Villers-sur-Mer, faisant apparaître la structure alvéolaire entre les couches calcitiques.

PLANCHE XXXIX

FIG. 1-2. — *Saharopteria gevini* (H. et G. TERMIER).
Valves gauches.

1. - d'une coquille normale, aplatie (Gr. = 1,3) ;
2. - d'une coquille gryphéiforme (Gr. = 1,2).

FIG. 3. — *Lopha* sp. Valve gauche donnée à titre de comparaison d'un Ostréidé, montrant l'empreinte musculaire dans laquelle apparaît la trace d'une costulation comparable à celle que l'on observe presque toujours dans l'empreinte musculaire de *Saharopteria*.

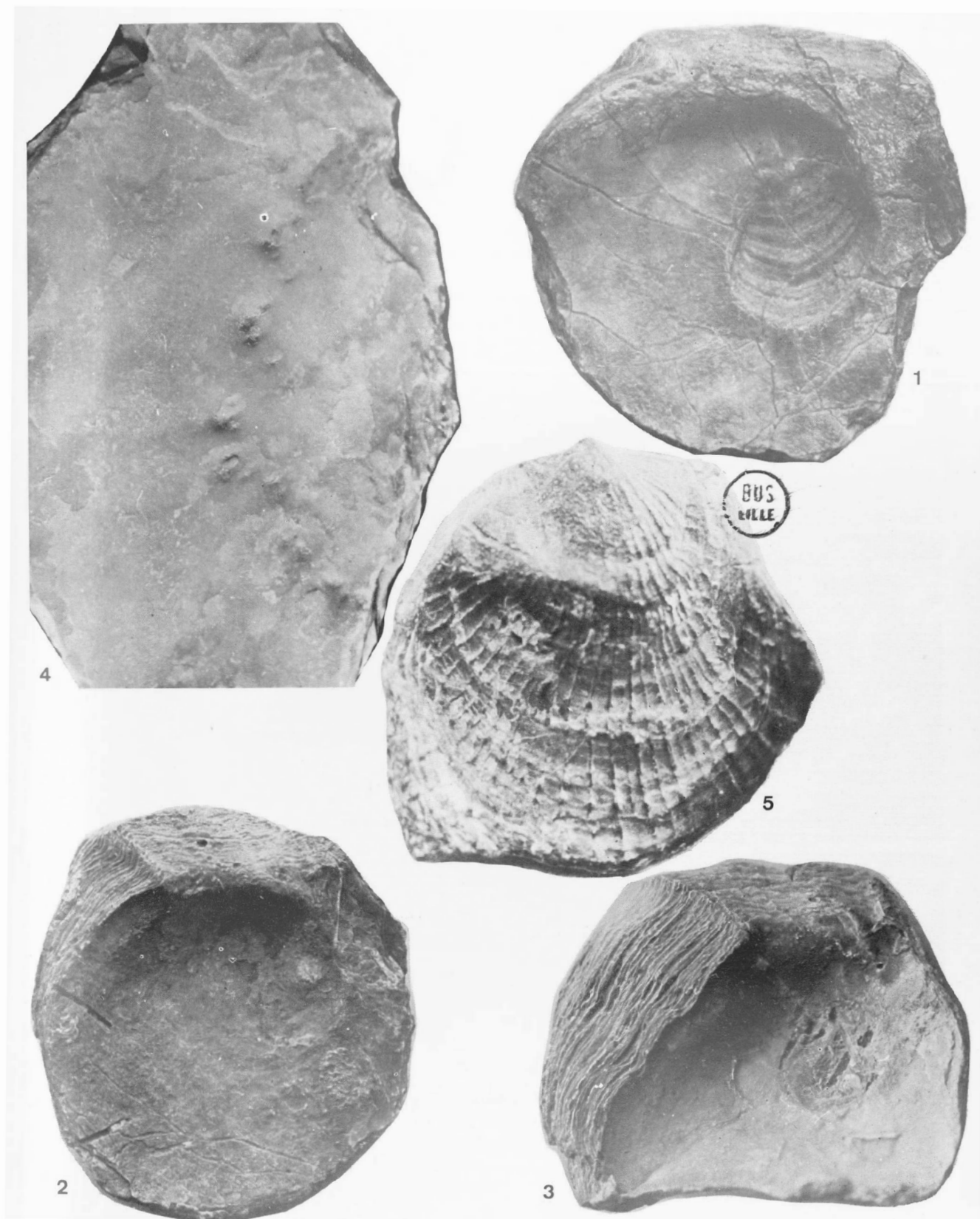
FIG. 4. — *Pinctada* sp. Valve droite donnée à titre de comparaison, montrant l'empreinte musculaire et la ligne palléale discontinue.

FIG. 5. — *Isognomon* sp. Valve gauche donnée à titre de comparaison, montrant l'empreinte musculaire et la ligne palléale discontinue.

PLANCHE XL

Saharopteria pareyni nov. sp.

- FIG. 1. — Valve gauche gryphéiforme (Gr. = 1,4) ; vue interne montrant son plateau cardinal et les stries ligamentaires qu'il porte.
- FIG. 2. — Valve droite d'une forme assez proche de *S. gevini*. On notera que cette valve est incrustée par des corps étrangers, dont une tige de crinoïde.
- FIG. 3. — Ornementation externe d'un exemplaire associé à celui de la fig. 4.
- FIG. 4. — Plateau cardinal d'une valve gauche mettant bien en évidence les stries ligamentaires. (Gr. = 1,4).
- FIG. 5. — Fragment de l'aire cardinale d'une autre valve faisant apparaître le quadrillage de l'aire ligamentaire.





1



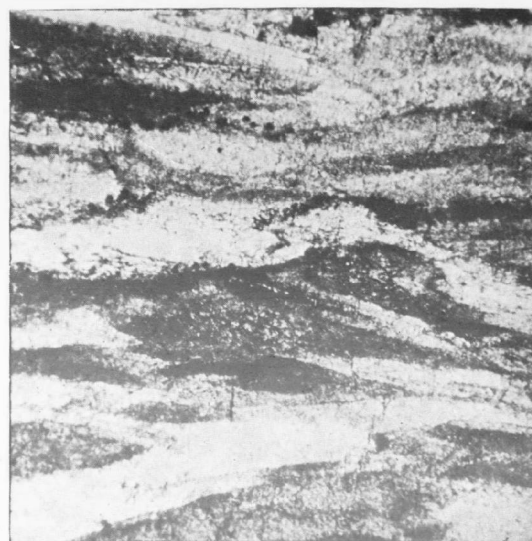
2



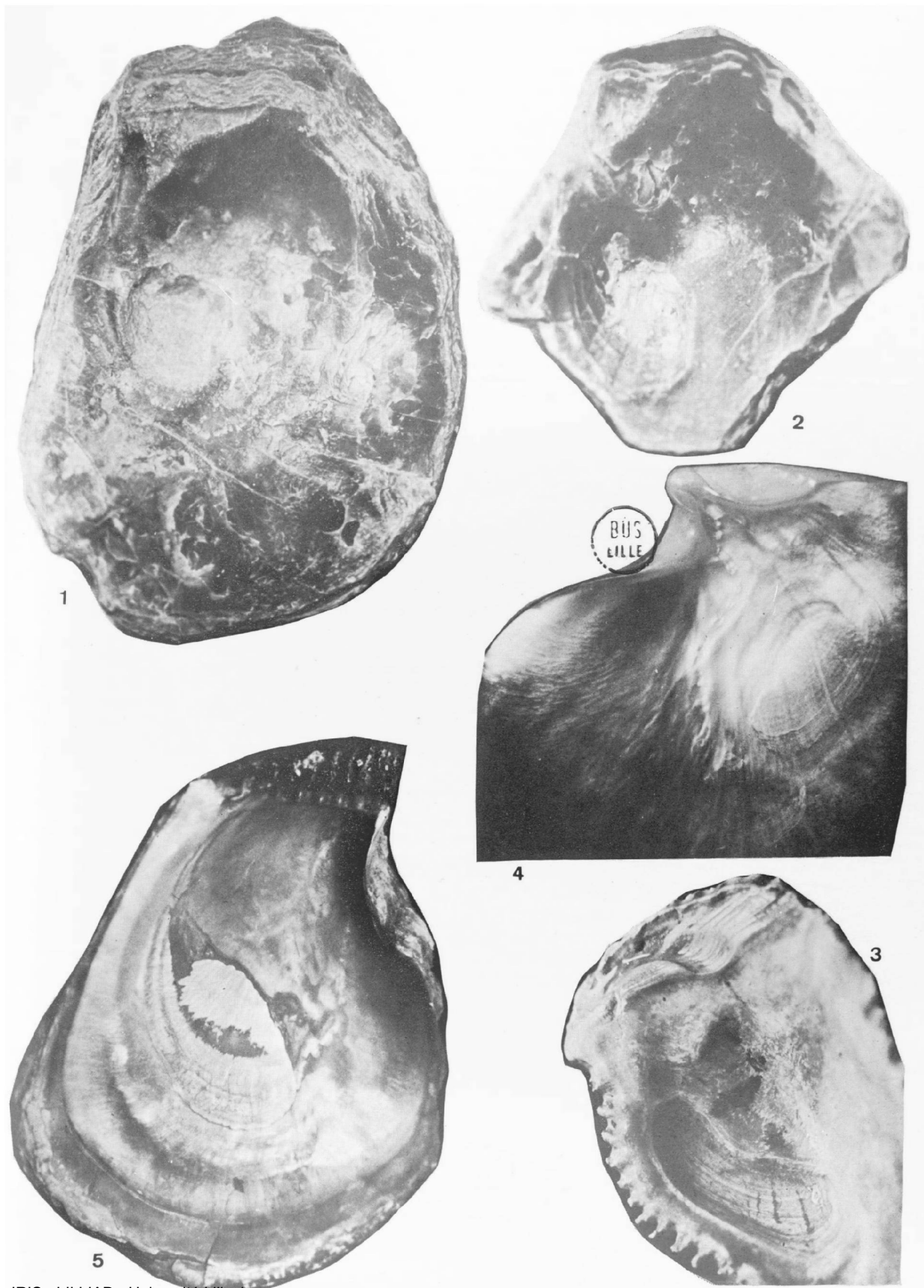
4

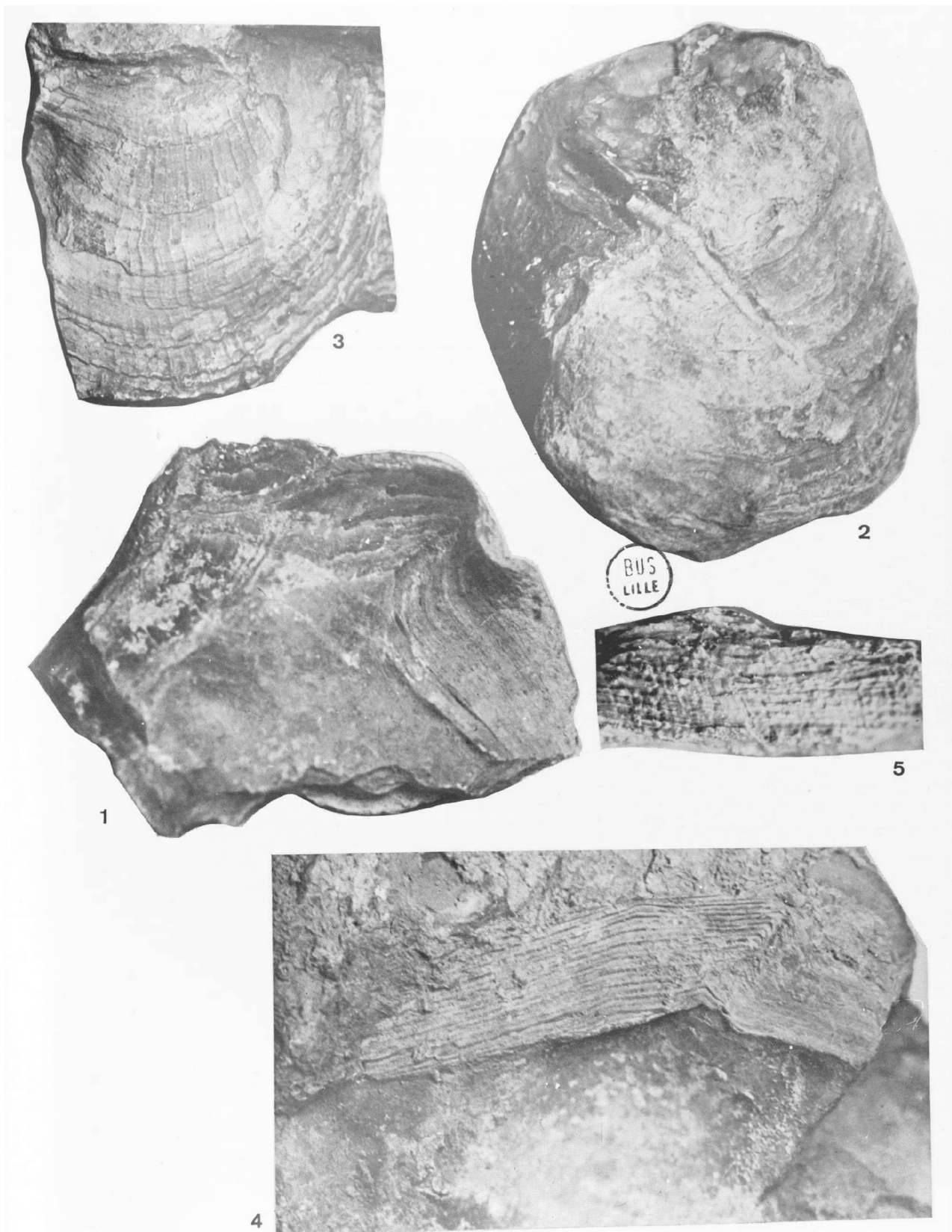


5



3





L'Ordovicien du Synclinorium du Ménez-Bélaïr (Synclinorium médian armoricain) Ses caractères et sa place dans la paléogéographie centre-armoricaine

par Florentin PARIS (*)

Sommaire. — Trois formations constituent l'Ordovicien du synclinorium du Ménez-Bélaïr : le grès armoricain, les schistes à "Calymènes" (comprenant les couches de la Roche-au-Merle et les couches de Morgat) et le grès de Saint-Germain-sur-Ille. L'analyse de leurs caractères lithologiques et paléontologiques permet d'établir des comparaisons avec les formations armoricaines contemporaines et d'esquisser un cadre paléogéographique du domaine étudié.

Summary. — Three formations make up the Ordovician of the Ménez-Bélaïr syncline : the "grès armoricain", the "schistes à Calymènes" (including the "La Roche-au-Merle" and the "Morgat" layers), and the "grès de Saint-Germain-sur-Ille". The analysis of their lithological and paleontological nature allow us to do comparisons with contemporaneous armorican formations and to draw a paleogeographical outline of the studied area.

La terminaison orientale du synclinorium du Ménez-Bélaïr correspond à la partie du synclinorium médian armoricain comprise entre Vignoc et Saint-Aubin-du-Cormier, au Nord de Rennes (fig. 1). L'Ordovicien y est largement représenté par les formations suivantes : le grès armoricain (O_1), les schistes à "Calymènes" (O_2) et le grès de Saint-Germain-sur-Ille (O_3).

Dès 1895, Ch. Barrois a défini les caractères principaux de l'Ordovicien de la région. Quant aux observations paléontologiques, nous les devons à F. Kerforne (1915 et 1923) et à A. Philippot (1950). Reprenant l'étude de détail de ces formations, dans le cadre d'une recherche plus vaste sur l'histoire stratigraphique et structurale du synclinorium médian, des affleurements nouveaux en nombre suffisant me permettent de préciser les caractères de chaque formation ainsi que leur position stratigraphique. Les corrélations avec des régions voisines mettent en évidence des variations significatives de puissance, de lithologie et de faune.

(*) Laboratoire de Stratigraphie et de Paléontologie. Groupe d'Etude du Socle Armoricain - Equipe de Recherche associée du C.N.R.S., n° 165 - Institut de Géologie, Faculté des Sciences, B.P. 25A, 35-Rennes. Note déposée le 15 Décembre 1971.

I. — LE GRÈS ARMORICAIN - O_1 -

Ce terme, proposé par M. Rouault en 1851, désigne un ensemble grés-quartziteux bien connu dans les synclinaux du Sud de Rennes où il fait suite le plus souvent aux sédiments pourprés de la base du Paléozoïque.

Dans le Ménez-Bélaïr oriental, ce grès armoricain repose en discordance sur le Briovérien sédimentaire ou sur les granites tardi-cadomiens (fig. 2). L'absence de "schistes rouges" sous le grès armoricain souligne l'importance de la lacune stratigraphique anté-ordovicienne dans cette région. La faible puissance de la formation : 70 à 80 m peut constituer un argument en faveur d'un début tardif de la sédimentation arenigienne dans le synclinorium de Ménez-Bélaïr.

1) CARACTÈRES LITHOLOGIQUES.

La mauvaise qualité des affleurements de grès armoricain, ne facilite guère une étude banc par banc de la formation. Le plus souvent, le grès armoricain apparaît sous la forme d'un quartzite clair, lardé de filonnets de quartz. Ce type de roche dessine la terminaison périsynclinale de Vieux-Vy-sur-Couesnon. Localement, la roche de-

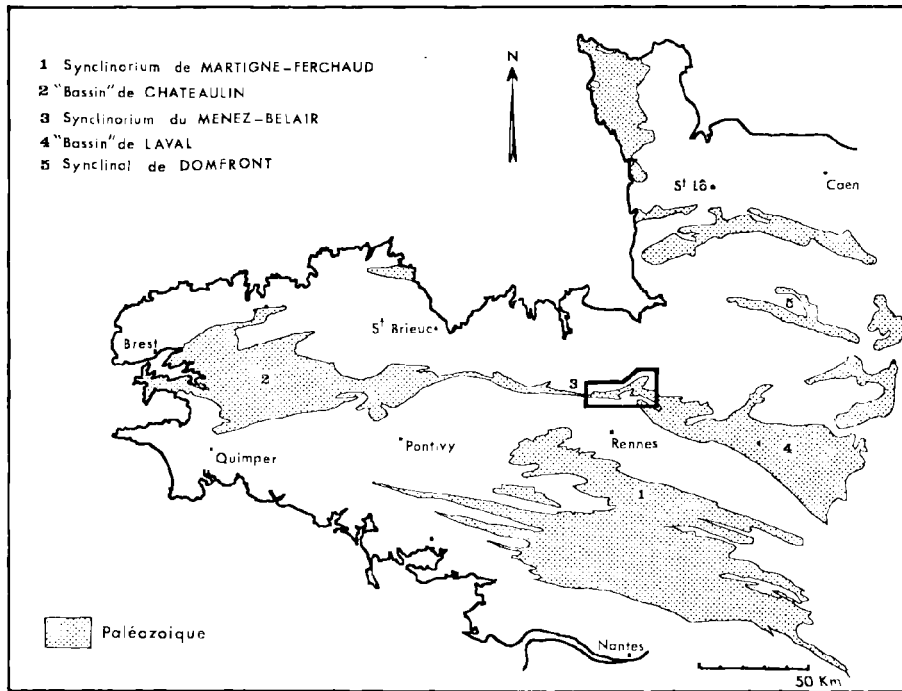


FIG. 1. — Position géographique et géologique de la région étudiée.
(D'après J.J. Chauvel, 1968).

vient plus gréseuse et peut présenter des intercalations psammitiques ou schisto-ampéliteuses visibles à la partie supérieure du front de taille dans la carrière de Saint-Aubin-du-Cormier. Dans cette même carrière, on reconnaît encore quelques bancs d'un grès grossier à ciment quartzophylliteux. Les éléments de cette roche varient entre 0,5 à 2 mm pour les quartz qui sont bien arrondis. De petits fragments schisteux, de l'ordre de 1 mm, entrent également dans la composition de ce grès.

2) ETUDE PALÉONTOLOGIQUE.

Le grès armoricain du Ménez-Bélaïr est pauvre en fossiles. Les auteurs anciens (M. Delage, 1877 ; T. Bézier et P. Lebesconte, 1900) signalent la présence de Bilobites, de Vexilles et de *Lingulidae* recueillis pendant les périodes d'exploitation des carrières. Je n'ai pu retrouver que des vestiges très incomplets de ces traces fossiles, par contre, les niveaux de lutites noires de la carrière de Saint-Aubin-du-Cormier m'ont livré, après attaque chimique du sédiment, un microplancton à Acritarches et Chitinozoaires. Ces microfossiles sont assez mal conservés. Parmi les Acritarches, j'ai

reconnu : *Michystridium stellatum* DEFLANDRE, *Baltisphaeridium* sp. et *Veryhachium trispinosum* (EISENACK).

Le plancton à Chitinozoaires se compose en majorité de *Eremochitina baculata brevis* BENOIT et TAUGOURDEAU. Les genres *Iagenochitina*, *Eucnochitina*, *Rhabdochitina* et *Siphonochitina* sont également représentés.

Ces organismes, souvent détériorés, sont d'âge arenigien par comparaison avec les assemblages du Sahara (A. Benoit et Ph. Taugourdeau, 1961), de Belgique (F. Martin, 1969), de la Montagne Noire (R. Rauscher, 1968) et de Bretagne (J. Deunff et J.J. Chauvel, 1970). L'âge llanvirnien des schistes qui surmontent le grès armoricain laisse penser que cette formation constitue la partie supérieure de l'Arenigien, du moins dans le synclinorium de Ménez-Bélaïr.

Si l'on compare le grès armoricain du Ménez-Bélaïr oriental à celui des régions voisines, plusieurs constatations s'imposent :

— On note en premier lieu une diminution importante de la puissance de la formation puisque celle-ci atteint environ 450 m dans les syncli-

naux du Sud de Rennes (J.J. Chauvel, 1968 ; Cl. Le Corre, 1969) et dans le Finistère (Cl. Babin et al., 1968).

— L'épisode de sédimentation schisto-arénaacée qui s'intercale dans la masse du grès armoricain et que l'on nomme en géologie armoricaine "schistes intermédiaires", n'a pas encore été reconnu dans le synclinorium médian au Nord de Rennes.

— Je n'ai pas réussi non plus à mettre en évidence les couches de minerai de fer que l'on trouve dans le grès armoricain "inférieur" (J.J. Chauvel, 1968).

Il semble qu'il y ait une lacune du grès armoricain "inférieur" et des "schistes intermédiaires" dans la région que j'ai étudiée. Une telle lacune de sédimentation pourrait expliquer la faible puissance de la formation arénigienne dans le synclinorium du Ménez-Bélair. Si cette hypothèse se vérifie, la transgression paléozoïque n'a atteint que tardivement l'actuel Nord de Rennes. L'existence d'un paléorelief fonctionnant comme tel pendant une partie de l'Arenigien peut expliquer cette anomalie de sédimentation. La Mancellia granitique, incomplètement arasée, avant la transgression paléozoïque, a pu jouer ce rôle.

II. — LES SCHISTES A "CALYMENES"

- O₂ -

Ces schistes n'affleurent que ponctuellement ; ils occupent des dépressions limitées par des crêtes de grès armoricain et de grès de Saint-Germain. La puissance de l'ensemble de la formation est voisine de 200 m. Ces schistes dessinent le flanc nord du périsynclinal de Gahard ; ils se présentent en bandes discontinues sur le flanc sud du synclinorium du Ménez-Bélair (fig. 2).

L'étude paléontologique de cette formation m'a permis de distinguer un Llanvirnien et un Llandeilien bien individualisés mais les conditions d'affleurement interdisent une cartographie de détail de ces deux étages que j'ai réunis sous un même symbole : O₂.

A) Le Llanvirnien.

1) CARACTÈRES LITHOLOGIQUES.

Le Llanvirnien est surtout bien exposé dans une tranchée à la Roche-au-Merle en Vieux-Vy-sur-Couesnon et je propose le terme de *couches de la Roche-au-Merle* pour désigner cet ensemble.

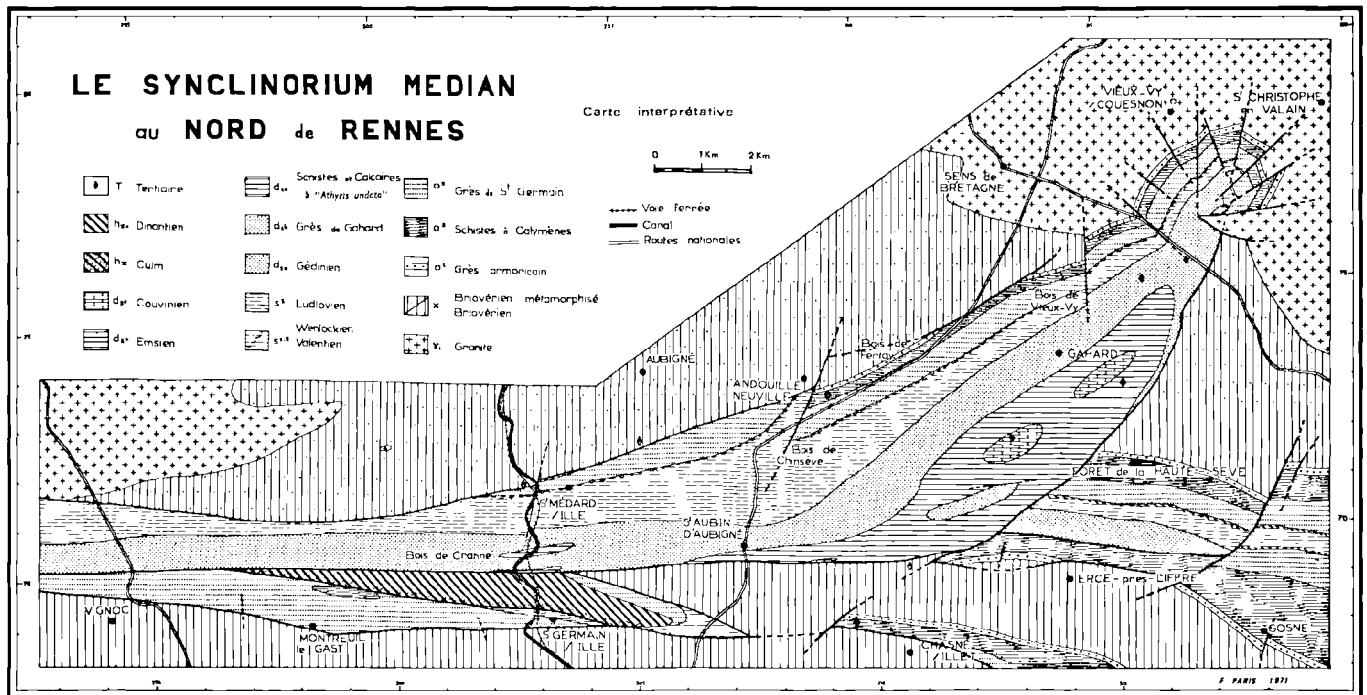


FIG. 2. — Carte géologique du paléozoïque au Nord de Rennes

Le passage du grès armoricain aux schistes llanvirniens se fait très rapidement ; il est possible qu'au contact des deux formations se soit produit un léger décollement, mais sur le terrain, aucun élément ne permet de le mettre en évidence.

Le sédiment llanvirnien correspond en grande partie à une lutite colorée en noir par de la matière organique abondante. Les constituants essentiels sont :

- quartz détritique de faible taille (5 à 10 μ) ;
- chlorite abondante ;
- séricite ;
- muscovite sédimentaire rare ;
- pyrite ;
- pigments organiques.

Trois banes ferrugineux s'intercalent dans la masse des lutites et rappellent les niveaux étudiés par L. Cayeux (1931) dans le Maine et en Normandie. Le premier niveau se situe à 20 m au-dessus du contact avec le grès armoricain (fig. 3). Il s'agit d'un grès chloriteux, riche en oolithes de

chlorite (bavalite) ; sa puissance est de 0,75 m et il a livré un microplancton permettant de dater l'ensemble du Llanvirnien.

Le second banc de puissance voisine de celle du premier, correspond à un grès à ciment chloriteux abondant ; il se situe à 40 m du contact. Le troisième banc a une épaisseur très réduite (0,08 m), sa nature pétrographique est identique à celle du second.

La partie supérieure du Llanvirnien de la région étudiée se marque par l'apparition de petits banes gréseux souvent recouverts d'Ostracodes.

La bande de schistes à "Calymènes" allant de Chasné-sur-Illet à Ercé-près-Liffré présente un faciès différent de celui que l'on rencontre habituellement : ce sont des schistes ardoisiers fossilifères (près de Ercé-près-Liffré). La faune recueillie ne permet cependant pas de dire s'il s'agit réellement de Llanvirnien, mais la présence d'un banc à nodules phosphatés près de Chasné-sur-Illet, suggère cet âge, au moins pour la base de la formation, puisque ce type de sédiment se retrouve de façon quasi-constante à la base du Llanvirnien sur le flanc nord du synclinorium médian et dans le synclinal de Domfront.

2) ETUDE DE LA FAUNE.

Je n'ai pu retrouver les Didymograptidae, présents à la base de l'étage, dans le synclinorium de Martigné-Ferchaud, à Crozon et en Normandie. Les seuls macrofossiles recueillis sont : *Neseuretus tristani* (BRONGNIART) et des Ostracodes (*).

Le microplancton se trouve en abondance dans le banc chloriteux oolithique de La Roche-au-Merle où j'ai recueilli des Acriarches, des Chitinozoaires, des Scolécodontes et des Sporomorphes (F. Paris et J. Deunff, 1970).

B) Le Llandeilien.

Cet étage est représenté par une masse schisteuse dans laquelle s'intercalent quelques petits banes gréseux. L'affleurement principal se trouve à Bas-Conyer, à l'Ouest de Saint-Germain-sur-Ille. Les autres affleurements sont très disséminés et une étude de détail des faunes serait nécessaire pour définir leur position à l'intérieur du Llandeilien.

(*) En cours d'étude par J. Nion.

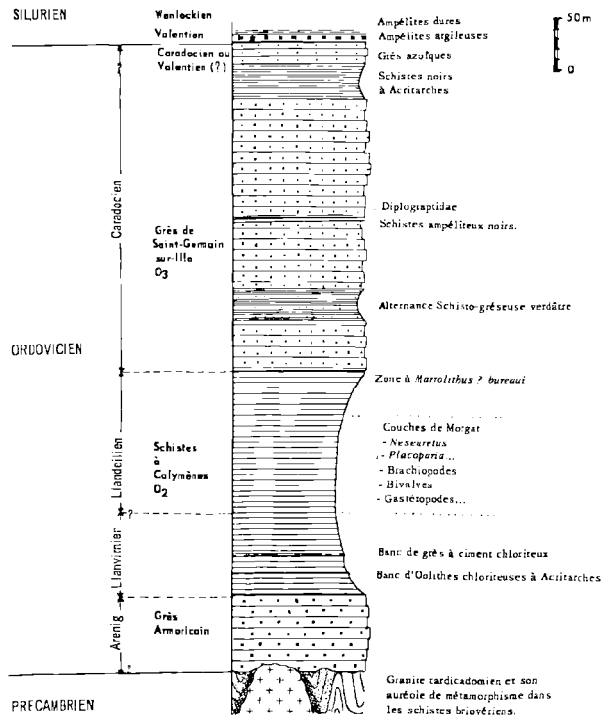


FIG. 3. — Echelle lithostratigraphique et biostratigraphique de l'Ordovicien du Menez Béclair oriental.

1) CARACTÈRES PÉTROGRAPHIQUES.

- Quartz non anguleux (20 et 70 μ) ;
- Quartz très fin, constituant le fond de la roche ;
- Chlorite abondante ;
- Muscovites sédimentaires de grande taille ;
- Pyrite ;
- Goethite (dans les roches altérées) ;
- Calcite (restes de tests d'invertébrés) ;
- Tourmaline (très rare) ;
- Pigments organiques.

À la partie supérieure de la formation, la roche s'enrichit en matière organique et se rapproche d'une ampélite. Le passage à la formation sus-jacente (le grès de Saint-Germain-sur-Ille) se marque du point de vue pétrographique par un apport brusque d'éléments détritiques plus grossiers, et par un appauvrissement très net en matière organique.

2) ETUDE PALÉONTOLOGIQUE.

La macrofaune des schistes du Llandeilien est abondante et variée. Les fossiles se présentent sous la forme de niveaux d'accumulation lenticulaires et calcaireux lorsque la roche n'est pas altérée. Le bon état de conservation de l'ornementation suggère un transport bref. La nature et l'abondance des fossiles font penser à une sédimentation en milieu peu profond (le plus souvent à moins de 100 m de profondeur).

Le tableau suivant résume les diverses données paléontologiques recueillies dans les principaux affleurements de Llandeilien.

Les caractères lithologiques et paléontologiques de la formation sont pratiquement identiques à ceux des couches de Morgat, dans le Finistère (Presqu'île de Crozon). J'utiliserai donc ce terme pour désigner la partie llandeilienne des schistes à "Calymènes".

Dans tout le Synclinorium médian, un *Trinucleidae* marque la partie terminale du Llandeilien et constitue l'espèce index de la faunizone (*) des schistes à *Marrolithus ? bureaui* (OEHLERT). Ces schistes affleurent dans la tranchée de chemin de fer au Sud de la gare de Saint-Médard-sur-Ille.

(*) Ssensu Hupé, 1960.

La position stratigraphique très précise de *Marrolithus ? bureaui* mise en évidence par D. Oehlert (1895) et par F. Kerforne (1897), permet d'attribuer un âge caradocien aux grès sus-jacents. La limite d'étage Llandeilien-Caradocien correspond, dans la région étudiée, à une limite lithologique.

III. — LES GRES
DE SAINT-GERMAIN-SUR-ILLE

- O₃ -

Cette formation, en majorité gréseuse, a une puissance voisine de 300 m. De nombreuses carrières, aujourd'hui abandonnées, permettraient l'exploitation de ce grès au débit régulier. La fig. 2 montre la répartition du grès de Saint-Germain-sur-Ille dans le synclinorium du Ménez-Bélaïr. Les caractères lithologiques de la formation diffèrent légèrement du flanc nord du synclinorium ("Pli de Gahard") au flanc sud ("Pli de Liffré").

1) ASPECT LITHOLOGIQUE.

— Dans le "Pli de Liffré", la carrière Barthélémy, à l'Ouest de Saint-Germain-sur-Ille, offre une coupe assez complète de la formation. Les termes de base, gréseux ou psammitiques, passent rapidement à un sédiment plus fin et argileux. La couleur de ces lutites varie du noir au gris verdâtre. Des stratifications obliques apparaissent dès la base de la formation. Les bancs d'arénite à grain moyen ou fin contiennent de nombreuses figures de sédimentation que l'on peut observer dans la carrière, sur les surfaces de bancs orientés de N100° à N110°. Le pendage moyen des couches est de 65° vers le Sud. L'orientation des "ripple-marks" varie d'un banc à l'autre et la tectonique particulière de la région (blocs découpés par failles) rend très aléatoire toute estimation de direction primitive de courants.

Sur les surfaces de bancs, on reconnaît encore des "flute-casts", des rides d'oscillation et une multitude de terriers d'organismes fouisseurs. Ces terriers, de forme conique, sont remplis de sédiment fin, argileux et riche en matière organique. Par endroit, de petits "galets de boue" sont visibles dans la masse des bancs gréseux.

D'autres figures d'origine sédimentaire s'observent au voisinage des bancs ampéliteux du milieu de la formation. Il s'agit de stratifications

GENRES ET ESPECES	Bas-Couyer	La Cultais	La Rivière	Le Rochelet	Bas-Rocher	St-Médard-sur-Ille
TRILOBITES						
<i>Asaphidae</i>	●	●				
<i>Colpocoryphe rouaulti</i>	●					
<i>Colpocoryphe salteri</i>	●					
<i>Crozonaspis struvei</i>	●		●			
<i>Eccoptochile</i> sp.	●					
<i>Ectillaenus</i> sp.	●				●	
<i>Kloucekia micheli</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Marrolithus ? bureaui</i>						●
<i>Neseuretus tristani</i>	*	*	●	●	●	
<i>Pl. (Coplacoparia) tournemini</i>	●	●	●			
<i>Plaesiacomia oehlerti</i>	●	●	●			
<i>Ph. (Prephacopidella) hupei</i> ..	●	●	●			
<i>Uralichas cf. heberti</i>	●					
OSTRACODES						
<i>Adelphobolbina</i> sp.				●		
<i>Ctenobolbina ribeiriana</i>	●	●				
<i>Tallinnella</i> sp.	●					
<i>Primitia simplex</i>	●					
MOLLUSQUES BIVALVES						
<i>Actinodonta naranjoana</i>	●	●				
<i>Ctenodonta bussacensis</i>	●	●	●			
<i>Ctenodonta costae</i>	●	●				
<i>Ctenodonta</i> sp.	●					
<i>Redonia deshayesi</i>	●	●	●			
MOLLUSQUES GASTÉROPODES						
<i>Bellerophon</i> sp.	●					
<i>Pleurotomaria bussacensis</i> ...	●	●				
MOLLUSQUES CÉPHALOPODES						
Céphalopodes orthocônes	●	●				
BRACHIOPODES						
<i>Aegiromena</i> sp.	?	●				
<i>Doerorthidae ?</i>	●	●				
<i>Heterorthina</i> sp.	●	●	●	●	●	
ECHINODERMES						
<i>Calix rouaulti</i>	●				●	
Crinoïdes	●	●	●		●	
HYOLITHIDAE						
	●					

● Présent.

* Très abondant.

obliques ou entrecroisées dont l'échelle varie du décimètre au mètre. Leur mode de formation peut être en rapport avec des déplacements de rides asymétriques en milieu marin très peu profond (zone tidale de plages, d'estuaires ou de deltas ; le sens des courants y est varié et leur action érosive importante).

Si l'analyse des figures sédimentaires ne m'a pas permis de définir le sens des apports détritiques, elle confirme cependant la position normale de la série.

— Dans le "Pli de Gahard", les caractères lithologiques du grès de Saint-Germain sont légèrement différents. Des joints schisteux grossiers, riches en muscovite, apparaissent entre les bancs gréseux. Des niveaux argileux noirs et très fins observés dans la carrière Pioe à l'Est de Vieux-Vy-sur-Couesnon, ont comme équivalent les ampélites affleurant au milieu du grès, près de Saint-Germain-sur-Ille ; on y recueille un microplankton assez semblable. La partie supérieure du grès de Saint-Germain correspond à une masse schistopsammitique à Vieux-Vy-sur-Couesnon, mais les conditions d'affleurements ne permettent pas d'observer le passage au Silurien dont on peut étudier un banc d'ampélites à Graptolithes à une vingtaine de mètres des psammites ordoviciennes.

Le grès de Saint-Germain dans le "Pli de Gahard" comporte des figures de sédimentation variées. Les plus fréquentes sont les figures de charge qui donnent parfois l'illusion de boudinage lorsque le front de taille entame les bancs perpendiculairement à leur direction.

Des échantillons provenant du camp militaire de la Lande d'Ouée sont riches en traces de bioturbation et en figures sédimentaires diverses : petits "flute-casts", figures de charge, rides d'oscillation. Le grès renferme par endroit de nombreux galets de "boue" disposés parallèlement à la stratification et des petites amandes gréseuses de l'ordre du centimètre. Le grand axe de l'amande est parallèle à la surface du banc et l'allongement moyen, perpendiculaire à cette surface. Ces figures s'entrecroisent parfois et rappellent de petits cristaux de gypse épigénisés en silice. Leur association avec un "bilobite" permet de définir leur polarité. Si l'hypothèse de cristaux de gypse se vérifiait, il faudrait envisager un épisode de surconcentration de l'eau au moment du dépôt ou lors de la diagénèse. Dans ce dernier cas, il

serait toutefois surprenant que tous ces cristaux se développent uniquement sur la surface de stratification. La sédimentation du grès de Saint-Germain évoque toujours des dépôts en milieu peu profond susceptible de présenter des épisodes de brèves émergences, localisées dans l'espace. Ce type de sédimentation traduit peut-être un écho lointain de l'orogénèse calédonienne dans la région étudiée.

2) CARACTÈRES PÉTROGRAPHIQUES.

Le grès de Saint-Germain correspond en majeure partie à une arénite. La taille et la forme des grains sont assez constantes, mais le ciment devient quartzeux dans les bancs les plus cohérents et phylliteux près des psammites.

Les constituants essentiels sont :

- quartz (de 100 à 200 μ) ;
- phyllites (la muscovite devient très abondante dans les grès psammitiques) ;
- feldspaths séricitisés ;
- minéraux argileux ;
- pyrite.

Les lutites que l'on observe entre les bancs de grès sont parfois si riches en matière organique qu'elles constituent de véritables ampélites.

Dans l'entrée de la carrière de Bel-Air, près de Montreuil-le-Gast, une masse noire à schistosité intense n'a pu être replacée dans l'échelle lithostratigraphique du grès de Saint-Germain. Ces schistes n'ont livré aucun fossile et la nature pétrographique du sédiment, modifiée par les minéraux de néoformation, ne se retrouve pas dans d'autres affleurements. Cette masse schisteuse est limitée au Nord et au Sud par des failles ; il est donc hasardeux de considérer ce sédiment comme étant postérieur au grès de Saint-Germain connu dans la carrière voisine ; il peut s'agir d'un "paquet" de schistes à "Calymènes" remonté tectoniquement.

3) ETUDE PALÉONTOLOGIQUE.

— *La macrofaune.*

Les fossiles du grès de Saint-Germain-sur-Ille ont été recueillis pour la plupart pendant les périodes d'exploitation des carrières et uniquement dans le "Pli de Liffré".

GENRES ET ESPECES	Carrière Bel-Air	Carrière Barthélémy	Tranchée de la voie ferrée
TRILOBITES			
<i>Calymenella bayani</i>		●	●
<i>Echomalonotidae</i>	●	●	
BRACHIOPODES			
" <i>Orthis berthoisii</i> "	●	●	●
" <i>Orthis budleighensis</i> "		●	●
MOLLUSQUES GASTÉROPODES			
<i>Bellerophon deslonchampsii</i>	●	●	
CÉPHALOPODES ORTHOCÔNES			
<i>Bryozoa</i>	●	●	●
GRAPTOLITHES			
<i>Orthograptus truncatus truncatus</i> ..		●	●
<i>Orthograptus truncatus socialis</i>		●	●
<i>Orthograptus truncatus abbreviatus</i> .		●	●

Certains de ces fossiles n'ont pas été révisés récemment et des déterminations seraient sans doute à revoir, mais l'âge caradocien de la formation paraît suffisamment établi puisque P. Toghil (1970) donne aux trois variétés d'*Orthograptus* une répartition allant de la zone à *Pleurograptus linearis* à la zone à *Dicellograptus anceps* en Ecosse du Sud.

Ces deux zones appartiennent en majorité au Caradocien et à la base de l'Ashgillien. La présence simultanée de ces trois variétés d'*Orthograptus* sur un même échantillon du grès de Saint-Germain interdit pourtant une zonation très précise des Graptolithes au Nord de Rennes.

J'ai observé des formes évoquant des *Spongiaires* dans des échantillons de grès caradocien provenant du camp de la Lande d'Oué; leur étude est rendue difficile par la recristallisation qui affecte le sédiment.

— Les micro-organismes.

Certains faciès favorables (ampélites, lutites sombres) ont livré des micro-organismes : Chitinozoaires et Acritarches, autour de Saint-Germain-sur-Ille et dans la carrière Pioe en Vieux-Vy-sur-Couesnon.

Les Chitinozoaires sont surtout présents dans les niveaux ampéliteux du milieu de la formation. Le volume des organismes est conservé malgré l'écrasement que la roche a subi dans certains cas.

J'ai reconnu :

— CHITINOZOAIRES :

Clavachitina cf. *dactylus* (COLLINSON et SCHWALB) ;
Euconochitina pellucida (TAUGOURDEAU).

— ACRIARCHES :

Baltisphaeridium cf. *brevispinosum* (EISENACK) ;
Baltisphaeridium eisenackianum (DEUNFF) ;
Micrhystridium sp. ;
Veryhachium cf. *macroceras* DEUNFF ;
Veryhachium reductum (DEUNFF) ;
Veryhachium trispinosum (EISENACK) ;
Veryhachium trisulcum (DEUNFF).

Ce microplancton, bien que ne contenant pas d'espèces très localisées stratigraphiquement, indique un âge caradocien pour la formation [par analogie avec les organismes du Veryhach (J. Deunff, 1958) ou de Lybie (en cours d'étude)].

Compte tenu du caractère ponctuel des affleurements, l'existence d'Ashgillien ne peut être démontrée dans cette région. Les faciès calcaires ou schisteux qui constituent la partie terminale de l'Ordovicien dans le reste du synclinorium médian n'ont pu être observés dans la partie orientale du synclinorium du Ménez-Bélair. Ces formations de l'Ordovicien supérieur ont été datées récemment par M. Lindström et A. Pelhate (1971) pour les calcaires de Rosan, et par M. Mélou (1971) pour les schistes et calcaires tuffacés de

Coat-Garrec. Ces différents auteurs s'accordent à fixer un âge caradocien ou base de l'Ashgillien à ces sédiments. Un arrêt de la sédimentation peut être envisagé, pour expliquer la lacune possible de l'Ashgillien au Nord de Rennes, mais une érosion anté-llandovérienne de l'Ordovicien supérieur ne peut être rejetée "a priori" puisque l'on connaît à cette époque des traces de glaciation au Maroc (J. Destombes, 1968), en Espagne (F. Arbey et G. Tamain, 1971) et peut-être en Normandie (L. Dangeard et F. Doré, 1971).

Malgré les apports nouveaux à l'actif de la Micropaléontologie, la limite Ordovicien-Silurien reste difficile à mettre en évidence au travers des affleurements existant actuellement. Le Llando-vérien n'est reconnu avec certitude que dans les ampélites à *Monograptus*.

IV. — RELATIONS ENTRE L'ORDOVICIEN DU NORD DE RENNES ET CELUI DE QUELQUES REGIONS VOISINES

Les diverses données lithostratigraphiques et biostratigraphiques mises en évidence dans l'Ordovicien du synclinorium du Ménez-Bélaïr permettent de proposer des corrélations avec les régions voisines : "Bassin" de Chateaulin vers l'Ouest, synclinorium de Martigné-Ferchaud au Sud de Rennes, synclinal de Domfront en Normandie (fig. 4).

Des inégalités sensibles de sédimentation apparaissent au cours de l'Ordovicien entre les domaines actuellement voisins. La puissance cumulée de l'Arenigien, du Llanvirnien et du Llandeïlien

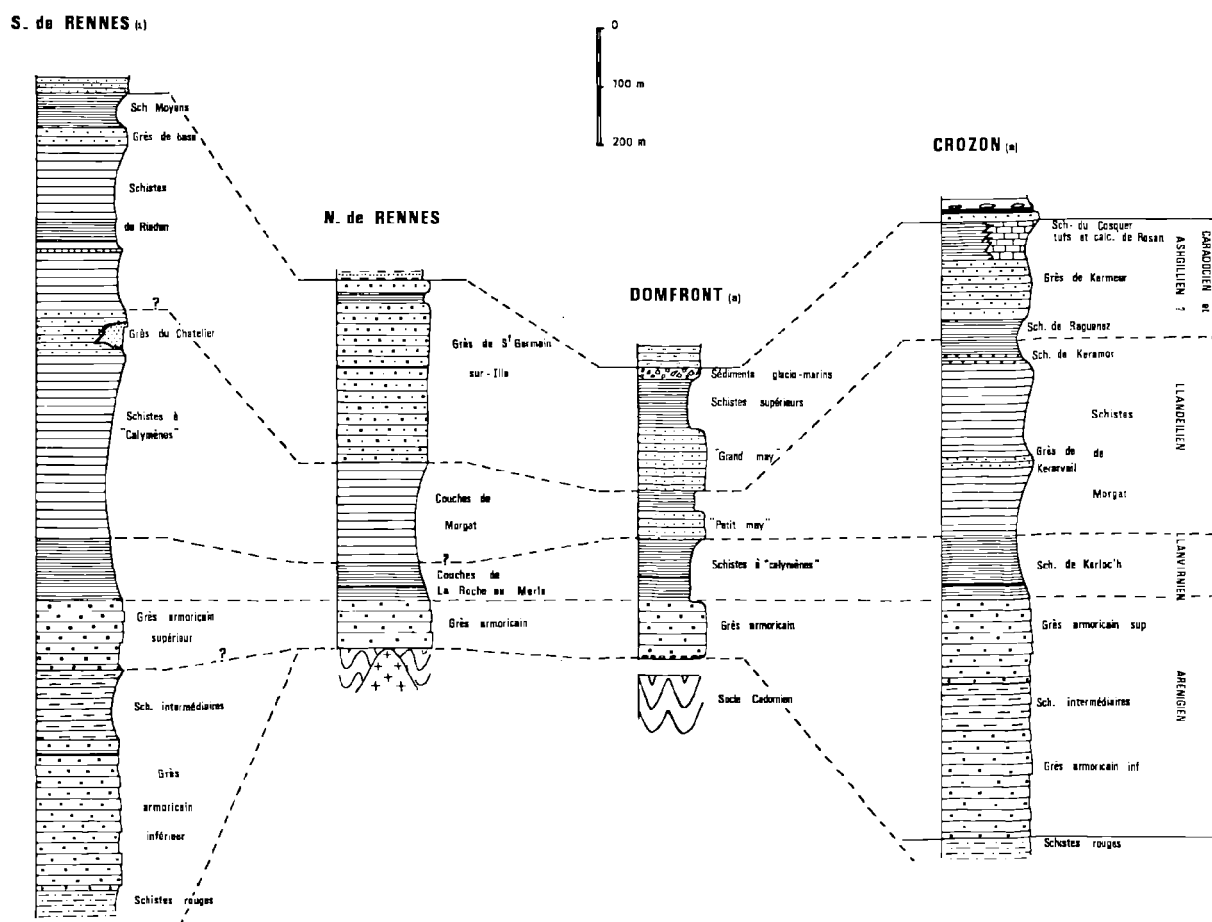


FIG. 4. — Essai de corrélations entre l'Ordovicien du Ménez-Bélaïr et celui de régions voisines : Sud de Rennes, Crozon, Domfront.
1 et 2 : Babin C. et al. (1968) ; 3 : Dangeard L. et Doré F. (1971).

est proche de 1200 m dans le synclinorium de Martigné-Ferchaud (Le Corre, 1969) et de 1000 m à Crozon (Babin et al., 1968 ; J.J. Chauvel et Cl. Le Corre, 1971). Elle atteint à peine 300 m dans les synclinaux du Menez-Bélaïr (F. Paris, 1971) et de Domfront (L. Dangeard et F. Doré, 1971).

Une variation de subsidence ne doit pas à elle seule expliquer une telle différence d'épaisseur. Une reconstitution paléogéographique grossière de l'Ordovicien inférieur et moyen met en évidence des reliefs émergés vers le Nord. Ces reliefs ont résisté aux premières transgressions paléozoïques avant d'être progressivement ennoyés. La différence de puissance entre des formations homologues est surtout sensible à l'Arenigien.

L'existence d'un paléorelief échappant partiellement à la pénéplanation post-cadomienne se justifie d'autant plus que l'on est obligé d'envsager des terres émergées pour alimenter la sédimentation paléozoïque centre-armoricaine. Ces faits corroborent les conclusions de J.J. Chauvel (1969) sur l'origine des minerais de fer du grès armoricain inférieur au Sud de Rennes.

Le Caradocien voit une individualisation plus nette des types de sédimentations se traduisant

par des dépôts fins vers le Sud (schistes de Riadan) et plus grossiers au Nord et au Nord-Est (grès de Saint-Germain-sur-Ille et grès du Grand May).

Durant tout l'Ordovicien, l'ensemble des faciès propres à cette partie du synclinorium médian, témoigne de dépôts marins épicontinentaux et certaines observations dans le grès de Saint-Germain ne s'expliquent que par une sédimentation se faisant sous une tranche d'eau très réduite.

Les études de faune (Trilobites, Brachiopodes) font apparaître également une opposition assez nette entre les populations du synclinorium de Martigné-Ferchaud au Sud de Rennes et du synclinorium médian au Nord (E. Clarkson et J.L. Henry, 1969 ; J.L. Henry, 1969 ; F. Paris et J.L. Henry, sous presse).

Le caractère régressif du grès de Saint-Germain-sur-Ille peut traduire une influence éventuelle des mouvements calédoniens sur le socle armoricain, à la fin de l'Ordovicien. D'autres aspects de ces manifestations "épi-calédoniennes" pourraient être représentés, notamment dans la presqu'île de Crozon (Finistère), par le volcanisme sub-aérien basique de Rosan-Lostmarc'h, par des glissements sous-aquatiques et par des lacunes locales de sédimentation (A. Philippot, 1961).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ARBEY F. et TAMAIN G. (1971). — Existence d'une glaciation siluro-ordovicienne en Sierra Morena (Espagne). C.R. AC. SC., 272, p. 1721-1723, Pl. 1-2, Paris.
- 2) BABIN Cl. (1966). — Mollusques bivalves et Céphalopodes du Paléozoïque armoricain ; étude systématique, essai sur la phylogénie des Bivalves, esquisse paléocéologique. THESE, 438 p., 13 pl. Brest (Imp. commerciale et administrative).
- 3) BABIN Cl. et al (1968). — Le Paléozoïque anté-carbonifère de Bretagne (France). Résultats récents et problèmes actuels. CAZOPIS PRO MINERALOGII A GEOLOGII, r. 13, c. 3, p. 262-278, 4 fig. Prague, 1968.
- 4) BARROIS Ch. (1895). — Le Bassin du Menez-Bélaïr (Côtes-du-Nord et Ille-et-Vilaine). ANN. SOC. GEOL. NORD, t. XXII, p. 181-350, 10 pl., Lille.
- 5) BISCHOP A.C. et al (1969). — The stratigraphy and structure of part of west Finistère, France. Q. J. GEOL. SOC. LOND., 124, p. 309-348. Londres.
- 6) CAYEUX L. (1910). — Les minerais de fer oolithiques primaires de France. BULL. SOC. GEOL. FRANCE, 4^{me} sér., t. X, p. 531-540.
- 7) CAYEUX L. (1931). — Les minerais de fer dans l'Ouest de la France. Constitution, modes de formation, origine du fer. REV. UNIV. DES MINES, 8^{me} sér., V, 10 et 11, p. 7-16. Liège.
- 8) CHAUVEL J.J. (1968). — Contribution à l'étude des minerais de fer de l'Ordovicien inférieur de Bretagne. THESE, Rennes.
- 9) CHAUVEL J.J., DEUNFF J. et LE CORRE Cl. (1970). — Découverte d'une association minerais de fer - microplancton dans l'Ordovicien du flanc Nord du Bassin de Laval (Mayenne) : étude pétrographique et micro-paléontologique. C.R. AC. SC., 270, p. 1219-1222.
- 10) CHAUVEL J.J. et LE CORRE Cl. (1971). — La transgression paléozoïque et l'Ordovicien inférieur dans la Presqu'île de Crozon (Finistère). Colloque Ordovicien-Silurien. Brest 1971. MEM. B.R.G.M., n° 73, p. 109-117, fig. 1-4.
- 11) CLARKSON E.N.K. et HENRY J.L. (1969). — Sur une nouvelle espèce du genre *Crozonaspis* (Trilobite), découverte dans l'Ordovicien de la Mayenne. BULL. SOC. GEOL. FRANCE, (7), XI, p. 116-123, fig. 14, Pl. I, Paris.
- 12) COMBAZ A. (1967). — Microfossiles organiques du Paléozoïque. - Chitinozoaires. I, 42 p., 8 fig., 5 pl. Editions du C.N.R.S., Paris.
- 13) COMBAZ A. (1967). — Microfossiles organiques du Paléozoïque. - Chitinozoaires. II, 96 p., 11 pl. Editions du C.N.R.S., Paris.
- 14) DELAGE M. (1877). — Stratigraphie des terrains primaires dans le Nord du département d'Ille-et-Vilaine. Thèse, 138 p., 11 pl., Paris.
- 15) DANGEARD L. et DORE F. (1971). — Faciès glaciaires de l'Ordovicien supérieur de Normandie. Colloque Ordovicien-Silurien. Brest 1971. MEM. B.R.G.M., n° 73, p. 119-127, fig. 1-2, 1 pl.
- 16) DESTOMBES J. (1968). — Sur la nature glaciaire des sédiments du groupe du 2^{me} Bani Asghil supérieur de l'Anti-Atlas, Maroc. C.R. AC. SC., 267, 7, p. 684-686. Paris.
- 17) DESTOMBES J. (1970). — Cambrien Moyen et Ordovicien. Colloque international sur les Corréations du Précambrien. Agadir-Rabat. Livret-guide de l'excursion : Anti-Atlas occidental et central. NOTES et MEM. SERV. GEOL. MAROC, 229, p. 161-170.
- 18) DESTOMBES J. (1971). — L'Ordovicien au Maroc. Essai de synthèse stratigraphique. Colloque Ordovicien-Silurien. Brest 1971. MEM. B.R.G.M., n° 73, p. 237-263, fig. 1-2, tabl. 1-2.

- 19) DEUNFF J. (1958). — Micro-organismes du Primaire armoricain. I. - Ordovicien du Veryhac'h (Presqu'île de Crozon). BULL. SOC. GEOL. MIN. BRETAGNE, n. s. 2, I, p. 41, 12 pl., 7 fig., Rennes.
- 20) DEUNFF J. et CHAUVEL J.J. (1970). — Un microplancton à Chitinozoaires et Acritarches dans les niveaux schisteux du grès armoricain (Mayenne et Sud de Rennes). C.R. SOMM. SOC. GEOL. FRANCE, 6, p. 196-197, 1 pl., Paris.
- 21) DORE F. (1969). — Les formations cambriennes de Normandie. Thèse, 790 p., 50 pl., Caen. (N° d'identification C.N.R.S. : 2837).
- 22) HENRY J.L. (1965). — Quelques Acritarches (micro-organismes *incertae sedis*) de l'Ordovicien de Bretagne. C.R. SOMM. SOC. GEOL. FRANCE, 7, p. 265-266, 1 fig., Paris.
- 23) HENRY J.L. (1968). — *Crozonaspis struvei* n. g. n. sp., *Zeliszkeiinae* (Trilobita) de l'Ordovicien de Bretagne. SENCK. LETH., 49, 5/6, p. 367-380, fig. 1-4, taf. 1-2, Francfort-sur-le-Main.
- 24) HENRY J.L. (1969). — Micro-organismes *incertae sedis* (Acritarches et Chitinozoaires) de l'Ordovicien de la Presqu'île de Crozon (Finistère) : gisements de Mort-Anglaise et de Kerglentin. BULL. SOC. GEOL. MINER. BRETAGNE, thèse, p. 59-100, 8 pl., Rennes (1968).
- 25) HENRY J.L. (1969). — Sur une nouvelle espèce du genre *Crozonaspis* (Trilobite) découverte dans l'Ordovicien de la Mayenne. BULL. SOC. GEOL. FRANCE, 7, XI, p. 116-123, Paris.
- 26) HENRY J.L. (1969). — Données stratigraphiques sur l'Ordovicien de Bretagne et de Normandie. BULL. SOC. GEOL. MINER. BRETAGNE, (c), 1, I, p. 11-20, 2 fig., Rennes.
- 27) HENRY J.L. (1970). — Quelques *Calymenacea* (Trilobites) de l'Ordovicien de Bretagne. ANN. PALEONT., LVI, I, p. 3-27, fig. 1-5, Pl. A-C. Paris.
- 28) HENRY J.L. (1971). — Les Trilobites *Asaphidae* et *Eohomalonotidae* du grès armoricain (Arenigien ?) de l'Ouest de la France. Colloque Ordovicien-Silurien. Brest 1971. MEM. B.R.G.M., n° 73, p. 65-77, fig. 1-4, Pl. 1-2.
- 29) HENRY J.L. et THADEU D. (1971). — Intérêt stratigraphique et paléogéographique d'un microplancton à Acritarches découvert dans l'Ordovicien de la Sierra de Buçaco (Portugal). C.R. AC. SC., 272, p. 1343-1346, 1 pl., Paris.
- 30) HUPE P. (1960). — Les zones stratigraphiques. BULL. TRIM. SERV. INF. GEOL. (S.I.G.) B.R.G.M., n° 49, 20 p., 8 fig.
- 31) KERFORNE F. (1897). — Le niveau à *Trinucleus bureaui* dans le massif armoricain, et en particulier dans la presqu'île de Crozon. BULL. SOC. SCI. MEDIC. DE L'OUEST, VI, 3-4, p. 245-257, Rennes.
- 32) KERFORNE F. (1915). — Compte rendu des excursions du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Rennes en 1915. BULL. SOC. SCI. MEDIC. DE L'OUEST, XXIV, p. 15-26., Rennes.
- 33) KERFORNE F. (1923). — Etude stratigraphique de la vallée de l'Ille entre Saint-Germain-sur-Ille et Saint-Médard-sur-Ille (Ille-et-Vilaine). BULL. SOC. GEOL. MIN. BRETAGNE, IV, 2, p. 178-191. Rennes.
- 34) LEBESCONTE P. (1881). — Sur la classification des assises siluriennes d'Ille-et-Vilaine et des départements voisins. BULL. SOC. GEOL. FRANCE, X, p. 55-58, Paris.
- 35) LE CORRE Cl. (1969). — Contribution à l'étude géologique des synclinaux du Sud de Rennes (Massif armoricain). Thèse, 116 p., 54 fig., 5 pl., Orsay.
- 36) LE CORRE Cl. et DEUNFF J. (1969). — Sur la présence d'Acritarches au sommet des schistes de l'Ordovicien moyen au Sud de Rennes. BULL. SOC. GEOL. MINER. BRETAGNE, série C, I, 1, p. 45-48, 1 fig., 1 pl., Rennes.
- 37) LINDSTROM M. et PELHATE A. (1971). — Présence de Conodontes dans les Calcaires de Rosan (Ordovicien moyen et supérieur, Massif armoricain). Colloque Ordovicien-Silurien. Brest 1971. MEM. B.R.G.M., n° 73, p. 89-91.
- 38) MELOU M. (1971). — Nouvelle espèce de *Leptestina* dans l'Ordovicien supérieur de l'Aulne (Finistère). Colloque Ordovicien-Silurien, Brest 1971. MEM. B.R.G.M., n° 73, p. 93-105, fig. a 1-3, 2 pl.
- 39) MILON Y. et DANGEARD L. (1920). — Compte rendu des excursions du Laboratoire de Géologie en 1920. BULL. SOC. GEOL. MINER. BRETAGNE, I, 3, p. 155-164, Rennes.
- 40) MORFAUX M. (1964). — Etude de l'Ordovicien de l'anse de Pen-Hir (presqu'île de Crozon). Dip. Et. Sup. Fac. Sc. Paris.
- 41) NION J. et HENRY J.L. (1967). — *Phacopidella (Prephacopidella) hupei* nov. sp., nouveau trilobite de l'Ordovicien du Finistère. BULL. SOC. GEOL. FRANCE, (7), VIII, p. 884-890, 3 fig. Pl. XXIV, (non 1966). Paris.
- 42) OEHLERT D.P. (1895). — Sur les *Trinucleus* de l'Ouest de la France. BULL. SOC. GEOL. FRANCE, (3), XXIII, p. 299-336, fig. a-q, Pl. I-II. Paris.
- 43) OEHLERT D.P. et BIGOT A. (1905). — Feuille de « Laval » de la carte géologique détaillée de la France. Notice explicative. BULL. SOC. LINN. NORMANDIE, (5), 9, p. 225-246, Caen.
- 44) PARIS F. et DEUNFF J. (1970). — Le Paléoplancton des niveaux chloriteux llanvirniens de la Roche-au-Merle (commune de Vieux-Vy-sur-Couesnon, Ille-et-Vilaine). BULL. SOC. GEOL. MINER. BRETAGNE, (c), I, 3, 3 fig., 3 pl., Rennes.
- 45) PARIS F. (1971). — Etude géologique de la terminaison orientale du Ménez-Bélaire (Synclinorium médian armoricain). Thèse, 141 p., 6 pl., Rennes.
- 46) PHILIPPOT A. (1950). — Les Graptolithes du Massif armoricain. Etude stratigraphique et paléontologique. MEM. SOC. GEOL. MINER. BRETAGNE, VII, 295 p., 22 fig., Thèse, Rennes.
- 47) PHILIPPOT A. (1961). — Remarques sur la sédimentation de l'Ordovicien supérieur et de l'Ordovicien moyen dans la presqu'île de Crozon (Finistère). BULL. SOC. GEOL. MINER. BRETAGNE, nouv. ser., I, II, p. 133-143, Rennes (non 1963).
- 48) PINEL-ROCHETTE A. (1956). — Quelques remarques sur la constitution de l'éperon de Vieux-Vy-sur-Couesnon. BULL. SOC. GEOL. MINER. BRETAGNE, nouv. sér. I, II, p. 51-65, 4 fig., Rennes.
- 49) PRUVOST P. (1949). — Les mers et les terres de Bretagne aux temps paléozoïques. ANN. HEBERT et HAUG., VII, p. 345-362, 4 fig.
- 50) TAMAIN G. (1967). — El centenillo, zone de référence pour l'étude de l'Ordovicien de la Sierra Morena orientale (Espagne). C.R. AC. SC., 265, p. 389-392. Paris.
- 51) TAMAIN G. (1971). — L'Ordovicien Est-marianique (Espagne). Sa place dans la province méditerranéenne. Colloque Ordovicien-Silurien. Brest 1971. MEM. B.R.G.M., n° 73, p. 403-416, fig. 1-6.
- 52) TAMAIN G. et OVTRACHT A. (1971). — Essai de corrélation entre La Meseta hibernique et le Massif armoricain au Précambrien supérieur et au Paléozoïque inférieur. C.R. AC. SC., 272, p. 2289-2292. Paris.
- 53) TAUGOURDEAU Ph. (1966). — Les chitinozoaires, techniques d'études, morphologie et classification. MEM. SO. GEOL. FRANCE, nouv. sér., XLV, 1, 64 p., 5 tabl., 4 pl., Paris.
- 54) TOGHILL P. (1970). — Highest ordovician (Hartfell shales) Graptolite faunas from the Moffat area, South Scotland. BULL. BR. MUS. NAT. HIST. (GEOL.), 19, 1, p. 1-26, 4 fig., 16 pl., Londres.
- 55) TROMELIN G. (de) et LEBESCONTE P. (1877). — Observations sur les terrains primaires du Nord du département d'Ille-et-Vilaine, et de quelques autres parties du Massif breton (Paléozoïque de l'Ouest de la France). BULL. SOC. GEOL. FRANCE, (3), IV, 43 p., (non 1876).

TABLE DES MATIÈRES

1971

TABLE DES MATIERES

Activité de la Société

- Elections pour le renouvellement du Conseil d'Administration, p. 13.
Réunion extraordinaire de la Société du 13 Juin 1971, p. 211.
Election de nouveaux membres, p. 11, 13, 16, 107, 177, 213.
Séances ordinaires de la Société : 16 Décembre 1970, p. 11 ; 20 Janvier 1971, p. 13 ; 17 Février 1971, p. 14 ; 17 Mars 1971, p. 16 ; 21 Avril 1971, p. 107 ; 12 Mai 1971, p. 177 ; 9 Juin 1971, p. 177 ; 3 Novembre 1971, p. 211 ; 1^{er} Décembre 1971, p. 213.

Nécrologie

- M. A. GROSJEAN, p. 212.

Présentation d'ouvrages

- Thèse de Mademoiselle D. BRICE, p. 177.
Préhistoire ancienne de l'Europe septentrionale, p. 212.

Discours

- M. J. GANTOIS, p. 14.
M^{lle} D. BRICE, p. 15.

Excursion de la Société

- Compte rendu de l'excursion extraordinaire du 13 Juin 1971, p. 211.

Stratigraphie

- J. MANIA. — Etude géologique d'un secteur de l'Arcadie (Péloponnèse central - Grèce), p. 47.
J.L. MANSY. — Etude géologique des monts de Kiparissia (Messénie, Grèce), p. 57.
P. CHOTIN. — Présentation de la chaîne andine à la latitude de Concepción (Chili), p. 79.
A.F. DE LAPPARENT. — Essai sur le Paléozoïque de la région d'Hajigak (Afghanistan) et son encadrement, p. 145.
F. PARIS. — L'Ordovicien du Synclinerium du Ménez-Bélair (Synclinerium médian armoricain). Ses caractères et sa place dans la paléogéographie centre-armoricaine, p. 241.

Tectonique

- J. MANIA. — Etude géologique d'un secteur de l'Arcadie (Péloponnèse central - Grèce), p. 47.
J.L. MANSY. — Etude géologique des monts de Kiparissia (Messénie, Grèce), p. 57.
P. CHOTIN. — Présentation de la chaîne andine à la latitude de Concepción (Chili), p. 79.

Hydrogéologie

- G. WATERLOT. — Deux exemples de l'évolution du chimisme de l'eau artésienne dans la nappe de la Gaize oxfordienne et celle des sables verts albiens, en Ardenne, p. 25.

Géomorphologie

- A. BONTE. — Poches de dissolution et argile résiduelle, p. 39.

Pétrographie et Minéralogie

- A. GARCIA-LOYGORRI et P. DOLLÉ. — Les tonsteins du Bassin houiller de Villanueva del Rio y Minas (Westphalien B) (Province de Séville - Espagne), p. 17.
J. PROUVOST. — Sur les propriétés d'anisotropie de la pyrite de Dravidji (Turquie), p. 109.
R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER. — Deux coques naturels : le " charbon mort " de Cruéjouis et le " calciné " de Decazeville (Aveyron), p. 179.

Paléontologie

- F. ROBASZYNSKI. — Les Foraminifères pélagiques des " Dièves " crétacées aux abords du golfe de Mons (Belgique), p. 31.
R. COQUEL. — Contribution à la connaissance du Westphalien inférieur : les microspores de l'assise de Vicoigne dans l'unité de production de Valenciennes (H.B.N.P.C.). Application stratigraphique, p. 65.
Y. LEMOIGNE. — Sur la zonation de bois et écorces d'arbres du Paléozoïque et notion de rythmes biologiques, p. 93.
Y. PLUSQUELLEC. — Révision du genre *Microcyclus* MEEK et WORTHEN 1868 (Tétracoralliaire), p. 129.
C. GUERNET et G. TERMIER. — Sur un Sphinctozoaire (Spongiaire) du Permien de l'Eubée (Grèce) : *Amblysiphonella canaliculata* nov. sp., p. 141.
J.P. LAVEINE. — Sporomorphes *in situ* de quelques Parispermées (Neuroptéridées) du Carbonifère, p. 155.
J. CHARVET et G. TERMIER. — Les Nérinéacés de la limite Jurassique - Crétacé de Bjeliš (Nord de Sarajevo, Yougoslavie), p. 187.
F. ROBASZYNSKI. — Les " Dièves " de Maubeuge (Nord) et leurs deux Tourtias (Crétacé supérieur), p. 193.
J. LEPLAT et F. ROBASZYNSKI. — Une couche à Rotalipores dans les " Dièves " (Crétacé supérieur) dans un sondage à Trith (Nord), p. 199.
C. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER. — Rôle des Maldanes (Annélides Polychètes) dans certains types de bioturbation, p. 203.
D. BRICE et P. MEATS. — Le genre *Ripidiorhynchus* SARTENAER 1966 (Rhynchonellida-Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France), p. 215.
Cl. PAREYN, G. TERMIER et H. TERMIER. — Les Bivalves ostréiformes du Sahara, p. 229.

Terrains Primaires

- A. GARCIA-LOYGORRI et P. DOLLÉ. — Les tonsteins du Bassin houiller de Villanueva del Rio y Minas (Westphalien B) (Province de Séville - Espagne), p. 17.
- R. COQUEL. — Contribution à la connaissance du Westphalien inférieur : les microspores de l'assise de Vicoigne dans l'unité de production de Valenciennes (H.B.N.P.C.). Application stratigraphique, p. 65.
- B. HOYEZ. — Le Viséen du Boulonnais : analyse et corrélation séquentielles, p. 113.
- Y. PLUSQUELLEC. — Révision du genre *Microcycylus* MEEK et WORTHEN 1868 (Tétracoralliaire), p. 129.
- C. GUERNET et G. TERMIER. — Sur un Sphinctozoaire (Spongiaire) du Permien de l'Eubée (Grèce) : *Amblysiphonella canaliculata* nov. sp., p. 141.
- J.P. LAVEINE. — Sporomorphes *in situ* de quelques Parispermées (Neuroptéridées) du Carbonifère, p. 155.
- R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER. — Deux coques naturels : le "charbon mort" de Cruéjoul et le "calciné" de Decazeville (Aveyron), p. 179.
- D. BRICE et P. MEATS. — Le genre *Ripidiorhynchus* SARTENAER 1966 (Rhynchonellida-Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France), p. 215.
- Cl. PAREYN, G. TERMIER et H. TERMIER. — Les Bivalves ostréiformes du Sahara, p. 229.
- F. PARIS. — L'Ordovicien du Synclinorium du Ménez-Bélair (Synclinorium médian armoricain). Ses caractères et sa place dans la paléogéographie centre-armoricaine, p. 241.

Terrains Secondaires

- G. WATERLOT. — Deux exemples de l'évolution du chimisme de l'eau artésienne dans la nappe de la Gaize oxfordienne et celle des sables verts albiens, en Ardenne, p. 25.
- F. ROBASYNSKI. — Les Foraminifères pélagiques des "Dièves" créacées aux abords du golfe de Mons (Belgique), p. 31.
- J. MANIA. — Etude géologique d'un secteur de l'Arcadie (Péloponnèse central - Grèce), p. 47.
- J.L. MANSY. — Etude géologique des monts de Kiparissia (Messénie, Grèce), p. 57.
- P. CHOTIN. — Présentation de la chaîne andine à la latitude de Concepción (Chili), p. 79.
- J. CHARVET et G. TERMIER. — Les Nérinéacés de la limite Jurassique - Crétacé de Bjeliš (Nord de Sarajevo, Yougoslavie), p. 187.
- F. ROBASYNSKI. — Les "Dièves" de Maubeuge (Nord) et leurs deux Tourtias (Crétacé supérieur), p. 193.
- J. LEPLAT et F. ROBASYNSKI. — Une couche à Rotalipores dans les "Dièves" (Crétacé supérieur) dans un sondage à Trith (Nord), p. 199.

Terrains Tertiaires et Quaternaires

- J. MANIA. — Etude géologique d'un secteur de l'Arcadie (Péloponnèse central - Grèce), p. 47.
- J.L. MANSY. — Etude géologique des monts de Kiparissia (Messénie, Grèce), p. 57.
- P. CHOTIN. — Présentation de la chaîne andine à la latitude de Concepción (Chili), p. 79.
- C. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER. — Rôle des Maldanes (Annélides Polychètes) dans certains types de bioturbation, p. 203.

TABLE DES PLANCHES

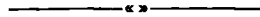
- Pl. I. — Tonsteins du Bassin houiller de Villanueva del Rio y Minas (note de A. GARCIA LOYGORRI et P. DOLLÉ, p. 24).
- Pl. II. — Poches de dissolution et argile résiduelle (note de A. BONTE, p. 46).
- Pl. III. — Poches de dissolution et argile résiduelle (note de A. BONTE, p. 46).
- Pl. IV. — Microspores de l'assise de Vicoigne (note de R. COQUEL, p. 78).
- Pl. V. — Etude anatomique de Bois paléozoïques (note de Y. LEMOIGNE, p. 100).
- Pl. VI. — *Microcyclus* MEEK et WORTHEN (note de Y. PLUSQUELLEC, p. 140).
- Pl. VII. — *Microcyclus* MEEK et WORTHEN (note de Y. PLUSQUELLEC, p. 140).
- Pl. VIII. — *Amblysiphonel'a canaliculata* GUERNET et TERMIER (note de C. GUERNET et H. TERMIER, p. 144).
- Pl. IX. — Paléozoïque de la région d'Hajigak (Afghanistan) (note de A.F. DE LAPPARENT, p. 154).
- Pl. X. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XI. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XII. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XIII. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XIV. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XV. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XVI. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XVII. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XVIII. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XIX. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XX. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XXI. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XXII. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XXIII. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XXIV. — Sporomorphes de Parispermées (note de J.P. LAVEINE, p. 172).
- Pl. XXV. — Deux cokes naturels (note de R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER, p. 186).
- Pl. XXVI. — Deux cokes naturels (note de R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER, p. 186).
- Pl. XXVII. — Deux cokes naturels (note de R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER, p. 186).
- Pl. XXVIII. — Deux cokes naturels (note de R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER, p. 186).
- Pl. XXIX. — Nérinéacés de la limite Jurassique-Crétacé (note de J. CHARVET et G. TERMIER, p. 192).

- Pl. XXX. — Nérinéacés de la limite Jurassique - Crétacé (note de J. CHARVET et G. TERMIER, p. 192).
- Pl. XXXI. — Nérinéacés de la limite Jurassique - Crétacé (note de J. CHARVET et G. TERMIER, p. 192).
- Pl. XXXII. — Nérinéacés de la limite Jurassique - Crétacé (note de J. CHARVET et G. TERMIER, p. 192).
- Pl. XXXIII. — Maldanes et bioturbation (note de C. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER, p. 206).
- Pl. XXXIV. — Maldanes et bioturbation (note de C. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER, p. 206).
- Pl. XXXV. — Maldanes et bioturbation (note de C. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER, p. 206).
- Pl. XXXVI. — Le genre *Ripidiorhynchus* SARTENAER (note de D. BRICE et P. MEATS, p. 228).
- Pl. XXXVII. — Bivalves ostréiformes du Sahara (note de Cl. PAREYN, G. TERMIER et H. TERMIER, p. 240).
- Pl. XXXVIII. — Bivalves ostréiformes du Sahara (note de Cl. PAREYN, G. TERMIER et H. TERMIER, p. 240).
- Pl. XXXIX. — Bivalves ostréiformes du Sahara (note de Cl. PAREYN, G. TERMIER et H. TERMIER, p. 240).
- Pl. XL. — Bivalves ostréiformes du Sahara (note de Cl. PAREYN, G. TERMIER et H. TERMIER, p. 240).
-

TABLE ALPHABETIQUE DES AUTEURS

- C. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER. — Rôle des Maldanes (Annélides Polychètes) dans certains types de bioturbation, p. 203.
- A. BONTE. — Poches de dissolution et argile résiduelle, p. 39.
- D. BRICE et P. MEATS. — Le genre *Ripidiorhynchus* SARTENAER 1966 (Rhynchonellida-Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France), p. 215.
- J. CHARVET et G. TERMIER. — Les Nérinéacés de la limite Jurassique - Crétacé de Bjeliš (Nord de Sarajevo, Yougoslavie), p. 187.
- P. CHOTIN. — Présentation de la chaîne andine à la latitude de Concepción (Chili), p. 79.
- R. COQUEL. — Contribution à la connaissance du Westphalien inférieur : les microspores de l'assise de Vicoigne dans l'unité de production de Valenciennes (H.B.N.P.C.). Application stratigraphique, p. 65.
- P. DOLLÉ. — Voir A. GARCIA-LOYGORRI et P. DOLLÉ, p. 17.
- R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER. — Deux cokes naturels : le "charbon mort" de Cruéjouis et le "calciné" de Decazeville (Aveyron), p. 179.
- A. GARCIA-LOYGORRI et P. DOLLÉ. — Les tonsteins du Bassin houiller de Villanueva del Rio y Minas (Westphalien B) (Province de Séville - Espagne), p. 17.
- M. GLEMAREC. — Voir C. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER, p. 203.
- C. GUERNET et G. TERMIER. — Sur un Sphinctozoaire (Spongiaire) du Permien de l'Eubée (Grèce) : *Amblysiphonella canaliculata* nov. sp., p. 141.
- B. HOYEZ. — Le Viséen du Boulonnais : analyse et corrélation séquentielles, p. 113.
- A.F. DE LAPPARENT. — Essai sur le Paléozoïque de la région d'Hajigak (Afghanistan) et son encadrement, p. 145.
- J.P. LAVEINE. — Sporomorphes *in situ* de quelques Parispermées (Neuroptéridées) du Carbonifère, p. 155.
- Y. LEMOIGNE. — Sur la zonation de bois et écorces d'arbres du Paléozoïque et notions de rythmes biologiques, p. 93.
- J. LEPLAT et F. ROBASZYNSKI. — Une couche à Rotalipores dans les "Dièves" (Crétacé supérieur) dans un sondage à Trith (Nord), p. 199.
- J. MANIA. — Etude géologique d'un secteur de l'Arcadie (Péloponnèse central - Grèce), p. 47.
- J.L. MANSY. — Etude géologique des monts de Kiparissia (Messénie, Grèce), p. 57.
- P. MEATS. — Voir D. BRICE et P. MEATS, p. 215.
- Cl. PAREYN, G. TERMIER et H. TERMIER. — Les Bivalves ostréiformes du Sahara, p. 229.
- F. PARIS. — L'Ordovicien du Synclinerium du Ménez-Bélaire (Synclinerium médian armoricain). Ses caractères et sa place dans la paléogéographie centre-armoricaine, p. 241.
- Y. PLUSQUELLEC. — Révision du Genre *Microcylus* MEEK et WORTHEN 1868 (Tétracoralliaire), p. 129.
- J. PROUVOST. — Sur les propriétés d'anisotropie de la pyrite de Dravidji (Turquie), p. 109.

- J. RAGOT. — Voir R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER, p. 179.
- F. ROBASYNSKI. — Les Foraminifères pélagiques des “Dièves” crétacées aux abords du golfe de Mons (Belgique), p. 31.
- F. ROBASYNSKI. — Les “Dièves” de Maubeuge (Nord) et leurs deux Tourtias (Crétacé supérieur), p. 193.
- F. ROBASYNSKI. — Voir J. LEPLAT et F. ROBASYNSKI, p. 199.
- G. TERMIER. — Voir C. GUERNET et G. TERMIER, p. 141.
- G. TERMIER. — Voir J. CHARVET et G. TERMIER, p. 187.
- G. TERMIER. — Voir C. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER, p. 203.
- G. TERMIER. — Voir Cl. PAREYN, G. TERMIER et H. TERMIER, p. 229.
- H. TERMIER. — Voir C. BABIN, M. GLEMAREC, H. TERMIER et G. TERMIER, p. 203.
- H. TERMIER. — Voir Cl. PAREYN, G. TERMIER et H. TERMIER, p. 229.
- P. VETTER. — Voir R. FEYS, J. RAGOT et P. VETTER, p. 179.
- G. WATERLOT. — Deux exemples de l'évolution du chimisme de l'eau artésienne dans la nappe de la Gaize oxfordienne et celle des sables verts albiens, en Ardenne, p. 25.



EDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, Quai Anatole France — PARIS (VII)

C. C. P. PARIS 9061-11

Tél. : 555.26.70

P. BORDET, M. COLCHEN, D. KRUMMENACHER,
P. LE FORT, R. MOUTERDE, M. REMY

RECHERCHES GÉOLOGIQUES DANS L'HIMALAYA DU NÉPAL RÉGION DE LA THAKKHOLA

Une des très rares régions où les Séries Géologiques de l'Asie Centrale peuvent être atteintes et étudiées est la Thakkhola située au Népal, au Nord de la haute chaîne de l'Himalaya, dans la vallée de la Kaligandaki.

Un groupe de géologues y a fait plusieurs missions et présente, dans le mémoire « Recherches Géologiques dans l'Himalaya du Népal, Région de la Thakkhola », l'essentiel des observations scientifiques qui y ont été recueillies.

La série du Tibet débute par un ensemble métamorphique épais de 6 à 10 km, qui repose par un contact anormal sur les Séries Népalaises.

Il supporte en concordance une série paléozoïque complète, riche en fossiles, épaisse de plus de 6 km, puis une série mésozoïque également fossilifère, épaisse de 3 km, qui s'arrête à l'Aptien ; au-dessus repose un conglomérat rouge récent, épais de 1 500 m.

La tectonique de la haute chaîne est décrite dans cette région. L'ensemble est présenté dans la perspective actuelle de la dérive des continents.

Ouvrage in-4° coquille, 280 pages, 87 figures et 2 tableaux in-texte, 3 planches,
1 carte en couleurs sous pochette, broché.

PRIX : 139,80 F T.T.C.