

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Fondée en 1870

autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DU NORD

TOME LV

1930

LILLE
IMPRIMERIE CENTRALE DU NORD
12, rue Lepelletier

1930

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

en Février 1930

<i>Président</i>	MM. P. BERTRAND
<i>Vice-Président</i>	A. DUBERNARD.
<i>Secrétaire</i>	A. DUPARQUE.
<i>Trésorier-Archiviste</i>	G. DUBAR.
<i>Bibliothécaire</i>	P. CORSIN.
<i>Libraire</i>	F. DEWATINES.
<i>Directeur, délégué aux publications</i>	Ch. BARROIS.
<i>Membres du Conseil</i>	L. DOLLÉ, P. GEORGES, G. DUBOIS, A. CARPENTIER, P. PRUVOST.

MEMBRES TITULAIRES

- ADAM, Ingénieur aux Mines de Marles, Calonne-Ricouart (P.-de-C.).
ADRIAËNSEN, rue Basse, 8, Lille.
* AGNIEL, Georges, Ingénieur aux Mines de Nœux, Fouquières-les-Béthune (Pas-de-Calais).
ASSELBERGHS, Professeur de Géologie à l'Université, Laboratoire de Géologie, Louvain (Belgique).
AUFRÈRE, L., Professeur au Collège Courbet, rue du Saint-Sépulcre, 7, Abbeville (Somme).
BAECKEROOT (l'Abbé), Professeur de Géographie à l'École des Hautes Etudes, 16, rue de la Gare, Poix-du-Nord (Nord).
BALOSSIER, E., Représentant, route de Douai, 330, Ronchin-lez-Lille.
BARDOU, P. (le Docteur), rue Faidherbe, 10, Lille.
[P] BARROIS, Charles, Membre de l'Institut, Professeur honoraire à la Faculté des Sciences, rue Pascal, 41, Lille.
[P] BARROIS, (le docteur Jean), rue des Jardins, 20, Lille.
BASTIN (le Docteur), Deville (Ardennes).
BATAILLE, Léopold, Ingénieur, Kailan Mining Administration, Lingsi, près Tongsham (Chine).
BAUDUIN Raymond, Licencié ès sciences, Viesly (Nord).
BAUSSART, Ingénieur-chimiste des Tuileries du Nord, rue de la Colme, 5-6, Watten (Nord).
BENOIT, Directeur d'École à Amagne-Lucquy (Ardennes).
* BERRY François, Ingénieur, rue Nationale, 237, Lille.
BERTHELIN, Ingénieur en chef à la Cie des Mines de Carvin (P.-de-C.).

(P) indique les membres à perpétuité. Ce titre est affecté aux membres qui se sont libérés de leur cotisation annuelle en versant une somme minimum de 1000 francs.

L'astérisque indique les membres à vie, c'est-à-dire les membres qui se sont libérés de leur cotisation annuelle en versant une somme minimum de 400 francs.

- * BERTRAND, Paul, Professeur de Paléobotanique à la Faculté des Sciences, rue Brûle-Maison, 159, Lille.
- BESTEL, Professeur au Lycée de Laon (Aisne).
- BEULCKE, Marcel, Ingénieur-Chimiste au Comptoir tuilier de Courtrai (Belgique).
- BIBLIOTHEQUE MUNICIPALE DE LA VILLE DE DUNKERQUE, rue Benjamin-Morel, 2, Dunkerque (Nord).
- BIBLIOTHEQUE MUNICIPALE DE LILLE.
- BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE DE LILLE.
- BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE DE MONTPELLIER (Hérault).
- BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE DE POITIERS (Vienne), [par Le Soudier, boulevard Saint-Germain, 174, Paris VI*].
- BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE DE RENNES, [par Chapelot, libraire, boulevard Saint-Germain, 136, Paris VI*].
- BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE DE TOULOUSE [par Ed. Privat, rue des Arts, 14, Toulouse (Haute-Garonne)].
- BIBLIOTHEQUE DE L'UNIVERSITE DU MICHIGAN, Ann Arbor (Michigan). U.S.A.
- BIBLIOTHEQUE DE L'UNIVERSITE DE PRINCETON, Princeton (New Jersey), U.S.A.
- BIENDINÉ-BRUNO (Mme), Professeur au Collège de Jeunes Filles de Cambrai (Nord).
- BIGOT, A., Correspondant de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences, rue de Geôle, 28, Caen (Calvados).
- BODART, Maurice, Ingénieur en chef à la Société Solvay et Cie, avenue Adolphe Buyl, 121, Ixelles-Bruxelles (Belgique).
- BONNEL, G., Inspecteur des Contributions directes, 37, boulevard Carnot, Agen (Lot-et-Garonne).
- BOSCHER, Ingénieur, rue de Denain, 134, Roubaix (Nord).
- BOURRIAUD (M^{lle}), Professeur à l'Ecole Normale d'Institutrices, Arras (Pas-de-Calais).
- BOURSAULT, H., Ingénieur à la Compagnie du Chemin de fer du Nord, rue des Martyrs, 59, Paris (IX*).
- BRÉGI L., Ingénieur, avenue Clémenceau, 52, Nice (Alpes-Maritimes).
- * BRIQUET Abel, Adjoint au Service de la Carte géologique d'Alsace, rue de l'Observatoire 14, Strasbourg (Bas-Rhin).
- BRITISH MUSEUM, Londres (Angleterre), par H. Champion, libraire, quai Malaquais, Paris (VI*).
- BROCHOT, R., Ingénieur, rue Rochechouart, 69, Paris (IX*).
- BROILI, F., Prof. de Paléontologie à l'Université, Munich (Allemagne).
- BROUSSIER, F., Ingénieur en Chef à la Compagnie des Mines d'Aniche, rue de l'Union, 132, Aniche (Nord).
- BUTEL P., Licencié ès Sciences, 39, rue de Reuilly, Paris.
- * BUREAU (D^r Louis), Directeur du Musée, rue Gresset, 15, Nantes (Loire-Inférieure).
- CABASSUT, Ingénieur, 173, rue du Faubourg Poissonnière, Paris.
- CAMBIER, René, Ingénieur, Pâturages (Belgique).
- CARPENTIER (le Chanoine), Doyen de la Faculté libre des Sciences, rue de Toul, 13, Lille.
- CAYEUX, L., Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, place Denfert-Rochereau, 6, Paris (XIV*).

- CHAMBRE DES HOULLERES DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS,
rue des Minimes, 20, Douai (Nord).
- CHAMPION, Edouard, libraire, quai Malaquais, 5, Paris (VI^e).
- CHAPUT, E., Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences
Dijon (Côte d'Or).
- CHARTIEZ, Entrepreneur de forages, boulevard Thiers, 101, Béthune
(Pas-de-Calais).
- CHAVY, J., Ingénieur en chef à la Compagnie des Mines de Liévin
Liévin (Pas-de-Calais).
- COINTEMENT, Ingénieur, boulevard de la Liberté, 78, Lille.
- COLLETTE, Ingénieur civil, 91, av. de La Bourdonnais, Paris (VII^e).
- COLLIGNON, Maurice, Capitaine, Etat-Major de la 42^e Division
Metz (Moselle).
- COLLIN, L., Docteur ès-sciences, Professeur au Lycée, rue Hippolyte
Lucas, 8, Rennes (Ille-et-Vilaine).
- [P] COMPAGNIE DES MINES D'ANICHE, à Aniche (Nord).
- [P] COMPAGNIE DES MINES D'ANZIN, à Anzin (Nord).
- [P] COMP. DES MINES DE BETHUNE, à Bully-les-Mines (P.-de-C.).
- [P] COMPAGNIE DES MINES DE BRUAY, à Bruay (P.-de-C.).
- [P] COMPAGNIE DES MINES DE COURRIERES, à Billy-Montigny
- [P] COMP. DES MINES DE DOURGES, à Hénin-Liétard (P.-de-C.).
- COMPAGNIE DES MINES DE LA HOUE, à Creutzwald (Moselle).
- [P] COMPAGNIE DES MINES DE LENS, Lens (P.-de-C.).
- [P] COMPAGNIE DES MINES DE L'ESCARPELLE, à Flers-en-
Escribieux (Nord).
- [P] COMPAGNIE DES MINES DE LIEVIN, Liévin (P.-de-C.).
- [P] COMPAGNIE DES MINES DE FERFAY, à Auchel (P.-de-C.).
- COMP. DES MINES DE GOUY-SERVINS, à Bouvigny-Boyeffles (Pas-
de-Calais).
- [P] COMPAGNIE DES MINES DE MARLES, à Auchel (P.-de-C.).
- [P] COMPAGNIE DES MINES DE VICOIGNE, NŒUX et DRO-
COURT, à Nœux-les-Mines (Pas-de-Calais).
- [P] COMPAGNIE DES MINES D'OSTRICOURT, Oignies (P.-de-C.).
- [P] COMPAGNIE DES MINES DE SARRE ET MOSELLE, 9, ave-
nue Percier, Paris (VIII^e).
- [P] CONSTANT, F., Pharmacien-Chimiste, boulevard Papin, 15, Lille.
- CORSIN, Paul, Assistant de Paléobotanique à la Faculté des Sciences,
rue Brûle-Maison, 159 Lille.
- COTTREAU, J., Assistant de Paléontologie au Muséum d'Histoire Na-
turelle, rue de Rivoli, 252, Paris (I^{er}).
- COTTRON, Professeur au Lycée Charlemagne, rue St-Antoine, 101,
Paris (IV^e).
- COUVREUR, M., Agrégé des Sciences naturelles, Professeur à l'Ecole
Nationale d'Agriculture de Grignon, Plaisir, (Seine-et-Oise).
- CRAPONNE, Ingénieur en chef à la Compagnie des Mines de Marles,
Mines-les-Tourelles, Chassieu (Isère).
- CRASQUIN, Charles, Docteur en médecine, à Gommegnies (Nord).
- CREPIN, Albert, Licencié ès-sciences, Monthecla, St-Cyr, près Tours
(Indre-et-Loire).
- CUVILLON-DELECOURT, Fabricant de briques, rue de Lille, 175,
La Madeleine (Nord).

- DANGEARD, Chargé de Cours de Géologie à la Faculté des Sciences, Laboratoire de Géologie, Rennes (Ille-et-Vilaine).
- DANICOURT, Ingénieur-hydrologue, r. Delpech, 28, Amiens (Somme).
- DEFFONTAINES, P. Agrégé de l'Université, Professeur de Géographie à la Faculté libre des Lettres, rue François-Baes, 1, Lille.
- DEFRETIN, René, Assistant à la Faculté des Sciences, 159, rue Brûle Maison, Lille.
- DEHAY, Pharmacien, rue Saint-Géry, 58, Arras (P.-de-C.).
- DEHEE (Mme R.), 278, rue Solférino, Lille.
- DELAHAYE, Emils, Licencié ès-sciences, 35, r. Alfred de Musset, Lille.
- DELEAU, Paul, rue Gustave-Testelin, 11, Lille.
- DELECCOURT, Jean, Industriel, rue Nationale, 115, Marcq-en-Barœul (Nord).
- DELECCOURT, Jules, Ingénieur, Grand'Rue, 102, St-Ghislain (Belgique).
- DELEPINE (le Chanoine), Professeur de Géologie à la Faculté libre des Sciences, rue de Toul, 13, Lille.
- DELHAYE, Fernand, Ingénieur civil des Mines, rue des Gades, 7, Mons (Belgique).
- DELHAYE, René, Pharmacien, rue St-Aubert, 61, Arras (P.-de-C.).
- DELOFFRE, Répétiteur au Collège, Béthune (Pas-de-Calais).
- DELRUE, Professeur au Collège, Béthune (Pas-de-Calais).
- DEPAPE (le Chanoine) Doyen de la Faculté libre des Sciences, rue de Toul, 13, Lille.
- DEPECKER (l'Abbé Louis), Professeur, 20, boulevard de Strasbourg, Saic-Omer (Pas-de-Calais).
- DERVILLE (Le Père), Assistant à la Faculté des Sciences de l'Université, rue des Pucelles, 8 Strasbourg (Bas-Rhin).
- DESAILLY, Ingénieur des Mines, Hensies, par Quiévrain (Belgique).
- DETUNCO, Ingénieur aux Mines d'Anzin, F. Cuvinot, Onnaing (Nord).
- DEVAU, J. Fabricant d'engrais, Vicsly (Nord).
- DEWATINES, F., Relieur, rue Halévy, 16, Lille.
- DEWÈVRE (le Docteur), Château de Petite-Synthe (Nord).
- DHARVENT, Membre de la Commission des Monuments historiques, boulevard d'Artois, 40, Béthune (Pas-de-Calais).
- DIDIER, Ingénieur en chef aux Mines de Bruay, Bruay (P.-de-C.).
- DIDIERJEAN, Ingénieur E.C.P., rue d'Angoulême, 14, Versailles (Seine-et-Oise).
- DOLLE, L., Professeur d'Hydrologie à la Faculté des Sciences, rue Brûle-Maison, 159, Lille.
- DOLLFUS, Gustave, rue de Chabrol, 45, Paris (X^e).
- DOLLO, Louis, Conservateur au Musée Royal d'Histoire Naturelle, rue Vautier, 31, Bruxelles (Belgique).
- DORLODOT (de), Jean, Directeur du Musée houiller des Bassins belges à Louvain, rue de l'Abbaye, 57, à Bruxelles.
- DUBAR, Gonzague, Docteur ès-Sciences, rue de Tourcoing, 107, Mouvoux (Nord).
- DUBOIS, Georges, Professeur à la Faculté des Sciences 1, rue Blessig, Strasbourg (Bas-Rhin).
- DUBOUCHÉ, H., Ingénieur, rue des Coches, 17, St-Germain-en-Laye (Seine-et-Oise).
- DUMAND, Ingénieur, rue du Bloc, 24, Arras (Pas-de-Calais).

- DUMOLIN, Ernest, Tuileries du Sterreberg, Courtrai (Belgique).
- DUPARQUE, A., Chargé de Cours à la Faculté des Sciences, rue des Pyramides, 31, Lille.
- DUPONT (Mlle Andréa), Professeur au Collège de Roubaix, Roubaix (Nord).
- DUQUESNOY, Pharmacien, rue Gambetta, Arras (Pas-de-Calais).
- DURAND, Maxime, Représentant, 16, rue des Augustins, Lille.
- DUSART, E., Ingénieur en chef-Gérant des Charbonnages de Grand-Mambourg, Montigny-sur-Sambre (Belgique).
- DUTERTRE, Docteur en médecine, rue Coquelle, 12, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- DUTERTRE, A. P., Assistant à l'Université de Lille, Conservateur du Musée géologique du Boulonnais, rue Brûle-Maison, 159, Lille.
- ECOLE DES MAITRES MINEURS DE DOUAI, 21 rue Victor-Hugo, Douai (Nord).
- ECOLE NATIONALE D'AGRICULTURE DE GRIGNON (M. le Professeur de Géologie de l'), à Grignon (Seine-et-Oise).
- ECOLE SUPERIEURE TECHNIQUE (Section géologique de l'), de Delft (Hollande).
- EUCHENE, Albert, Ingénieur, boulevard de Versailles, 8, St-Cloud (Seine-et-Oise).
- FAURA i SANS, M., Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences, Provença, 290, Pral 1 a, Barcelone (Espagne).
- FEVRE, L., Ingénieur en chef des Mines, avenue Alphonse XIII, 1, Paris (XVI^e).
- * FOURMARIER, Paul, Ingénieur en Chef au Corps des mines, Professeur à l'Université, avenue de l'Observatoire, 140, Liège (Belg.).
- FOURNIER (Dom Grégoire), Abbaye de Maredsous, Maredret (Belg.).
- FREDERICKS, G., Géologue au Comité géologique de Léningrad, Vas. Ostr. Strednij Prosp, 72 b Leningrad (U.R.S.S.).
- FROIDEVAL, Professeur au Collège, Armentières (Nord).
- GALLE Louis, Publiciste, Villa La Musardière, rue de Paris, Cannes (Alpes-Maritimes).
- GAUDIER (le Docteur), Professeur à la Faculté de Médecine, rue Nationale, 175, Lille.
- * GÉNY, Pierre, Ingénieur principal aux Mines de Dourges, rue Philibert-Robiaud, Hénin-Liétard (P.-de-C.).
- GEORGES, Paul, Ingénieur en chef au Corps des Mines, rue du faubourg d'Arras, 2, Béthune (Pas-de-Calais).
- GOBERT (le Docteur), rue de Réga, 44, Louvain (Belgique).
- GODEFROY, René, Ingénieur au Service central des Mines des Acieries de Longwy, Mont-Saint-Martin (Meurthe-et-Moselle).
- GODET, Ingénieur, boulevard Michelet, 18, Laon (Aisne).
- GODON (le Chanoine), Jh., Professeur à l'Institution Notre-Dame, Cambrai (Nord).
- GORCE (de la), Ingénieur agronome, à Avesnelles (Nord).
- [P] GOSSELET, Jules, Membre de l'Institut, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Lille, Fondateur de la Société Géologique du Nord.
- GOUILLARD, Assistant à la Faculté des Sciences, 159, rue Brûle-Maison, Lille.

- GRAS, A., Directeur des Houillères de St-Chamond (Loire).
- GREGOIRE, Professeur au Collège, Soissons (Aisne).
- GRENON (l'Abbé), Supérieur du Collège St-Winocq, Bergues (Nord).
- GRONNIER, J., Principal honoraire, rue de Dammarie, 26, Melun (Seine-et-Marne).
- GROSSOUVRE (de), Ingénieur en chef des Mines, Bourges (Cher).
- GUIRAUD, Raoul, Ingénieur, Licencié ès Sciences, 20, rue Derœux, Arras (Pas-de-Calais).
- HAGENE, Assistant à la Faculté des Sciences, Dijon (Côte-d'Or).
- HANOT, Joseph, Directeur du Laboratoire d'analyse des Eaux, rue Creton, 6, Amiens.
- HENAULT, Archiviste-bibliothécaire, Directeur du Musée de Bavay, Valenciennes (Nord).
- HENAULT, Fernand, Ingénieur-Conseil, rue du Fg-de-Douai, 200, Lille.
- HERMANN, Editeur, rue de la Sorbonne, 6, Paris.
- HOULLIER, Paul, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, rue de Millevoeye, 19, Abbeville (Somme).
- INSTITUT DE GEOLOGIE ET DE PALEONTOLOGIE DE L'UNIVERSITE de BONN (Allemagne) (M. le Professeur Steinmann, Directeur).
- JOLY, Fernand, Ingénieur, 20, rue Fénelon, St-André-les-Lille.
- JOLY, H., Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences, boulevard d'Alsace-Lorraine prolongé, 53, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- JONGMANS, Dr W. J., Directeur du Bureau Géologique des Minés Néerlandaises, Akerstraat, 86, Heerlen (Pays-Bas).
- JORRE, Jacques, Professeur agrégé d'histoire et géographie au Lycée, Douai (Nord).
- JOURDAN, U., Ingénieur en chef des Mines de Nœux; à Nœux-les-Mines (Pas-de-Calais).
- KIMBER, J., Philpot Lane, 23, Eastcheap, Londres, E. C. 3, (Grande-Bretagne).
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE DE L'ECOLE DES MINES ET FACULTE TECHNIQUE DU HAINAUT, 9, rue de Houdain, Mons (Belgique).
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE DU COLLEGE DE FRANCE [par Hermann, libraire, rue de la Sorbonne, 6, Paris, V*].
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE DE L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE 16, rue Claude Bernard, Paris.
- LABORATOIRE DE GEOLOGIE DE L'UNIVERSITE DE GAND, rue de la Roseraie, 6, Gand (Belgique).
- LAFITTE, Henri, Ingénieur en chef honoraire aux Mines de Lens, boulevard de Versailles, 9, Saint-Cloud (Seine-et-Oise).
- LAFONT, Emile, Ingénieur des Arts et Métiers, 6, Square Desaix, Paris (XV*).
- LAMOUCHE (Colonel), à Clisson (Loire-Inférieure).
- LANGE, Dr Th. g. H., Directeur de Mines Hohenzollerngrube, Beuthen. O./S. (Allemagne).
- LANGRAND (l'Abbé), rue de Maquêtra, 22, Boulogne-s-Mer (P.-de-C.).
- * LAPPARENT (de), Jacques, Professeur de Pétrographie à l'Université, rue Blessig, 1, Strasbourg (Bas-Rhin).

- LARMINAT (le Chanoine Pierre de), Professeur au Grand Séminaire, rue Martigny, 6, Soissons (Aisne).
- LAURENT, Louis, Directeur de la Compagnie des Mines de Marles, Auchel (Pas-de-Calais).
- LAVERDIERE (l'Abbé), 1, rue François Baes, Lille.
- LAVOCAT, Paul, Industriel, Neufchâtel (P.-de-C.).
- LAY-CRESPEL, Négociant, rue Léon-Gambetta, 54, Lille.
- LEBEDEW, N., Professeur de Géologie, Berg. Institut, Dnepropetrovsk, Ukraine (U.R.S.S.).
- LEBLOND (D^r), Etienne, rue de Campaigno, 2, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- LEBRUN, Licencié ès-sciences, rue des Meuniers, 40, Lille.
- LE COARER, Roland, Ingénieur E.C.P., rue de Grenelle, 24, Paris VII^e.
- LECOMTE, P., Professeur d'Exploitation des Mines à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, rue Moncey, 4, Paris (IX^e).
- LECOUFFE, Brasseur, Membre de la Société Préhistorique, à Lillers (Pas-de-Calais).
- LEFEVRE, Entrepreneur de sondages, à Blanc-Misseron, Quiévrechain (Nord).
- LEFORT, Gabriel, Ingénieur, avenue de la Gare, Roye (Somme).
- LEFRANC (Mlle Simone), Licenciée ès-sciences, Lycée Fénélon, Lille.
- LE MAITRE (Mlle), Assistante à la Faculté libre des Sciences, 13, rue de Toul, Lille.
- LEMAY, Directeur général des Mines d'Aniche, Aniche (Nord).
- * IEMOINE, Paul, Professeur de Géologie au Muséum d'Histoire Naturelle, rue de Buffon, Paris (v^e).
- LEQUEUX, André, Professeur agrégé d'histoire et géographie, Lycée Faidherbe, Lille.
- LERICHE, F. Conseiller général du Nord, Président du Comice agricole de Cambrai, Ribécourt (Nord).
- LERICHE, Maurice Professeur à l'Université de Bruxelles et à l'Université de Lille, avenue de Montjoie, 123, Uccle (Belgique).
- LEROUX, Ed., Ingénieur, Inspecteur au Service des Eaux de la Cie du Nord, Chemin latéral, 60, Enghien-les-Bains (Seine-et-Oise).
- LEVEUGLE (M^{lle} J.), Licencié ès-sciences, r. d'Isly, 1, Roubaix (Nord).
- LE VILLAIN, Guy Attaché au Muséum National d'Histoire Naturelle, 54, rue du Faubourg Poissonnière, Paris.
- LOMBOIS, Château de Mantoue, Potelle (près Le Quesnoy) (Nord).
- LOYEUX, Henri, Ingénieur, Fontaine-Uterte (Aisne).
- [P] MADSEN, V., Directeur du Service Géologique de Danemark, Danmarks Geologiske Undersøgelse Gammelbømt, 14, Copenhague.
- MAILLARD (M^{lle}), Professeur à l'Ecole normale d'Institutrices, à Arras (Pas-de-Calais).
- MAILLET, Marcel, Ingénieur à la Société Houillère de Liévin, à Avion (Pas-de-Calais).
- MAIQUIN, A., Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences, rue Brûle-Maison, 159, Lille.
- MARGERIE (de), E., Correspondant de l'Institut. Directeur du Service de la Carte Géologique, rue Blessig, 1, Strasbourg (Bas-Rhin).

- MARLIERE, René, Chargé de Cours à l'École des Mines, 103, Digue d'Hyon, Mons (Belgique).
- MARLIERE, Assistant à la Faculté des Sciences, 159, rue Brûle-Maison, Lille.
- MASUREL, Edmond, 63, rue Nationale, Tourcoing (Nord).
- MATHIAS, Notaire, route de Béthune, 13, Loos (Nord).
- MATHIEU, G., Assistant à la Faculté des Sciences, 159, rue Brûle-Maison, Lille.
- MATHIEU, F., Ingénieur, avenue Louis-Lepoutre, 69, Bruxelles (Belg.).
- MATHIEU, Gilbert, Assistant à la Faculté des Sciences, 159, rue Brûle-Maison, Lille.
- MATHON, Gaston, Ingénieur à la Société Houillère de Liévin, Avion (Pas-de-Calais).
- MELON, Industriel, Licencié ès-sciences, Usine à Gaz, Château Landon (Seine-et-Marne).
- MENAT, J., Ingénieur agronome, Sains-du-Nord (Nord).
- MENCHIKOFF, Nicolas, Licencié ès-sciences, rue de la Santé, 54, Paris, (XIV^e).
- MÉNY, Jules, Ing. au Corps des Mines, rue Théodule-Ribot, 7, Paris (7^e).
- MERCIER, Maître de carrières, Ferrière-la-Petite (Nord).
- MEUNIER, E., Sucrerie de Vouziers, à Vouziers (Ardennes).
- MEURISSE, Louis, Sondeur, rue d'Arras, 21, Carvin (P.-de-C.).
- MEURISSE, Louis (fils), Sondeur, rue d'Arras, 21, Carvin (P.-de-C.).
- MEYER, Adolphe, Traducteur, rue Solférino, 299, Lille.
- MICHOTTE, P., Prof. de Géographie à l'Université de Louvain (Belg.).
- MILON, Y., Chargé de Cours de Géologie à la Faculté des Sciences, impasse J.-Durocher, 6 Rennes (Ille-et-Vilaine).
- MONTAGNE, Paul, Ingénieur aux Mines de Liévin, rue Chanzy, 49, Liévin (Pas-de-Calais).
- MOREL, Eugène, Ingénieur en chef à la Compagnie des Mines d'Ostricourt, Oignies-sur-Rivière (P.-de-C.).
- MORIN, André, Industriel, rue de Libercourt, Carvin (P.-de-C.).
- MORIN, Léon, Directeur général des Mines de Liévin, Liévin (P.-de-C.).
- MORVILLEZ, Frédéric, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie, rue Jean-Bart, Lille.
- MYON, Ingénieur aux Mines de Courrières, Billy-Montigny (P.-de-C.).
- NAISSANT, Edmond, Ingénieur, rue Jacquier, 1, Paris (XIV^e).
- NEULLIES (le Dr Claude), rue St-Jean-des-Près, 8, Abbeville (Somme).
- NEW YORK PUBLIC LIBRARY [par M. Stechert, rue de Condé, 16, Paris (VI^e)].
- NOURTIER, E., Ingénieur, Directeur du Service des Eaux de Roubaix-Tourcoing, rue de Paris, 1, Tourcoing (Nord).
- ODOUARD, Léon, Ingénieur civil des Mines, rue César Franck, 8, Paris (XV^e).
- ORIEULX de la PORTE, J., Ingénieur aux Mines de Nœux (P.-de-C.).
- PAL N. C., Licencié ès-sciences, Upper Chitpoor Road P. O., 232-1, Baghbazsar, Calcutta (Indes anglaises).
- PARENT, H., Licencié ès-sciences, Villa Orientale boulevard d'Orient, 22, Hyères (Var).
- PELABON, O., Ingénieur à la Compagnie des Mines d'Anzin, Abcon
- PENEAU, Joseph, Professeur aux Facultés catholiques de l'Ouest, 2, rue Volney, Angers (M.-et-L.).

- * PETIT, R., Teinturerie A. Petit, Petite rue Notre-Dame, 3, Abbeville (Somme).
- * PIERART, Désiré, Cultivateur, Dourlers (Nord).
- PLANE, Ingénieur principal aux Mines d'Aniche, Aniche (Nord).
- PONCHAUX, B., Entrepreneur de forages, avenue de Boufflers, 35 bis, Canteleu-Lambersart (Nord).
- PONTIER, G., Docteur en Médecine, rue d'Elnes, Lumbres (P.-de-C.).
- PREVOT, (le Docteur André), Bactériologiste à l'Institut Pasteur, boulevard Lefebvre, 47, Paris (XV^e).
- * PRUVOST, Pierre, Professeur de Géologie et Minéralogie à la Faculté des Sciences, avenue Emile Zola, 23, Lille.
- PUCHOIS, Directeur d'école publique, Isbergues (Pas-de-Calais).
- QUIEVREUX, Répétiteur au Lycée, Douai (Nord).
- logique de Belgique, 110, avenue de l'Armée, Bruxelles (Belg.).
- QUIEVREUX, Répétiteur au Lycée, Douai (Nord).
- RAMOND GONTAUD, Sous-Directeur honoraire au Muséum (Géologie), rue Louis-Philippe, 18, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- RENIER, Armand, Ingénieur en chef des Mines, Chef du Service géologique de Belgique, 110, avenue de l'Armée, Bruxelles.
- RICARD, Jules, Directeur de la Société Roubaisienne d'éclairage par le gaz et l'électricité, rue d'Alsace, 73, Roubaix (Nord).
- RICATEAU, Jean, Ingénieur à la Société Houillère de Liévin, Avion (Pas-de-Calais).
- RICHARD, Géomètre, Petite rue d'Aubenche, 17, Cambrai (Nord).
- ROGEZ, Etudiant à la Faculté des Sciences, avenue de Dunkerque, 249, Lille.
- ROI, Ingénieur Principal à la Compagnie des Mines de Liévin, à Liévin (P.-de-C.).
- ROSET, Ch., Ingénieur E. C. P., rue Caulaincourt, 125, Paris (XVIII^e).
- ROUSSEAU, A., Professeur agrégé au Lycée Faidherbe, 16, rue Mal-sence, Lille.
- SAINTE-CLAIRE DEVILLE, Directeur technique du Service des Mines de la Sarre, Sarrebrück (Sarre).
- SALEË (l'Abbé A.), Professeur de Paléontologie à l'Université de Louvain (Belgique).
- SALMON (D^r), J., Directeur du Bureau d'Hygiène, 80, rue Adolphe Thiers, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- SERVICE DES MINES (ARRONDISSEMENT MINÉRALOGIQUE D'ARRAS), rue du Faubourg d'Arras, 2, Béthune (Pas-de-Calais).
- SIMON, Jean, Ingénieur à la Société Houillère de Liévin, à Calonne, par Liévin (Pas-de-Calais).
- SOMMAIN, A., Agriculteur à Viesly (Nord).
- * SOUBEYRAN (de), Ingénieur en chef des Mines, avenue d'Iéna, 86, Paris (XVI^e).
- STAMP, L. Dudley, Reader in Geography à l'Université de Londres Houghton Street, London W. C. 2 (Angleterre).
- STEVENS (Major), Professeur de Géologie à l'École Militaire, rue Philippe Bancq, 33, Bruxelles (Belgique).
- * TACQUET, Jules, Ingénieur, Administrateur des Mines, rue Patou, 45, Lille.
- THELLIEZ (l'Abbé Cyrille), Professeur à l'Institution Notre-Dame, Cambrai (Nord).

X

- VADASZ, Elemér, Géologue des Mines, Lövähar u 32, Budapest, II (Hongrie).
- VACHERON, A., Ingénieur aux Mines de Dourges, Hénin-Liétard (Pas-de-Calais).
- VAILLANT (le Docteur), Directeur des Services d'Hygiène du Pas-de-Calais, rue de la Gouvernance, 6, Arras (Pas-de-Calais).
- VAN CORNEVAL, Directeur de la Fabrique de Sucre de lait, Sains-du-Nord (Nord).
- VANDERVYNCKT, Eugène, Ingénieur au Génie rural, rue Nationale, 218, Lille.
- VAN RENTERGHEM, Hector, Directeur commercial de la Société anonyme des Tuileries du Nord et du Pas-de-Calais, rue de Turenne, 29, La Madeleine-lez-Lille (Nord).
- VAN SANTE, Maurice, Ingénieur Mécanicien, à Wetteren (Belgique).
- VEILLARD (le Docteur), boulevard Malesherbes, 127, Paris (XVII^e).
- VIDELAINE, J.-B., Entrepreneur de Sondages, rue de Denain, 134, Roubaix (Nord).
- VIGIER, R., Ingénieur au Corps des Mines rue Michelet, Béthune (Pas-de-Calais).
- VIRELY, P., Directeur de la Compagnie des Mines de Drocourt, rue de Longchamp, 98, Paris (XVI^e).
- WACHE, Georges, Ingénieur divisionnaire aux Mines de Bruay, rue du Centre, 32, à Bruay (P.-de-C.).
- WATERLOT, Gérard, Assistant à la Faculté des Sciences, rue Brûle-Majson, 159, Lille.
- WATERLOT, G., Licencié ès-sciences 9, route Nationale, à Billy-Montigny (Pas-de-Calais).
- ZALESSKY, Michaël Demetriowitch, Géologue au Comité Géologique de Russie, Borisoglebskaïa, 12, log. 6, Orel (U. R. S. S.).

MEMBRES ASSOCIÉS

- RUTOT, A., Conservateur honoraire au Musée Royal d'Histoire Naturelle, rue de la Loi, 177, Bruxelles (Belgique).
- VAN DEN BROECK, E., Conservateur honoraire au Musée Royal d'Histoire Naturelle, Secrétaire général honoraire de la Société belge de Géologie, place de l'Industrie, 39, Bruxelles (Belgique).

ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DU NORD

Séance du 15 Janvier 1930

Présidence de M. A. Carpentier, Président

Les membres de la Société ont pris part au vote pour l'élection du Bureau, au nombre de 76.

Sont élus pour l'année 1930 :

<i>Président</i>	P. Bertrand
<i>Vice-Président</i>	A. Dubernard
<i>Secrétaire</i>	A. Duparque
<i>Trésorier</i>	G. Dubar
<i>Bibliothécaire</i>	P. Corsin
<i>Librairie</i>	F. Dewatines
<i>Directeur, délégué aux publications</i> ..	Ch. Barrois
<i>Membres du Conseil</i>	L. Dollé, P. Georges, G. Dubois, A. Carpentier, P. Pruvost.

Le Président adresse les félicitations de la Société à M. **C. Bonnet**, Lauréat du Prix Léonard Danel, à M. **F. Morvillez**, Lauréat du Prix Kuhlmann, à M. **G. Dubar**, Lauréat du Prix Gosselet, de la Société des Sciences de Lille.

M. le Dr Pontier fait la communication suivante :

A propos d'**Anomalies dentaires**
observées chez les Proboscidiens
par **G. Pontier.**

Pl. I, II.

A l'occasion d'une étude faite avec M. le Professeur Anthony sur une pièce décrite autrefois dans les Annales de la Société Géologique du Nord (1) et appartenant au Mastodon (Tétrabelodon) Turicensis, j'ai été amené à vérifier toutes les pièces de ma collection concernant la dentition des Proboscidiens fossiles et actuels et j'ai rencontré deux anomalies dentaires que je juge intéressant de signaler.

L'une concerne une molaire de lait d'*Elephas Trogontherii*, l'autre une arrière molaire d'*Elephas Indicus*.

La première de ces pièces est une troisième molaire supérieure gauche appartenant à l'*Elephas Trogontherii* et provenant du niveau inférieur de la carrière de la Garenne, à Arques (Moustérien inférieur).

Cette dent offre une anomalie curieuse: c'est l'existence d'un bourgeon dentaire siégeant à sa partie inférieure et développé entre le talon postérieur et la racine antérieure empiétant légèrement sur la base des lames.

Cette situation, c'est-à-dire l'enfouissement marqué entre les racines au milieu de la dent, écarte l'hypothèse d'une molaire à remplacement horizontal. Le bourgeon en question est formé d'une série de lames légèrement incurvées avec sustentations radiulaires. Leur nombre ne paraît pas avoir dépassé 3, plus les talons. Il ne peut être pris pour un groupe de lames appartenant à la dent qui se serait détaché et placé en-dessous au cours de l'évolution organique.

(1) G. PONTIER. — Contribution à l'étude du *Mastodon Turicensis* Schintz. Extrait des *Annales de la Société Géologique du Nord*, t. LI, pages 149 et 165. Séance du 17 février 1926. Lille, rue Brûle-Maison, 159.

En effet, l'examen de la molaire montre onze lames, plus les deux talons, formule complète pour l'*Elephas Trogontherii* : (le mammoth présente douze lames à la troisième molaire de lait). L'émail des lames est épais, assez festonné et présente à la partie moyenne en général une forte dilatation angulaire. En dehors de cette dilatation, on observe sur certaines lames des irrégularités siégeant aux extrémités, bon caractère de l'*Elephas Trogontherii*. L'ensemble de la dent est épais, les lames sont plus écartées et plus fortes que dans le mammoth. Le talon postérieur porte la trace laissée par le bourgeon de la dent suivante, celle qui, chez les éléphants, doit se développer horizontalement et remplacer la précédente à la fin de l'usage. Dans le cas présent il s'agit de la quatrième de la série première molaire vraie.

Nous avons déterminé cette pièce comme troisième de lait, quoique la différence séparant la troisième de lait de la première vraie est très difficile à saisir quand les dents ne sont pas en place sur la mandibule ou le crâne. Evidemment, une petite première molaire vraie peut très bien être prise pour une grosse troisième de lait et vice versa. Le nombre des lames et la forme sont absolument identiques chez les deux types de la série dentaire. L'*Elephas Trogontherii*, à Arques, se manifestant en général sous une forme plus puissante que celle observée chez l'*Elephas Primigenius*, les individus existant au début du Moustérien appartenaient au rameau terminal à tendance géante. Il s'ensuit que la molaire en question a pu être une dent 3.

L'attribution à la molaire 1, comme nous le verrons, ne pourrait expliquer la présence du bourgeon à direction verticale. Comme nous l'avons dit, la situation de la dent supplémentaire implantée entre le groupe de racines antérieures et le talon postérieur de la dent fonctionnelle et la présence sur elle de deux petits talons plaident d'une façon péremptoire en faveur de l'existence d'une

pré molaire, reste atavique d'une disposition existant chez les ancêtres des éléphants.

L'explication qui nous paraît la plus probable de cette anomalie dentaire découle de ce que l'on observe dans les groupes primitifs des Proboscidiens.

Les éléphants offrent chez la presque totalité des espèces, trois molaires de lait et trois molaires définitives, ce

qui porte leur formule dentaire à $\frac{1}{0} + \frac{0}{0} + \frac{3}{3}$

Ils sont dépourvus de pré molaires, sauf chez l'espèce primitive observée dans l'Inde par Falconer et récemment en Europe par plusieurs auteurs.

L'*Elephas planifrons* (1) qui a deux prémolaires à évolution verticale. Cette disposition a été figurée par Falconer dans la F. A. S. L'existence de ces prémolaires varie chez les Proboscidiens primitifs et il peut se faire que les derniers représentants de l'*Elephas planifrons* aient été dépourvus de prémolaires en donnant la mutation descendante du rameau *Elephas meridionalis* qui en est dépourvu.

Si on remonte au début de l'évolution des Proboscidiens, on voit que le *Meritherium* et le *Paleomastodon*, plus rapprochés du type ongulé, avaient des prémolaires à développement vertical.

Chez le *Meritherium* il existe trois prémolaires à évolution verticale. Sa formule est : $\frac{3}{3} + \frac{0}{0} + \frac{3+3}{3+3}$

Chez le *Paleomastodon*, la forme est simplifiée. Il y a perte de la première prémoilaire à la machoire inférieure. La formule est donc $\frac{1}{1} + \frac{0}{0} + \frac{3+3}{2+3}$

Le plus grand nombre de Mastodontes présente une disposition analogue. Le type le plus ancien (*Mastodon*

(1) Hugh. FALCONER. — Paleontological memoirs. Edited by Charles Murchison, London Robert Hardwicke, 192, Piccadilly, 1868, page 91 et suivantes.

Tetrabelodon angustidens) présente à la suite des trois molaires de lait deux prémolaires qui remplacent D² et D³ et sont attribuables à P³ et P⁴. La formule est donc

$$\frac{1}{1} + \frac{0}{0} + \frac{2+3}{2+3}$$

En Amérique (1) existent dans le Miocène plusieurs espèces pourvues de pré molaires à évolution verticale. Certaines ont deux prémolaires comme dans le *Mastodon angustidens*. Par exemple : les *Mastodon trilophodon Leidy*, *proavus*, *serridens*, *Pojoaquensis* *Cinemaronis*.

Le type le plus intéressant est offert par le *Mastodon Tetrabelodon productus* qui présente trois prémolaires fonctionnelles. Sa formule est donc $\frac{1}{1} + \frac{0}{0} + \frac{3}{3} + \frac{3}{3}$

La première de lait est remplacée chez cette espèce par une prémolaire comme chez le *Meritherium*.

Les prémolaires existent peut-être encore chez le *Mastodon turicensis*, mais aucune préparation ne les montre d'une façon péremptoire. Si elles existaient, elles n'ont peut-être pas été fonctionnelles.

Le *Mastodon Arvernensis*, type évolué, ne les présente pas. Les recherches effectuées pour les trouver n'ont jamais pu les mettre en évidence.

L'évolution continuant, les *Stegodon* les perdent, sauf le *Stegodon Cliftii*, l'espèce la plus primitive du groupe.

Enfin, chez les éléphants, l'*Elephas planifrons* les possède encore.

Si on figure par une formule schématique cette situation, on a la disposition suivante pour les espèces les plus anciennes :

D ₁	D ₂	D ₃	+	M ¹	M ²	M ³	Mastodon Tetrabelodon productus.
Pm ²	Pm ³	Pm ⁴					

(1) Tooth Sequence in Certain Trilophodont-Tetrabelodont Mastodons by Childs Frick. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, vol. LVI, art. II, p. 122-176, New-York, Issued April 9, 1926.

Pour les espèces plus récentes, on a :

$$\left. \begin{array}{l} D^1 D_2 D^3 + M_1 M^2 M^3 \\ Pm^3 Pm^4 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Mastodon Tetrabelodon angustidens} \\ \text{Stegodon Cliftii} \\ \text{Elephas planifrons} \end{array}$$

Enfin, pour les espèces les plus évoluées et existant chez les rameaux terminaux, on arrive à la formule générale des Proboscidiens actuels : $D^1 + D^2 + D^3 + M^1 + M^2 + M^3$.

Les prémolaires définitivement supprimées chez les espèces évoluées, pourraient-elles réapparaître sporadiquement et par atavisme chez une espèce qui en est normalement dépourvue ? Oui, la chose est probable, car les incisives peuvent réapparaître sous forme supplémentaire comme l'a observé récemment M. le Professeur Anthony sur l'*Elephas Africanus*.

Il n'est pas invraisemblable qu'un bourgeon aberrant représentant la prémolaire disparue, se reproduise en particulier sur les formes plus anciennes rapprochées du dernier terme possédant encore des prémolaires. Ce bourgeon n'empêche pas la molaire à remplacement horizontal de se développer derrière la molaire de lait.

Si l'*Elephas Trogontherii* d'Arques, au lieu de disparaître jeune, avait continué à vivre, il est probable que devant la M^1 qui aurait pris la place de la D^3 , un bourgeon réduit formé de quelques lames seulement se serait développé, reproduisant la préparation de l'*Elephas planifrons* figurée par Falconer (1).

Cette réapparition d'une prémolaire d'origine atavique, sûrement doit être rare. Je ne l'ai observée que dans le cas présent sur les éléphants du Quaternaire. Cette rareté la rend encore plus intéressante au point de vue de la marche évolutive suivie dans la dentition si spécialisée des Proboscidiens.

(1) FALCONER et CAUTLEY. — Fauna Antiqua Sivalensis.

La seconde pièce rencontrée est une arrière molaire inférieure droite appartenant à l'*Elephas Indicus*.

Cette pièce, usée à la partie moyenne, a perdu à l'avant le talon antérieur et trois ou quatre lames d'après ce qu'on peut en juger. Elle est réduite à dix-huit lames plus le talon postérieur. Sa formule est : — 18 x. Par ses caractères anatomiques, elle ne différerait pas du type courant observé chez l'*Elephas Indicus*. La disposition de l'émail et des lames, leur fréquence sont normales. L'émail est moyennement épais et festonné comme on l'observe d'habitude. La table porte douze lames, dont six coupées dans la région supérieure et formées d'îlots d'ivoire entourés d'émail. Ces îlots sont plus nombreux dans les trois dernières lames. Les six autres, situées antérieurement, sont coupées à la partie moyenne. Elles présentent à la partie médiane et surtout en arrière un assez fort sinus loxodonte saillant dans la vallée et rappelant certaines dispositions rencontrées chez plusieurs espèces fossiles, en particulier l'*Elephas Antiquus* où la dilatation angulaire est courante, sauf chez les formes très méridionales observées en Italie et en Espagne, ainsi que je l'ai signalé dans une étude parue dans le Bulletin S. P. F. sur l'*Elephas antiquus* de Rome (1). Le Professeur Pohlig l'avait déjà signalé pour les *Elephas antiquus* recueillis par le Marquis de Ceralbo à Torhalba, en Espagne, et décrits par un auteur comme *Elephas meridionalis*.

Normalement, l'*Elephas Indicus* ne porte pas de sinus loxodonte. Si on examine d'importantes séries, on n'en rencontre ordinairement pas. Cuvier a pris comme base cette disposition dans la classification des Proboscidiens et a fait des espèces dépourvues de dilatation angulaire

(1) G. PONTIER. — Variations dentaires chez l'*Elephas antiquus*. Extrait du *Bulletin de la S. P. F.* Séance du 25 mars 1926. — Note sur une molaire d'*Elephas antiquus* trouvée à Chelles (Seine-et-Marne). Extrait du *Bulletin de la S. P. F.* Séance du 28 avril 1921.

le groupe des Elasmodontes, groupe opposé à celui formé par l'*Elephas Africanus* où cette disposition poussée au plus haut degré caractérise les Loxodontes.

Dans les espèces fossiles, on peut citer comme porteurs de sinus loxodontes en particulier l'*Elephas planifrons*, l'*Elephas antiquus* et ses mutations, en particulier la variété *Elephas priscus*. On l'observe assez souvent sur l'*Elephas meridionalis* où certaines dents montrent en arrière une légère dilatation, en particulier des molaires provenant de Cromer, disposition visible sur une dent de ma collection décrite par MM. Depéret et Mayet et sur le N° 33.334 du British Museum (1).

Le sinus loxodonte, si on le suit dans toute la série des Proboscidiens, est le reste des tubercules intermédiaires observés chez les Mastodontes. On sait que chez les Mastodontes à type Bunolophodonte, il existe toujours des tubercules intermédiaires au fond des vallées, tandis que sur les Mastodontes à type Zygolophodonte (ou série tapiroïde), on observe seulement une crête récurrente.

Si on examine ce que produit la détritition sur certaines formes de Mastodontes possédant de forts tubercules intermédiaires, le *Mastodon longirostris* d'Eppelsheim en particulier, on voit que lorsque l'usure arrive au tiers inférieur de la colline, la coalescence du tubercule intermédiaire et de l'élément principal, donne des figures lozangiques qui montrent une certaine ressemblance avec ce que l'on observe chez les molaires d'*Elephas africanus* lorsqu'elles sont sectionnées à la partie supérieure.

Si on prend un type plus récent, on voit que chez l'*Elephas planifrons* (classé comme loxodonte par Falconer) certaines lames à type ordinaire sont suivies par un tubercule rond et encore détaché de la lame, comme chez les Mastodontes. En considérant une lame, plus usée.

(1) MAYET et DEPÉRET. — Monographie des Eléphants Pliocènes d'Europe et de l'Afrique du Nord. Lyon, Rey, Imprimeur, 1923, page 153.

on voit ce tubercule séparé venir se greffer sur la paroi postérieure de la lame. Au bout d'un certain temps, les deux éléments sont confondus et on a le sinus loxodonte constitué. Une molaire d'*Elephas meridionalis* primitif provenant du Val d'Arno et faisant partie de ma collection, montre encore cette disposition atavique comme on peut s'en rendre compte sur la figure III. La section des lames 3 à 7 montre le dispositif suivi.

Comme nous l'avons dit, chez certaines espèces la disposition persiste et tous les individus portent le sinus loxodonte, par exemple : *Elephas antiquus* et *Elephas africanus*. Chez d'autres, la lame perd peu à peu le tubercule accessoire et on obtient les Elasmodontes purs, par exemple : *Elephas primigenius*, *Trogontherii*, *indicus*. Mais l'atavisme peut certainement reproduire à un moment donné une disposition perdue. et c'est de cette façon que l'on peut expliquer sur la dent qui fait le sujet de cette étude la présence du sinus loxodonte n'existant pas normalement chez l'Elephant Indien.

Comme pour la pré molaire de l'*Elephas Trogontherii* décrite au début de ce travail, c'est le retour d'un caractère ancestral, ce qui semblerait indiquer que les loxodontes et les élasmodontes auraient pu avoir des ancêtres communs.

On peut de cette constatation retirer un enseignement : c'est que dans les diagnoses d'espèces, il faut tenir compte de ces anomalies et ne pas déterminer sur un seul caractère une molaire fossile. Nul doute que si la dent d'*Elephas indicus* à forme anormale eut été trouvée dans un gisement helléen on aurait pu la rapporter à l'*Elephas antiquus*.

Ces dispositions rares chez les Proboscidiens étaient utiles à signaler, tant au point de vue de la diagnose générique que de l'évolution dentaire.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Troisième molaire de lait d'*Elephas Trogontherii* Pohlgl. avec
bourgeon vertical. Quaternaire d'Arques (P.-de-C.).
Réduction 2/5.

PLANCHE II

Fig. 1 : Arrière molaire inférieure droite d'*Elephas indicus*
(Cuvier). Actuel. Indes.
Réduction 2/5.

Fig. 3 : Arrière molaire supérieure droite d'*Elephas meridio-*
natis Nestl. Villafranchien du Val d'Arno. Italie.
Réduction 2/5.

M. P. Pruvost donne lecture de son rapport sur le
Prix Léonard Danel, attribué à M. Camille Bonnet :

La Médaille Léonard Danel

attribuée en 1929

par la Société des Sciences de Lille

à M. C. Bonnet

A la fin du XII^e siècle, Houillos, modeste forgeron de Plénevaux, en pays de Liège, ayant ramassé dans la montagne une poignée de pierres noires, la jeta dans son foyer, qui flamba. C'est ainsi, dit la légende, que fut inventée la houille. Elle ajoute que la joie de cet artisan fut grande de constater que, grâce au charbon de la terre, il pouvait désormais forger un fer-à-cheval « d'une seule chaude ». A cela se borna son enthousiasme et sa récompense.

Pouvait-il prévoir qu'après huit siècles, au paroxysme d'un développement industriel, où toutes les forces de la nature sont mises en jeu, où les combustibles liquides

(A) Rapport présenté à la Société des Sciences de Lille par la Commission du Prix Léonard Danel, composée de MM. Ch. Barrois, Bollaert, H. Charpentier, L. Danel, le Chanoine G. Delépine et P. Pruvost, Rapporteur.

et la houille blanche disputent au charbon son domaine, celui-ci fournirait toujours, en 1930, à un pays comme la France, 70 % de l'énergie qu'il consomme ?

Mais voici qui est plus extraordinaire : les progrès de la chimie ont dévoilé le secret de recueillir dans le minerai noir, après qu'il a livré sa chaleur, des substances merveilleuses et paradoxales, telles que les couleurs chatoyantes que l'artiste utilise, les engrais azotés, aliments des végétaux, et le jour n'est pas loin, peut-être, où l'homme lui-même trouvera, directement dans la houille, quelque part de sa propre nourriture.

Quel rêve hallucinant aurait pu faire le forgeron de Liège, s'il avait entrevu l'avenir ! Car, plus divin que Prométhée, il avait ravi, non le feu du Ciel, source de lumière, mais celui de la Terre, réservoir étonnant de tant d'énergies, germe de tant de progrès matériels, grâce auxquels les hommes s'affranchiraient un jour davantage de l'oppression des forces naturelles, de l'espace et du temps.

Mais, si Houillos est un personnage de légende, si l'on peut douter de son existence autant, et plus encore, que de celle d'Homère, sa figure est à l'origine d'une épopée merveilleuse, dont les héros successifs, eux, sont bien réels. Au cours de cette marche au progrès, une antique Compagnie savante telle que la Société des Sciences de Lille, située dans la province française qui doit son essor industriel au charbon, a la mission de jalonner de temps à autre les étapes accomplies et d'en honorer les ouvriers. Elle dispose de palmes, telles que la Médaille Léonard-Danel, spécialement réservées aux hommes, dont les efforts marquent un progrès dans l'art d'extraire et d'utiliser la houille.

Pour célébrer la révolution, pacifique, mais implacable, qui s'opère actuellement sous nos yeux, la Commission du Prix Léonard Danel a voulu cette année trouver son lauréat parmi les ingénieurs de notre bassin houiller qui se distinguent dans le domaine nouveau de

la chimie. Comme ils sont nombreux, son choix était difficile. Il s'est pourtant déclaré unanimement en faveur d'un de ces savants techniciens, dont l'œuvre personifie justement les conquêtes récemment réalisées : M. Camille Bonnet, Directeur de la Société « L'Ammoniaque Synthétique », à Waziers (Nord).

*
**

L'industrie chimique s'est installée dans la mine à l'ombre des batteries de fours à coke. La distillation du charbon, en espace clos, à haute température, produit, en effet, à côté du coke, des vapeurs contenant tout formés : goudrons, ammoniaque et benzol, qu'on apprend très vite à condenser et à purifier. Cette opération donnait aussi des quantités énormes d'un gaz, utilisable certes pour le chauffage et l'éclairage, mais tellement surabondant qu'on se résignait, hélas ! à l'enflammer à la sortie des fours, en des lampadaires somptueux, car leur flamme inutile n'éclairait que les solitudes.

Or ce gaz de fours à coke, après condensation des goudrons et élimination de l'ammoniaque, est un mélange riche et complexe, de vapeurs de benzol, d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, d'hydrogène sulfuré, de nombreux carbures (éthane, éthylène, propylène, méthane) et enfin d'hydrogène et d'azote.

Et tous ces corps, sans exception, sont utiles : la chimie moderne connaît les moyens, soit de les séparer, soit de les combiner pour donner des produits plus utiles encore. Elle est capable même, grâce aux méthodes de synthèse, de fixer l'un à l'autre des éléments, tels que l'hydrogène et l'azote, pour en faire l'ammoniaque. Mais tout cela est demeuré longtemps expériences de laboratoire.

Sous la pression des nécessités, pendant la guerre, l'Allemagne mit sur le pied industriel l'un de ces procédés de synthèse de l'ammoniaque, le procédé Haber. C'est lui qui, exploité par la Compagnie Badische Anilin

« sur une échelle colossale, aux fameuses usines d'Oppau, a permis aux Allemands de se passer des nitrates du Chili et de prolonger la guerre trois mortelles années (1). »

L'Etat français s'est efforcé d'appliquer, à la Poudrière nationale de Toulouse, ce procédé dont le Traité de Versailles lui a livré le secret.

Clause, à vrai dire, superflue, car un jeune savant français, M. Georges Claude, avait réalisé la même synthèse, par une méthode, très élégante en sa simplicité, qui utilisait pour la première fois les fortes pressions, voisines de 1.000 atmosphères, et il mettait son procédé, déjà appliqué dans une petite usine, à Montereau, à la disposition des entreprises nationales ; en même temps, d'autres brevets peu différents, en particulier le brevet italien Casale, s'offraient aux tentatives de l'industrie française.

L'importance de la production de l'ammoniaque, au moyen des ressources de notre industrie et de notre sous-sol, est immense, puisqu'elle doit nous libérer peu à peu des importations étrangères, pour couvrir les besoins de notre agriculture en engrais azotés. Aussi, délibérément, la plupart de nos charbonnages producteurs de coke se lancèrent dans cette voie, en adoptant l'un ou l'autre procédé, Claude ou Casale, qui se partagent actuellement les usines. Et l'industrie de l'ammoniaque de synthèse est en plein développement : la France a fixé directement sur l'hydrogène, en 1928, environ 50.000 tonnes d'azote. Dans deux ans, on peut prévoir qu'elle en fixera le double.

La Compagnie des Mines de Béthune, sous l'impulsion de son Directeur L. Mercier, tendit d'abord la main, en 1921, à M. G. Claude pour un premier essai ; elle le fit suivre de la création d'une usine, que dirige brillamment M. l'ingénieur Vallette. En même temps, la Compagnie des Mines d'Aniche, faisant aussi confiance au savant

(1) G. CLAUDE. — *Mém. Soc. Ingénieurs Civils de Fr.*, 1922 p. 254.

français, adoptait sans hésiter le procédé G. Claude et tentait de le réaliser sur une grande échelle.

Après avoir épuré le gaz de fours à coke, après en avoir extrait les divers constituants par liquéfaction fractionnée, à des froids échelonnés jusque -190° , on obtient finalement de l'hydrogène presque pur, qui, mélangé à la proportion convenable d'azote, extrait de l'atmosphère, est introduit dans des tubes d'acier, où en présence d'un corps catalyseur approprié et sous une pression voisine de 900 kilogs, l'ammoniaque prend naissance.

Tel est, fortement schématisé, le principe du procédé Claude, où tout paraît simple sur le papier. Dans la pratique, pour transporter à l'échelle industrielle une méthode, même aussi parfaitement mise au point que l'était celle-ci, il faut avoir la certitude d'un rendement intéressant qui dépend de deux conditions : obtenir l'hydrogène pur au prix le plus bas possible et, en second lieu, être assuré d'une marche régulière, sans à-coups de fabrication, ni destruction rapide du matériel, circonstances imprévues qui bouleverseraient les prix de revient. Or dans cette branche inexplorée de la technique, où l'on abordait les « hyperpressions » de 1.000 atmosphères pour la première fois, tout était à redouter, d'innombrables précautions étaient à prendre.

Et c'est ici qu'apparaît le rôle remarquable joué dans le développement de cette industrie chimique de la houille, par un ingénieur mécanicien.

*
**

Né dans la Sarthe, à Château-du-Loir, en 1878, et sorti Ingénieur de l'Ecole Nationale d'Arts et Métiers d'Angers, en 1896, M. Camille Bonnet nous vient de l'Ouest. Attiré dans la région du Nord par la Compagnie de Fives-Lille en 1896, c'est désormais à notre province qu'il consacrera son activité.

Déjà, aux Ateliers de Fives-Lille, son esprit inventif se révèle; il imagine une soupape de sûreté, sans levier, ni contre-poids, d'une efficacité absolue, perfectionnement pour lequel la Société Industrielle du Nord de la France remet en 1906 sa médaille d'or, à ce jeune ingénieur de 28 ans .

En 1907, il entre à la Compagnie des Mines d'Aniche, comme Ingénieur chef de Service et on lui confie les Etudes des Travaux du Jour. La guerre y interrompt momentanément sa carrière. M. Bonnet part au front comme officier d'infanterie; bientôt il reçoit le commandement d'une compagnie automobile d'aérostiers de campagne, tâche dans laquelle il se distingue aussitôt par son esprit d'organisation et son courage, ce qui lui vaut une glorieuse citation à l'ordre du jour de l'aéronautique de la VI^e Armée.

Puis, en 1918, lorsqu'il s'agit de reconstruire les Mines d'Aniche, M. P. Lemay, son Directeur, retrouve naturellement en lui un collaborateur énergique: il est chargé de rendre à l'immense mine dévastée, son matériel mécanique et électrique; c'est lui qui établit les plans de la nouvelle Centrale électrique de cette Compagnie.

Au cours de cette rapide carrière, M. Bonnet se signale par son vif esprit d'initiative, devant les problèmes nouveaux posés dans le domaine des machines. Cette réputation de « mécanicien » éprouvé le désigne à l'attention de ses Chefs au moment où l'éminent chimiste Georges Claude cherche l'homme qui l'aidera à édifier sa première grande usine d'ammoniaque synthétique, en marge des fours à coke.

Nommé, en 1923, Directeur de la Société « l'Ammoniaque Synthétique », fondée par la Société de la Grande Paroisse et la Compagnie des Mines d'Aniche, à Waziers, près de Douai, il se met à l'étude: la technique est, avons-nous dit, entièrement nouvelle. Il s'agit de déterminer quels tubes de métal, quelles formes d'appareils, quels joints, résisteront le mieux aux détentes, aux

grands froids, et surtout aux énormes pressions, que l'on doit mettre en œuvre; ces hypercompresseurs utilisés sont des machines puissantes, dont les organes délicats exigent un entretien méticuleux. Et ces tubes catalyseurs dans lesquels s'opère la merveilleuse synthèse, de quel acier les façonner ? Quelle résistance offriront-ils aux pressions de 1.000 atmosphères et aux températures de 500° à 600° qu'engendre la réaction ? D'éminents spécialistes, tels que MM. Le Chatelier et Guillet s'étaient déjà inquiétés de ces difficultés.

Tels sont les problèmes posés par M. G. Claude à M. Bonnet, qui les a résolus victorieusement: on peut résumer son œuvre en disant qu'il a, pour une large part, efficacement contribué au progrès de la technique si délicate des hyperpressions.

Voici, d'ailleurs, les faits qui parlent éloquemment: depuis 4 ans, les usines de Waziers fonctionnent régulièrement et comprennent un atelier pour la fabrication de l'ammoniaque anhydre, d'une puissance de production de 30 à 35 tonnes par jour, correspondant au traitement journalier de 150.000 mètres cubes de gaz.

La plus grande partie de l'ammoniaque fabriquée est transformée sur place en sulfate d'ammoniaque livré à l'agriculture. En même temps, le génie inventif de M. Georges Claude, sans cesse en éveil vers de nouveaux progrès, trouvait le moyen d'associer l'ammoniaque, créée par nos houillères françaises, avec les sels de potasse, produits de notre sous-sol alsacien, en un engrais double, à la fois potassique et azoté. Le « potazote », produit fertilisant remarquable obtenu par ce procédé, livrant, détail important, le carbonate de soude comme sous-produit, est aujourd'hui fabriqué par les usines de Waziers.

Le complément de l'ammoniaque produite à Waziers est transporté à Chauny, dans les établissements de la Compagnie de St-Gobain, où il est, par oxydation cata-

lytique, converti en acide nitrique ; l'installation peut produire 40 tonnes d'acide par jour.

Ajoutons que l'usine de Waziers, devant ce succès, se transforme maintenant pour doubler sa production : les travaux d'agrandissement sont en cours : en 1930, elle fabriquera 60 tonnes d'ammoniaque par jour.

*
**

Au mois d'Octobre dernier, se tenait à Barcelone le 9^e Congrès de Chimie Industrielle. Au cours d'une conférence très remarquée, M. Ch. Berthelot, passant en revue les différents procédés de fabrication de l'ammoniaque synthétique, disait : « celui de Claude fournit actuellement une marche absolument régulière, à cause du degré de perfectionnement de la méthode et de l'outillage employé ».

Peut-on louer de façon plus adéquate ? C'est bien ce que nous disions plus haut : le procédé est définitivement entré dans la pratique industrielle, parce que la régularité de son fonctionnement est assurée. Et pourquoi sa marche est-elle régulière ? C'est, d'après M. Berthelot, parce que le créateur de la méthode l'a conçue excellente, et ceci s'adresse à M. G. Claude ; et c'est aussi parce que l'outillage qui a permis sa réalisation est perfectionné, et ceci s'adresse à M. Bonnet. Etre associé dans la louange au grand savant français qui le tient lui-même, nous le savons, en si haute estime, c'est, je crois, le plus beau titre de gloire de M. C. Bonnet.

*
**

Certains d'entre vous, mes chers Confrères, ont pu visiter l'une des usines d'ammoniaque synthétique conçues par M. G. Claude. Ils ont été frappés de la simplicité apparente du mécanisme et de la belle ordonnance de toutes choses. Un gros tube de fonte, artère nourricière

de l'usine, relie les fours à coke voisins, aux ateliers de synthèse, leur apportant les gaz à traiter. Quelques colonnes de liquéfaction pour séparer ces gaz; un groupe d'hypercompresseurs presque silencieux; une batterie de catalyseurs, des tableaux de commande électrique, où s'inscrit au regard de quelques surveillants, par des appels lumineux ou des tracés graphiques, la marche des réactions; des manœuvres simples mettant en jeu ces pressions fantastiques, qui, sauvages, pourraient tout ruiner, mais qui, puissances domptées, circulent docilement au gré d'une poignée d'hommes commandant tout cela, dans le silence et la lumière: c'est moins une usine qu'un cerveau.

Et vous comprenez maintenant avec moi pourquoi la belle citation, conquise par M. Bonnet sur les champs de bataille, s'exprime ainsi: « Excellent officier, s'est dépensé sans compter au cours des attaques. A affirmé l'ascendant qu'il a pris sur ses hommes, en commandant avec sang-froid les manœuvres techniques sous le feu de l'ennemi ».

Faut-il s'étonner que, dans l'œuvre de paix, il ait continué à « se dépenser sans compter » ? C'est toujours un combat qu'il mène, à Waziers, où il doit mettre en œuvre ses qualités techniques et « son sang-froid ». D'ailleurs, le cadre de son usine où les tubes catalyseurs sont enfermés dans des blockhaus bétonnés, pour épargner les vies humaines en cas d'explosion, lui rappelle le théâtre de la grande lutte sanglante.

Sur ce terrain inexploré, non plus « sous le feu de l'ennemi », mais parmi les embûches que tend sournoisement toute entreprise nouvelle, confiant en la méthode choisie et en lui-même, il a « affirmé son ascendant » sur les hommes et dompté la matière.

C'est pourquoi La Médaille Léonard Danel de la Société des Sciences de Lille, récompense destinée aux grands ingénieurs de l'Industrie houillère française, consacré en 1929, la lutte et le succès de M. C. Bonnet.

M. A.-P. Dutertre fait la communication suivante :

Trouvailles dans la tourbe submergée
de la Pointe-aux-Oies, près Wimereux (Boulonnais)
par **A.-P. Dutertre.**

A la Pointe-aux-Oies, à 3 kil. environ au N. de Wimereux, un banc de tourbe noire affleure sur la plage, au pied de la digue, devant la Station biologique de l'Université de Paris; cette formation a été décrite jadis sous le nom de « *Forêt sous-marine de la Pointe-aux-Oies* » (1); il y a une trentaine d'années, en effet, vingt troncs d'arbres, demeurés en place, émergeaient de ce banc de tourbe, mais l'érosion marine, très active dans cette partie du rivage, ronge peu à peu ce banc et, aujourd'hui, quelques troncs subsistent seulement.

Le banc de tourbe, dont l'épaisseur ne dépasse guère un mètre là où elle est le mieux conservée, repose sur une couche d'argile grise très collante visible à marée basse.

Ces formations, tourbe et argile grise, renferment beaucoup de silex taillés, noirs, parmi lesquels il est rare de trouver un instrument typique: ce sont surtout des lames, des éclats, des rebuts de débitage, quelquefois des *nuclei*; malgré les recherches que j'ai faites pendant des années lors de mes séjours à la Station biologique ou au cours d'excursions, je n'ai jamais trouvé aucune pièce caractéristique d'une industrie préhistorique et l'examen, que j'ai fait, de diverses collections confirme cette re-

(1) La liste des publications relatives à la tourbe submergée de la Pointe-aux-Oies est trop nombreuse pour être reproduite ici. Voir: A.-P. DUTERTRE. — Notice géologique sur la Pointe-aux-Oies et les abords de la Station Zoologique de Wimereux. *Trav. de la Stat. zool. de Wimereux*, t. IX. Glan. biol. publ. à l'occas. du Cinquant. de la fond. de la Stat., 1924, p. 66-88 et 292-294, pl. IV-V (juillet 1925).

marque. Toutefois, A. de Lapparent (1) écrit que « *Munier-Chalmas a recueilli à la surface de l'ancien sol forestier [de la Pointe-aux-Oies] de nombreux silex de l'âge de la pierre polie* » et J. Gosselet (2), a rappelé cette trouvaille.

Il y a quelques années, M. le Dr Et. Leblond m'a remis pour le Musée géologique du Boulonnais, un échantillon de diorite qu'il venait d'extraire du banc de tourbe de la Pointe-aux-Oies et qui mérite un examen détaillé.

Cette roche pèse 435 gr., n'est pas altérée, appartient à un type lithologique comparable à ceux de la région armoricaine et montre manifestement des traces de polissage.

Selon toute vraisemblance, c'est un galet (3) ramassé anciennement sur le rivage voisin et utilisé pour le polissage des silex : il convient de remarquer, en effet, que le Boulonnais n'offre pas dans sa constitution géologi-

(1) A. DE LAPPARENT. — *Traité de Géologie*, 4^e édit., 1900 (voir p. 573). En réalité, ces trouvailles avaient été faites par le naturaliste boulonnais Alfred BÉTENCOURT qui les avait signalées à MUNIER-CHALMAS lorsque celui-ci vint étudier les falaises du Boulonnais pour en publier la coupe (voir : MUNIER-CHALMAS et Edm. PELLAT. *Falaises jurassiques du Boulonnais*. Livret-guide du VIII^e Congrès géologique international, 1900. IX. Boulonnais et Normandie, p. 15-26. 1 fig., 1 pl.).

(2) J. GOSSELET. — Les galets glaciaires d'Étaples et les dunes de Camiers. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XXXI, 1902, p. 297-307 (voir p. 304).

(3) Sur l'origine et le mode de transport des roches exotiques (rôle des glaces flottantes pendant la glaciation wurmienne ou immédiatement après), voir notamment :

A. P. DUTERTRE. — Observations sur les formations quaternaires et récentes du Boulonnais. *Ann. Musée géol. du Boulonnais*, vol. I, fasc. 4, 1924.

G. DUBOIS. — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. du Nord*, t. VIII, Mém. n^o 1, 356 p., 6 pl., 1924.

G. DUBOIS. — Répartition et origine des galets exotiques dans les formations quaternaires marines du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XLVIII, 1923, 4^e livr. (janv. 1925), p. 188-190.

que de roche suffisamment dure pour servir à polir les silex et, à ma connaissance, aucun polissoir n'a encore été signalé dans ce pays.

Les Néolithiques et leurs successeurs immédiats, qui ont laissé de nombreux vestiges de leur présence sur le littoral boulonnais, ont certainement utilisé à divers usages (notamment dans leurs foyers) les roches cristallines exotiques dont ils s'approvisionnaient dans les levées de galets du rivage (1).

Les collections du Musée géologique du Boulonnais contiennent aussi deux vertèbres de ruminant (n^{os} 3182 et 3184), extraites jadis de la tourbe de la Pointe-aux-Oies par M. Eug. Canu, docteur ès-sciences, et données par lui à cet établissement.

M. A.-P. Dutertre fait la communication suivante :

Les éboulements de la falaise de Boulogne

par A.-P. Dutertre.

Depuis quelques jours, la Presse régionale annonce, en des articles alarmants, que d'importants éboulements viennent de se produire dans la falaise de Boulogne, « *que cette falaise est en marche* » et menace gravement plusieurs immeubles du boulevard Sainte-Beuve (2),

(1) J. GOSSELET. — Les galets glaciaires d'Etaples et les dunes de Camiers (*ouvr. cité*) p. p. 298.

A. BRIQUET. — Les Bas-Champs de Picardie au Nord de la Somme: la ligne de rivage actuelle. *C. R. Ac. Sc.*, 15 mars 1921, t. 172, p. 697.

A. BRIQUET. — Sur l'origine du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XLVII, 1923, p. 184-186.

A.-P. DUTERTRE. — Observations sur les formations quaternaires et récentes du Boulonnais (*ouvr. cité*).

A.-P. DUTERTRE. — Haches polies en roches exotiques trouvées dans le Boulonnais. *Bull. Soc. préhist. franç.*, t. XXIV, n^o 7-8 (juill.-août 1927), p. 278-288, 6 fig. 1927, et *Bull. Comm. départ. Monum. histor. du P.-de-C.*

(2) Voir notamment l'article intitulé « La falaise en marche menace le quartier Sainte-Beuve à Boulogne » dans le *Grand Echo du Nord*, n^o, du 15 janvier 1930.

Afin de répondre à la demande de mes collègues de la Société géologique du Nord, j'exposerai brièvement les observations que j'ai faites au sujet de ce phénomène et les remarques qu'il m'a suggérées.

La falaise nord de Boulogne présente un escarpement d'une quarantaine de mètres de hauteur constitué par plusieurs assises de l'étage kimméridgien indiqué sous la notation J^5 dans la légende de la feuille de Boulogne de la Carte géologique détaillée révisée par M. P. Pruvost (3^e édition, 1929); elle comprend, de bas en haut: 1^o une partie des *argiles du Moulin Wibert* renfermant quelques banes de calcaire et de lumachelle à *Exogyra virgula* (épaisseur totale de l'assise: 24 m.); 2^o les *calcaires du Moulin Wibert* à *Aspidoceras caletanum* (20 m.), comprenant des banes de calcaire marneux alternant avec des couches d'argile; 3^o une partie des *grès de Châtillon* à *Pygurus* et *Aulacostaphanus yo*, formant une sorte de corniche au sommet de l'escarpement.

Comme le montre cette coupe, c'est l'élément argileux qui domine dans cet escarpement; considérés seulement sur une courte distance, ces couches semblent sensiblement horizontales, mais, en réalité, elles ont un faible pendage au Sud et appartiennent au flanc méridional du grand anticlinal dont l'axe correspond à la Pointe de la Crèche.

Le pied de l'escarpement est encombré d'éboulis plus ou moins étendus et élevés, formant un « *undercliff* » recouvert en majeure partie d'un tapis de verdure entretenu par les filets d'eau qui suintent de la falaise.

— Jadis, lorsque la mer venait battre son pied (1), cette

(1) D'après les témoignages recueillis dans divers auteurs, J.-H. HENRY déclare qu'« il est bien démontré que, dans l'espace de deux siècles et demi, la mer a détruit et emporté, des deux côtés du port de Boulogne, une portion de terrain de 400 mètres de longueur ». Voir J.-F. HENRY. Essai historique, topographique et statistique sur l'arrondissement communal de Boulogne-sur-Mer, 1810, p. 71.

falaise était soumise aux divers facteurs de *l'érosion marine*, parmi lesquels il faut citer : la hauteur des marées, la direction des vents dominants, le rôle des pluies et des eaux d'infiltration dont l'action combinée s'exerce suivant la disposition des couches et la nature des roches.

L'action de ces divers agents avait pour résultat le recul progressif de la falaise *par saccades* suivant un certain rythme, bien connu, correspondant au cycle des phénomènes suivants :

Sape du pied de l'escarpement — éboulement d'une tranche de l'escarpement — déblaiement des éboulis par la mer — formation d'un nouvel escarpement — sape du pied de l'escarpement, etc....

Depuis longtemps déjà, le pied de la falaise nord de Boulogne n'est plus rongé par la mer et se trouve protégé par la digue Sainte-Beuve; cette falaise est donc désormais considérée comme une « *falaise morte* ».

Se fiant à cette apparence de calme, divers constructeurs ont édifié une série d'immeubles (hôtels, cafés, villas) le long du boulevard Sainte-Beuve, soit contre les éboulis, soit même sur l'emplacement de ces éboulis qu'ils ont déblayés en s'approchant jusqu'à une distance parfois assez voisine du pied de l'escarpement.

De temps en temps, quelques blocs de grès se détachaient du sommet de l'escarpement et tombaient, ou quelques paquets d'argiles, plus ou moins volumineux, glissaient sur les éboulis; mais ces événements étaient insuffisants pour donner l'alarme et ébranler la confiance des plus timides; à la suite d'un éboulement tant soit peu important, on se contentait d'enlever les nouveaux éboulis et, parfois, de renforcer par des contreforts les murs de soutènement des constructions adossées aux éboulis.

Cependant, si certains facteurs de l'érosion ont cessé leur action contre la falaise depuis le recul de la mer, plusieurs d'entre eux ont conservé une réelle activité et la falaise est capable, à certains moments, de montrer qu'elle n'est pas définitivement « morte ».

L'action des vents dominants, des pluies et des eaux d'infiltration continue toujours et la falaise demeure soumise à une loi analogue à la *loi de l'aplatissement des versants des vallées*; tôt ou tard, le profil de l'escarpement, qui est essentiellement provisoire et instable, doit être adouci et peu à peu aplani.

On sait que « *les formations meubles constituant une falaise sont exposées à des glissements en masse qui accumulent tout d'un coup une grande quantité d'éboulis au pied de l'escarpement* » (1); ces faits sont d'ailleurs bien connus et exposés dans les ouvrages de géographie les plus élémentaires.

Depuis quelques jours, la falaise « morte » de Boulogne manifeste une inquiétante activité: les assises qui la constituent s'étant gorgées d'eau d'infiltration (2) au cours de l'hiver, d'énormes masses d'argile se détachent de l'escarpement, glissent sur les éboulis et forment de véritables coulées, tandis que des blocs de grès tombent du sommet de la falaise.

Ces glissements se sont produits sur une longueur de moins de cent mètres et sont surtout importants derrière le Grand Hôtel du Pavillon Impérial; la coulée argileuse atteint d'abord le petit mur de soutènement qui clôturerait la cour de l'hôtel, envahit cette cour, pénètre dans plusieurs salles du rez-de-chaussée de l'établissement et atteint presque le premier étage.

Ces éboulements eurent aussi pour conséquence de mettre en saillie une partie des restes d'une ancienne

(1) Albert DE LAPPARENT. — Leçons de Géographie physique. 2^e éd., 1898, p. 267.

(2) Il s'agit de filets d'eau circulant dans les fissures des roches et les crevasses des assises constituant la falaise; il ne doit être ajouté aucun crédit à l'existence prétendue de courants d'eau ou de rivières souterraines ayant un fort débit qui circuleraient à la base de la falaise; ces indications qui auraient été révélées récemment au moyen de pratiques mystérieuses ne présentent aucune garantie sérieuse et ne reposent sur aucune donnée scientifique précise (*note ajoutée au cours de l'impression*).

construction militaire (1) qui dominait le sommet de la falaise et qui se trouve maintenant en surplomb.

Emues de ces événements qui leur ont semblé susceptibles de mettre en péril une partie de la station balnéaire, les autorités locales ont constitué un comité chargé d'étudier les moyens de défense, les techniciens ont été appelés sur place et consultés et, comme il convient en cas de calamité publique, la troupe a été réquisitionnée pour exécuter le déblaiement des éboulis et protéger les immeubles menacés.

Les moyens propres à éviter le retour de ces glissements consistent à modifier le profil de la falaise et à réaliser artificiellement ce que la nature ferait à la longue: il faut décapiter la falaise en supprimant la corniche sur une longueur de 300 mètres environ et en donnant au sommet de l'escarpement une courbe convexe se raccordant avec la courbe concave que forme la surface des éboulis; les techniciens estiment que la pente doit être réduite à une quinzaine de degrés pour éviter de nouveaux glissements.

Cette solution indiquée par un simple examen a été, bien entendue, immédiatement envisagée, mais sa réalisation doit exiger l'enlèvement d'un volume considérable d'éboulis s'élevant à un million de mètres cubes au moins d'après les estimations des techniciens.

Il convient, en outre, de prévoir l'installation d'un système de drainage afin d'assurer l'évacuation des eaux souterraines.

Enfin, ces aménagements pourront être utilement complétés par la plantation d'arbres et d'arbustes qui faciliteront la fixation du terrain.

En définitive, le glissement de la falaise de Boulogne

(1) Ces ruines souvent considérées comme celles du phare construit par l'empereur romain Caligula sont en réalité les vestiges de travaux de défense exécutés par l'armée anglaise en 1546 auprès du phare de Caligula qui s'est écroulé.

est un phénomène banal et même très normal (1) et qui retiendrait à peine l'attention si ses conséquences ne pouvaient avoir des effets désastreux pour l'un des quartiers de la ville les plus appréciés des baigneurs et des étrangers.

Il est infiniment regrettable que des mesures de précautions sérieuses n'aient pas été prises depuis longtemps contre ces événements qui devaient nécessairement se produire un jour ou l'autre et qui, maintenant, menacent d'avoir de fâcheuses conséquences à divers points de vue.

Séance du 5 février 1930

Présidence de M. A. Carpentier, Président sortant.

puis de M. P. Bertrand, Président.

M. A. Carpentier, président sortant, remercie tous les membres du Bureau qui lui ont facilité sa tâche, au cours de l'année écoulée, et prie M. P. Bertrand, comme Président, de le remplacer au fauteuil.

M. P. Bertrand, président, remercie les membres de la Société qui l'ont appelé à présider leurs débats et les assure de son dévouement aux intérêts de la Société. Il rappelle les beaux travaux de M. A. Carpentier au cours de sa présidence, si heureuse pour la Société..

Est élu membre de la Société :

Le **Laboratoire de Géologie** de l'Ecole des Mines et Faculté technique du Hainaut, 9, rue de Houdain à Mons (Belgique).

M. G. Dubar présente le compte-rendu du Trésorier pour l'année 1929.

(1) Cette opinion est également celle de M. P. Pruvost qui, dans son très intéressant article paru le 18 janvier 1930 dans le *Grand Echo du Nord*, déclare que « l'éboulement de la falaise de Boulogne est un phénomène absolument normal et même banal ».

Le **Président** remercie M. G. Dubar de son rapport et du dévouement avec lequel il veille aux intérêts de la Société. Les fonctions ingrates de Trésorier sont particulièrement méritantes, en ce temps de vie chère, pour une Société qui n'a pas encore augmenté le taux de ses cotisations et doit vivre avec la plus stricte économie.

M. G. Delépine fait la communication suivante :

*Sur la présence de **Cyathoclisia tabernaculum** Dingwall
à la base du Viséen de l'Avesnois
par G. Delépine.*

Miss J. M. M. Dingwall a publié en 1926 une monographie consacrée à un polypier du Carbonifère d'Angleterre pour lequel elle a créé un genre nouveau : *Cyathoclisia tabernaculum* (1).

Le genre *Cyathoclisia* possède une columelle organisée comme *Clisiophyllum*, mais cette columelle, vue en coupe transversale, n'est pas nettement délimitée par une fausse muraille; elle est représentée par une plaque médiane, allongée dans le sens de la fossette, et constituée par un enchevêtrement de lames tabulaires et de lamelles septales; celles-ci sont les terminaisons des septa majeurs. La zone avec dissépiments est plus large que chez *Clisiophyllum*.

De *Cyathophyllum*, le genre *Cyathoclisia* se rapproche par le grand nombre des septa majeurs et le développement du tissu cellulaire que les dissépiments forment avec les septa; il en diffère parce que chez *Cyathophyllum* le centre est vide ou occupé par une pseudocolumelle.

L'unique espèce du genre, *Cyathoclisia tabernaculum*, a été étudiée par Miss Dingwall avec grand détail, et à tous ses stades de développement. Comme dans le Sud-

(1) DINGWALL (Miss). — On *Cyathoclisia*, a new genus of Carboniferous coral. *Q. J. G. S.*, vol. 82, 1926, p. 12, pl. I-III.

Ouest de l'Angleterre, des Mendip-Hills au Glamorganshire, et également aux environs de Dublin, elle y est cantonnée dans des formations qui correspondent au niveau du Tournaisien supérieur.

Jusqu'ici ce polypier n'était connu sur le Continent que dans l'Ouest de la France. M. Y. MILON en a récolté un échantillon dans le calcaire de Quenon (Ille-et-Vilaine); il l'a cité dans la liste des fossiles de ce gisement, sous le nom de *Clisiophyllum multiseptatum* Garwood (2); ce spécimen répond par ses caractères à celui que figure Miss Dingwall, *loc. cit.*, pl. I, fig. 1. — Les collections de l'Université de Caen possèdent un autre exemplaire provenant du calcaire de Regnéville et qui ressemble à ceux que figure l'auteur anglais pl. II, fig. 2, 3 et 5. — J'en ai récolté en 1913 un troisième exemplaire dans le calcaire carbonifère de Louverné (Mayenne); ce dernier présente les caractères d'une variété signalée par Miss Dingwall comme se rapprochant davantage de *Clisiophyllum* et figurée par cet auteur pl. III, fig. 2 et 5.

Les collections de M. A. Carpentier en renferment également un spécimen, recueilli naguère dans les carrières du Baldaquin, près d'Avesnes, à quelques pieds en-dessous de l'oolithe à *Productus sublaevie* exploitée dans ces carrières. La position stratigraphique de cet exemplaire est donc exactement repérée, à la base du Viséen inférieur, tout près de la limite, sinon à la limite même entre Tournaisien supérieur et Viséen. — A l'époque où il fut découvert, ce polypier fut reconnu pour un Clisiophyllide, mais sans être déterminé plus complètement. Cet exemplaire, en coupe transversale, correspond exactement par ses caractères et par sa taille à l'un des types de Miss Dingwall, *op. cit.*, pl. III, fig. 3 (1).

M. G. Dubar a trouvé récemment dans une carrière

(1) MILON. — Recherches sur les calcaires paléozoïques. Rennes. 1928 p. 47.

(2) Il a été figuré en 1913 par M. Carpentier : Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France, *Mém. Soc.*

située à 1.300 m. à l'Est de Marbaix (au lieu dit la Tuilerie), deux exemplaires de la même espèce, où le calice est très bien conservé, et dont l'un est remarquable par ses dimensions: diamètre du calice, 40 mm. \times 35 mm. ; profondeur du calice, 15 mm. ; la pointe manque, ce qui ne permet pas d'indiquer la longueur totale; la partie conservée est longue de 50 mm. — Les calcaires exploités dans cette carrière appartiennent au sommet du Tournaisien et sont surmontés immédiatement par l'oolithe à *Productus sublaevis* (2).

EXTENSION VERTICALE. — On connaît aujourd'hui *Cyathoclisia tabernaculum* dans le Sud-Ouest de l'Angleterre, dans l'Ouest et dans le Nord de la France. Les gisements connus au Pays de Galles et dans le Nord de la France appartiennent au Tournaisien supérieur ou à la limite entre Tournaisien et Viséen; dans l'Ouest de la France, les calcaires de Sablé, de Regnéville et de Quezon ont une faune dont l'ensemble classe ces formations dans le Viséen inférieur. — L'extension verticale de *Cyathoclisia tabernaculum* Dingw. paraît donc être étroitement limitée. Ce serait, par suite, un fossile utile au point de vue stratigraphique.

PHYLOGÉNIE. — *Cyathoclisia* a une structure plus simple que celle de *Clisiophyllum* et pourtant celui-ci ne dérive pas de *Cyathoclisia*, car le genre *Clisiophyllum* est connu dès le Silurien et largement représenté au Dévonien supérieur. Au point de vue phylogénétique, *Cyathoclisia* peut être considéré comme issu au Tournaisien d'un *Clisiophyllum* à structure simple, semblable à *Clisiophyl-*

géol. du Nord, VII, pl. V, fig. 10, faisant suite, sur la même planche, à une figure 9 qui représente une coupe transversale de *Clisiophyllum Omaliusi*, provenant de la Zone d'Etrœungt. Par suite d'une erreur matérielle, la fig. 10 qui est celle de *Cyathoclisia* du Baldaquin, a été attribuée également dans la légende à *Clisiophyllum Omaliusi*.

(2) A. CARPENTIER, *op. cit.*, p. 65.

lum modavense Salée (1) qui existe au Tournaisien supérieur. Le rameau représenté par *Cyathoclisia* paraît avoir disparu ou être retourné très tôt au type *Clisiophyllum* s. str., par des formes comme celle de Louverné et d'autres, que Miss Dingwall considère comme des variétés très voisines de ce type (2). Le genre *Clisiophyllum* a continué au contraire de se diversifier après le Tournaisien et le Viséen inférieur pour atteindre au Viséen supérieur puis au Moscovien, son maximum de développement et de différenciation avec les genres *Dibunophyllum*, *Carcinophyllum*, *Rhodophyllum*, *Aulophyllum*. etc.

M. G. Mathieu fait la communication suivante :

**Coupe Géologique de la Fosse E. Heurteau de la
Compagnie des Mines d'Anzin,
par G. Mathieu**

Les échantillons étudiés ont été recueillis jusqu'à 70 m. par M. P. Corsin, pendant le fonçage des puits; dans le tableau qui suit, je ne fais que reproduire la coupe de la Compagnie à partir de cette profondeur (1).

Coupe géologique de la Fosse Heurteau (Puits N° 2)

Altitude moyenne de l'orifice des puits: 21^m16

Quaternaire 2^m50

	<i>Prof.</i>	<i>Epaiss.</i>
« Terre végétale » (2)	0 ^m 00	0 ^m 20
« Sable argileux »	0 ^m 20	0 ^m 30
« Argile grise »	0 ^m 50	2 ^m 00

(1) A. SALÉE. — Le groupe des Clisiophyllides, in *Mém. de l'Inst. géol. de Louvain*, I, p. 206, pl. V, fig. 3.

(2) MISS DINGWALL. *op. cit.*, p. 18 et 19, pl. III, fig. 1-10.

(3) Je prie M. Champy, Directeur général; M. Courtinat, Ingénieur en chef des Travaux du Fond, et M. Patry, Ingénieur de la Fosse, qui m'ont rendu possible cette étude, d'agréer mes remerciements.

Les termes entre guillemets sont ceux qui servent à désigner les différentes formations sur la coupe de la Compagnie.

Tertiaire 18^m30

LANDÉNIEN, 18^m30

Sable argileux, chargé de glauconie, légèrement calcaire, se transformant au contact de l'eau en une masse un peu plastique	2 ^m 50	7 ^m 00
Grès tendre, riche en glauconie, poreux et léger, à ciment d'opale. Il a tendance à devenir calcaireux par suite de l'abondance des débris de coquilles	9 ^m 50	0 ^m 40
<i>Pholadomya Konincki</i> Nyst (T. A.). <i>Cyprina</i> sp. (T. A.). <i>Ostrea eversa</i> Mellev (T. A.). <i>Cucullæa crassatina</i> Lam. <i>Panopæa remensis</i> Mellev. <i>Thracia Prestwichi</i> Desh. <i>Pecten breviauritus</i> Desh. <i>Natica Deshayesiana</i> Nyst. <i>Fusus landinensis</i> Vinc.		
Grès tuffeau plus dur renfermant de petits cailloux roulés à patine noire	9 ^m 90	2 ^m 75
Argile bleue verdâtre à l'état sec noirâtre lorsqu'elle est humide (Argile de Louvil)	12 ^m 25	7 ^m 50
Débris de Vertèbre de Poisson.		
Tuffeau landénien	19 ^m 75	1 ^m 05

Crétacé

(102^m50 au puits N° 1; 101^m20 au puits N° 2)

SÉNONIEN, 31^m20

ASSISE A MICRASTER DECIPIENS (Coniacien) (31^m20)

Craie blanche traçante d'un grain fin, et très homogène	20 ^m 80	5 ^m 20
<i>Inoceramus Mantelli</i> de Mercey. Ecailles et débris divers de Poisson.		
Craie blanche traçante	26 ^m 00	6 ^m 00
<i>Micraster decipiens</i> Bayle (= <i>Micraster cortestudinarium</i> Goldfuss.).		
Craie blanche	32 ^m 00	3 ^m 00
<i>Inoceramus Mantelli</i> de Mercey. <i>Ostrea hippodium</i> Nilss. <i>Ventriculites</i> cf. <i>impressus</i> Smith. <i>Micraster decipiens</i> Bayle.		
Craie blanche avec nombreux débris d'Inocérames à longues aiguilles de calcite (Banc des Soies)	35 ^m 00	17 ^m 00
<i>Inoceramus involutus</i> Sow. <i>Inoceramus Mantelli</i> de Mercey.		

Signalons dans cette assise, sans pouvoir donner de niveau exact :

Baguettes de *Cidaris septifera* Mant.
Ventriculites cf. *radiatus*.

TURONIEN

ASSISE A MICRASTER LESKEI (16^m50)

Craie grise sableuse légèrement marneuse avec grains arrondis de glauconie et petits nodules phosphatés	52 ^m 00	1 ^m 00
Craie grise sableuse légèrement glauconieuse un peu durcie.	53 ^m 00	1 ^m 00
Craie grise durcie (« gaïze »)	54 ^m 00	1 ^m 50
Craie grise d'un grain fin, très compacte avec silex cornus noirs	55 ^m 50	4 ^m 50
<i>Inoceramus undulatus</i> Mantell (= <i>In. Lamarcki</i> Park.).		
Craie grise plus marneuse à silex cornus avec éponges pyriteuses du genre <i>Ventriculites</i> ..	60 ^m 00	5 ^m 00
<i>Inoceramus cuneiformis</i> .		
Craie grise à silex, très lourde	65 ^m 00	3 ^m 50
A la base de cette formation se trouve une craie marneuse dense, devenant bleue verdâtre dans l'eau.		

ASSISE A TEREBRATULINA GRACILIS (T. rigida), 21^m

Argile bleue verdâtre avec masse bothriôide de marcassite	68 ^m 50	1 ^m 50
<i>Terebratula semiglobosa</i> Sow.		
Craie marneuse grisâtre un peu durcie avec « tigelles » pyriteuses	70 ^m 00	0 ^m 60
<i>Ostrea hippopodium</i> Nilss.		
<i>Inoceramus Brongniarti</i> Goldfuss (= <i>In. Lamarcki</i> Park.).		
<i>Terebella</i> .		
« Dièves »	70 ^m 60	0 ^m 90
« Marnes »	71 ^m 50	3 ^m 30
« Dièves »	74 ^m 80	4 ^m 70
« Marnes »	79 ^m 50	0 ^m 85
« Dièves »	80 ^m 35	2 ^m 65
« Marnes »	83 ^m 00	3 ^m 50
« Dièves »	86 ^m 50	1 ^m 50
« Marnes »	89 ^m 00	1 ^m 50

Cette assise a livré en outre sans que l'on puisse indiquer de profondeur exacte, de nombreuses baguettes de *Cidaris hirudo*.

ASSISE A *INOCERAMUS LABIATUS* ET A *ACTINOCAMAX PLENUS*

Marne plastique fine de couleur verte	89 ^m 50	25 ^m 05
Dans la moitié supérieure, on trouve d'une façon assez abondante <i>Inoceramus labiatus</i> Schloth.; la partie inférieure a livré deux échantillons d' <i>Actinocamax plenus</i> de Blainville.		

ASSISE A *HOLASTER SUBGLOBOSUS*, 7^m45

Craie glauconieuse et sableuse durcie	114 ^m 55	0 ^m 20
Marne jaunâtre ne se délitant pas rapidement dans l'eau, mais présentant des reflets plus ou moins rougeâtres lorsqu'elle est mouillée.		
« Marne bleue »	114 ^m 75	1 ^m 00
« Marne grise »	115 ^m 75	1 ^m 25
« Marne grise »	117 ^m 00	2 ^m 50
Marne arénacée, extrêmement riche en grains ronds de glauconie, empâtant des petits fragments subanguleux de phtanite altéré et des galets bien roulés de quartz et quartzite (Tourtia).		
119 ^m 50	2 ^m 50	
Dans l'un des puits, le Tourtia a fourni un moule interne avec vernis phosphaté de		

Pleurotomaria perspectiva Sow.

Surface du terrain houiller à	122 ^m 00	
A partir de la profondeur de 89 ^m 50, la coupe du puits N° 1 est un peu différente.		
Dièves vertes.	89 ^m 50	26 ^m 75
Craie glauconieuse durcie	116 ^m 25	0 ^m 50
« Marne grise ».	116 ^m 75	4 ^m 75
Tourtia.	121 ^m 50	2 ^m 30
Surface du terrain houiller à	123 ^m 30	

Landénien

Pour le Landénien, la coupe de la Fosse Heurteau nous montre de haut en bas la succession suivante: sables argileux, puis tuffeau typique dans lequel viennent s'intercaler 7 m. 50 d'argile de Louvil qui apparaît ainsi comme un épisode de sédimentation vaseuse.

Les sables argileux appartiennent bien au tuffeau landénien et non aux sables d'Ostricourt, car à Vicoigne des sables analogues se montrent intercalés entre deux banes de tuffeau dont ils représentent un faciès argilo-sableux (3).

(1) P. PRUVOST. — *Bulletin de la Carte Géologique de France*, N° 140, T. XXIV, 1920: Observations sur les couches de base des Terrains Tertiaires aux environs de Valenciennes.

Le banc de tuffeau qui surmonte l'argile de Louvil s'est montré extrêmement fossilifère; en particulier on trouve en abondance *Pholadomya Konincki* fossile considéré par M. Leriche comme caractérisant la deuxième zone paléontologique du Landénien (1),

Les Cyprines qui sont associées à *Pholadomya Konincki* sont intermédiaires entre *Cyprina Morrisi* Sow. et *Cyprina scutelleria* Desh. Le premier banc de tuffeau qui repose directement sur la craie n'a pas livré de fossile; cependant, d'après sa position stratigraphique, on est tenté de le ranger dans l'assise à *Cyprina Morrisi*.

Il est intéressant de comparer dans le détail la coupe fournie par la Fosse Heurteau à celle de Fosse Ewbank N° 3 de Vicoigne (2).

La partie inférieure du Landénien montre, en effet, à Vicoigne, entre les deux banes de tuffeau, 3 m. de sables argileux qui se trouvent donc au même niveau que l'argile de Louvil d'Hornaing. Nous avons une fois de plus la preuve que l'argile de Louvil n'est qu'un faciès très localisé avec passage latéral au sable argileux.

Senonien

La craie blanche s'est montrée très homogène; la présence de débris du *Micraster decipiens* et d'Inocérames tels que *In. involutus* et *In. Mantelli* montre clairement sa position stratigraphique.

Le Sénonien épais de 31 m. 20 à Hornaing et de 14 m. 50 à Vicoigne, montre une diminution d'épaisseur de moitié en deux points assez voisins. Or, la surface de la craie blanche ne présente qu'une différence d'altitude de 2 m.; on peut donc interpréter ces faits comme

(1) M. LERICHE. — Sur les horizons paléontologiques du Landénien marin du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXII, 1903, p. 239.

(2) René DEHÉE. — Les Terrains crétacés traversés par la fosse Ewbank N° 3 de Vicoigne. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLIX, 1924, p. 11.

la preuve d'une érosion prétertiaire. Gosselet a d'ailleurs démontré l'existence de ravinements avant le dépôt du tuffeau landénien en comparant l'épaisseur du Sénonien aux fosses Casimir Périer et Rœulx (1);

Turonien

Les 16 m. 50 de craie grise traversés par la Fosse Heurteau présentent les caractères lithologiques de l'assise à *Micraster Leskei*. La partie supérieure de cette formation montre environ 5 m. d'une craie sableuse et glauconieuse légèrement phosphatée. Il a même été rencontré un banc de craie durcie. Ce sont là les caractères habituels du Turonien supérieur. C'est le niveau de la « Meule » des environs de Douai et de la « Bonne Pierre » de Valenciennes.

La partie inférieure est constituée par la craie grise à gros silex noirs. L'extrême base est formée par une craie marneuse très lourde d'un gris verdâtre. Ce banc inférieur rappelle la craie grise également très dense qui termine la formation des « Fortes Toises » reconnue au même niveau stratigraphique à Vicoigne et Thivencelles (2)

Le Turonien supérieur a livré à différents niveaux des Inocérames assez caractéristiques: *In. undulatus* et *In. cuneiformis*; les éponges en silex ou pyriteuses ne sont pas rares.

Les quatre forages situés entre Douai et Valenciennes, qui ont été étudiés de près, donnent les résultats suivants pour l'épaisseur du Turonien supérieur.

Fosse Delloye.	16 ^m 25
Fosse Ch. Barrois	16 ^m 00

(1) GOSSELET. — Les Assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et forages du Nord de la France, fasc. 4, région de Valenciennes, p. 29.

(2) René DEHÉE. — Coupe géologique de la Fosse St-Aybert des Mines de Thivencelles. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927, p. 116.

Fosse Ewbank.	17 ^m 50
Fosse Heurteau.	16 ^m 50

Cette assise a donc une épaisseur relativement constante dans la région.

Turonien moyen

Cette assise montre une alternance de craies marneuses grisâtres et de marnes verdâtres qui ressemblent beaucoup aux véritables dièves à *In. labiatus*. Il y a au total 5 bancs de dièves et 5 bancs de craies marneuses. *Inoceramus Brongniarti* est assez abondant, si bien que l'âge de cette formation est ainsi fixé. Cette assise a montré à Vicoigne la même alternance et le même nombre de bancs. Les autres fosses précitées permettent des observations analogues, si bien que l'on peut considérer cette alternance de marnes et craies marneuses comme le faciès normal du Turonien moyen dans cette région.

Les dièves vertes

Cette formation très homogène a livré à sa partie supérieure *In. labiatus* et dans la moitié inférieure *Act. plenus*. Avec cette identité de faciès en l'absence de fossiles, il aurait été impossible de distinguer le Cénomanién supérieur du Turonien inférieur.

L'assise à *Holaster subglobosus* est toujours fossilifère, donc assez facile à reconnaître; d'autre part, les dièves à *In. labiatus* s'identifient toujours facilement grâce à l'abondance de ce fossile. Il en résulte que dans le plus grand nombre des forages où l'on n'a pas pu trouver *Actinocamax plenus* (fossile plutôt rare), on signale l'assise à *In. labiatus* surmontant l'assise à *Holaster subglobosus*. Ceci laisse supposer un mouvement de la mer au Cénomanién supérieur.

Or, à Vicoigne et à Douchy (1), comme à St-Aybert,

(1) R. DEHÉE. — Coupe géologique de la Fosse Ch. Boca N° 9 des Mines de Douchy. *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. XLIX. (1924), p. 34.

il y a passage insensible, donc sédimentation continue du Turonien au Cénomaniens. Souvent les dièves cénomaniennes ne se distinguent des dièves turoniennes que par un léger reflet rougeâtre lorsqu'elles sont humides. Des faits analogues s'observent dans la région de Douai. Par suite, il n'y a aucune raison pour penser que l'assise à *Actinocamax plenus* ne se soit pas déposée dans toute la région du moment qu'elle a été reconnue en plusieurs points de la concession d'Aniche (1) et que son existence est démontrée à la Fosse Heurteau.

Assise à *holaster subglobosus*

Dans les concessions d'Aniche, d'Anzin et de Vicoigne les puits de mine rencontrent toujours sous les dièves vertes des argiles de couleur un peu différente désignées sous le nom de *dièves jaunes, dièves brunes, dièves blanches, dièves rouges*. La faune est celle de l'assise à *Holaster subglobosus*. La Fosse Heurteau a rencontré un ensemble de marnes jaunes, bleues et grises. Cette formation n'a pas livré de fossile, mais les caractères lithologiques indiquent l'assise à *Holaster subglobosus*. Son épaisseur, qui dépasse fréquemment 20 m. dans la région de Douai, est réduite ici à 5 m. Cette diminution paraît en rapport avec le relèvement général du terrain houiller de Douai vers Denain.

LE TOURTIA. — Le Tourtia est représenté ici par 2 m. d'une marne arénaécée très glauconieuse qui passe à la base au conglomérat. Les galets du Tourtia sont formés de roches empruntées aux assises du terrain houiller : phtanite, quartz et quartzite. Le seul fossile trouvé : *Pleurotomaria perspectiva* Sow. n'a malheureusement pas une grande valeur stratigraphique.

Comme l'assise à *Hol. subglobosus* n'est représentée ici

(1) GOSSELET. -- Les assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du Nord de la France, fasc. 1, région de Douai, 1904, p. 39.

que par 5 m. de dièves et marnes, le tourtia semble bien correspondre à la partie supérieure de cette formation. Il est donc presque contemporain du Tourtia de Mons.

LE TOURTIA DE LA FOSSE D'ARENBERG DE LA COMPAGNIE DES MINES D'ANZIN. — J'ai pu également examiner le Tourtia de la Fosse d'Arenberg située au N.E. de Wallery. Les échantillons ont été prélevés au contact du quatrième plat de la veine Robert, à une profondeur de 120 m. 62 à 1.320 m. à l'E.-S.E. du puits N° 2.

Cette formation, essentiellement détritique se présente sous deux aspects un peu différents: le ciment de la roche peut être constitué par une marne gris bleuâtre durcie et pyriteuse; dans le second cas, le ciment est une marne arénacée extrêmement riche en glauconie.

Ces deux variétés qui présentent entre elles des termes de passage ont livré toutes deux le *Pecten asper*. Lorsque la roche est sableuse et glauconieuse, elle montre des taches plus claires correspondant à des fragments de craie glauconieuse remaniée. Les contours de ces fragments sont peu nets, car il y a pénétration réciproque. On peut interpréter ces faits comme étant la preuve d'un remaniement presque sur place du sédiment au moment même où il se formait.

Les éléments roulés se répartissent ainsi :

Phlanites, 75 %. Ils se présentent en parallépipèdes dont les arêtes et les angles ont été fortement arrondis. Les éléments de petites dimensions sont toujours des phlanites altérées prenant une couleur jaunâtre; leur proportion est d'environ 30 %.

Quartzite, 15 %.

Grès grisâtres et jaunâtres, 6 %.

Grès verts montrant des grains de quartz roulés et de la glauconie en grains arrondis, 2 %.

Quartz roulés à éclat gras, 2 %.

Toutes ces roches proviennent du Terrain houiller sauf le grès vert qui correspond certainement à une assise du Crétacé inférieur remaniée pendant la transgression cé-

nomanienne. Or, la Fosse d'Arenberg est située sur les bords d'un *Paléocreux* profond de 80 m., mais on ne possède aucune indication sur son remplissage. On peut se demander si ces galets de grès verts ne seraient pas dus à la présence d'assises du Crétacé inférieur dans le *Paléocreux* de d'Arenberg.

L'âge du Tourtia est impossible à fixer d'une façon exacte; on peut simplement dire qu'il est cénomaniens.

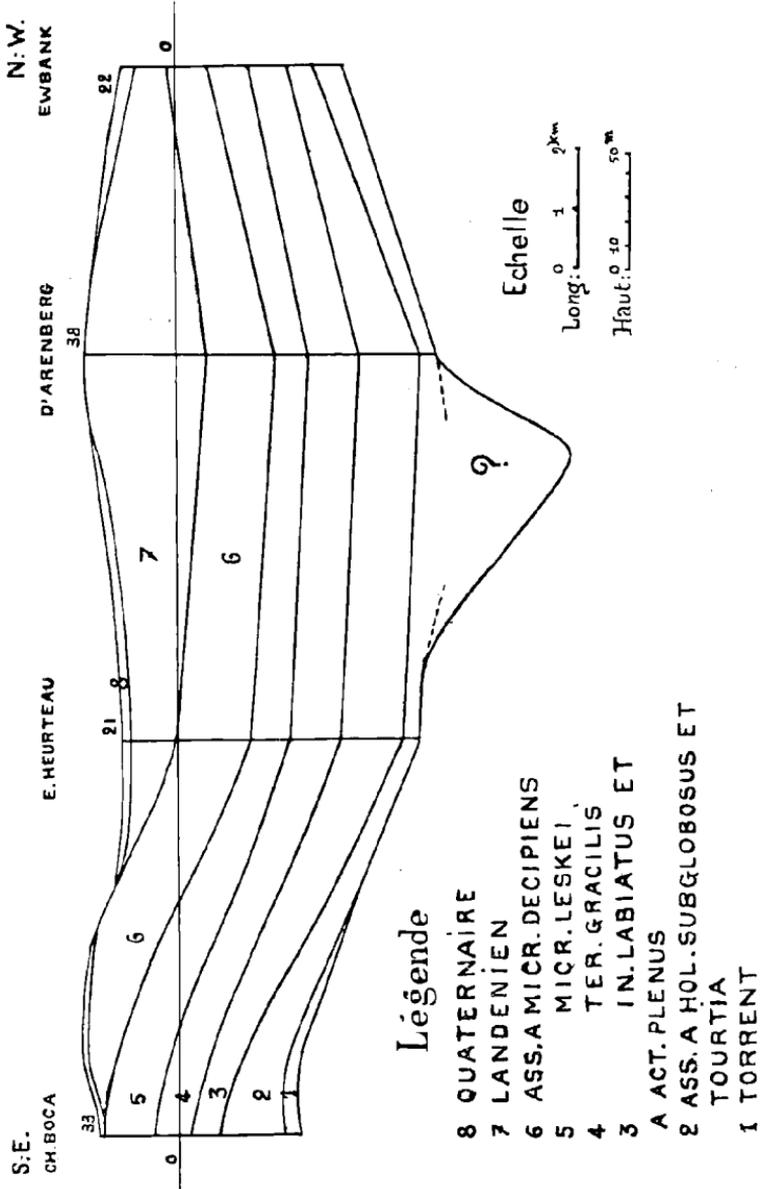
En projetant la coupe géologique de la Fosse Heurteau sur le plan vertical N.E.-S.W. qui passe par la Fosse Ewbank de Vieoigne et la Fosse Boca de Douchy, on peut construire un diagramme (fig. 1, p. 41) qui fait apparaître les faits suivants :

L'assise à *Holaster subglobosus* épaisse de 18 m. sur la *paléocolline* de Douchy, s'amincit à 6 m. dans le bas-fond d'Hornaing; le Tourtia qui a 6 m. d'épaisseur à la Fosse Ch. Boca, se réduit à 2 m. 40 à la Fosse Heurteau. D'après la coupe fournie par M. R. Dehée, le Tourtia de Douchy correspond à la partie inférieure de l'assise à *Holaster subglobosus*, peut-être même à l'assise à *Acanth. laticlavius*. On doit conclure que la *paléocolline* de Douchy était au contraire une région déprimée à l'époque cénomaniens. Ainsi s'explique l'allure si paradoxale de certains gisements des sables du *Torrent*, signalés par Gosselet sur les flancs des *Paléocollines* (1)

Tout laisse supposer qu'ils se sont déposés non sur des hauteurs, mais dans des cuvettes et que leur position actuelle est l'œuvre de déformations ultérieures. L'étude détaillée du Bassin de Mons a mis en évidence l'existence de nombreux mouvements du sol post-hercyniens (saxoniens) (2).

(1) J. GOSSELET. — Note sur le *Torrent* d'Anzin. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLII, 1913, p. 170.

(2) J. CORNET. — Les Plissements des terrains crétaciques et tertiaires du Bassin de Mons. *Bull. Soc. Géol. Belgique*, t. L 1927.



Cependant, nous sommes loin d'attribuer la même origine à tous les *paléocreux*; il est maintenant bien établi que certains d'entre eux, dont le fond est occupé par l'Albien ou les Grès vraconiens, existaient avant la transgression du Crétacé.

L'ensemble du Turonien et du Sénonien forme sur le diagramme une cuvette dont le centre est à d'Arenberg précisément à l'endroit où le Landénien présente la plus grande épaisseur. Le relèvement général des assises du Crétacé vers le Sud a pour effet d'amener à Douchy la surface du Turonien sous les alluvions de la Selle.

Séance du 5 Mars 1930

Présidence de M. Dubernard, vice-président.

M. **Pruvost** fait connaître la liste des excursions proposées par divers membres de la Société, qui seront organisées cette année :

Dimanche 6 avril, à Lezennes (F. S.),

» 13 avril, à Tournay (F. S.),

» 11 mai, à St-Valéry-sur-Somme (S. G.),

» 18 mai, au Caillou-qui-bique (F. S.),

» 25 mai, à Mons (S. G.),

Jeudi 29 mai, au Cap Blanc-Nez (F. S.),

Dimanche 1^{er} juin, au Cateau (S. G.),

Samedi 7 au mardi 10 juin: Hirson et Mézières (F. S.).

En raison des excursions organisées cette année par la Société Géologique de France à l'occasion de son centenaire, la Société Géologique du Nord ne fera pas son excursion extraordinaire habituelle et se joindra à celles de cette Société.

Mlle Le Maître fait la communication suivante :

J. CORNET. — Les mouvements saxoniens dans le Hainaut.
Bull. Ac. Roy. Belgique, t. XIV, 1928.

Observations sur les Algues et les Foraminifères
des calcaires dévoniens
par Mlle D. Le Maître
(Planche III)

I. — ALGUES DANS LES CALCAIRES MÉSODÉVONIENS
DE L'AVESNOIS (planche III, figures 12-15).

Les calcaires givétiens affleurent le long de la route de Wallers-Trélon à Momignies (1); on les reconnaît déjà dans la carrière située à la croisée de la route précitée avec celle de Trélon à Chimay et on les suit jusqu'à la carrière du Moulin située à 700 mètres au sud de Wallers; en ce dernier point commencent les calcaires à grands Stromatopores qui marquent dans la région le passage du Givétien au Frasnien.

Des fragments de ces calcaires givétiens prélevés dans un banc affleurant à 200 mètres au Nord de la croisée avec la route de Chimay, renferment de nombreux débris de crinoïdes et aussi des algues appartenant au genre *Sphaerocodium*.

Ces algues ont été retrouvées en deux autres points dans les calcaires mésodévoniens :

1) Dans la carrière du Calvaire à Glageon, où est exploité un calcaire givétien à peu près du même horizon que celui du gisement précédent ;

2) Dans les calcaires à *Spirifer cultrijugatus* de l'Usine Bourct à Fourmies, précédemment étudiés (2).

Le genre *Sphaerocodium*, décrit par Rothpletz, est connu du Silurien au Trias (3). Il est représenté au Silurien supérieur par deux espèces: *Sphaerocodium got-*

(1) Voir carte géologique au 1/80.000, feuille de Rocroy, dressée par J. Gosselet.

(2) D. LE MAÎTRE. — Etude de la Zone à *Sp. cultrijugatus* à Fourmies. A. S. G. N., LIV, p. 27-74, pl. III.

(3) ROTHPLETZ. — Fossile Kalkagen aus den Familien der Codiaceen und der Corallineen. *Zeitsch. d. Deutsch. Geol. Ges.* Bd XLIII. 1891, p. 25, pl. XV, fig. 2 à 9.

landicum et *Sphaerocodium Munthei* du Silurien de Gotland. *Sphaerocodium gotlandicum* a été découvert aussi par Garwood, associé à *Solenopora gracilis* dans le calcaire de Woolhope (Pays de Galles) (1).

Une espèce a été rencontrée dans le Dévonien supérieur de Silésie et décrite par Rothpletz sous le nom de *Sphaerocodium Zimmermanni* (2).

Ces algues forment dans les calcaires des nodules qui n'excèdent généralement pas quelques millimètres de diamètre; toutefois les nodules de *Sphaerocodium Zimmermanni* peuvent atteindre un diamètre de 4 centimètres. Le point de départ de la formation de ces nodules est le développement de quelques filaments fixés sur un débris de crinoïdes ou de coquille de brachiopode ou tout autre fragment calcaire; ces fragments, en se multipliant, finissent par constituer de petits amas de tubes enchevêtrés comme des pelotes de fil. Julius Pia exprime l'opinion que ces amas (*Sphaerocodium*) ne seraient que des associations, en symbiose, de plusieurs *Girvanella* (3).

DIMENSIONS. — Le calibre des tubes est à peu près régulier. Les diamètres des filaments étudiés sont :

Calcaire. Route de Momignies-Wallers. Plusieurs filaments mesurés ont respectivement (pl. III, fig. 14 et 15) :

- 12 à 15 μ
- 12 à 18 μ
- 13 à 20 μ
- 16 μ
- 18 à 20 μ
- 22 μ

(1) E. J. GARWOOD and E. GOODYEAR. — The geology of the old Radnor district. *Q. J. G. S.*, LXXIV, 1919, pl. VI, fig. 3-4.

(2) ROTHPLETZ. — Über *Sphaerocodium Zimmermanni* n. sp. (eine kalkalge aus dem Oberdevon-Schlesiens). *Jahr. d. K. Preuss. Geol. Landes.* Bd XXXII, 1912, p. 112, pl. IV et V.

(3) JULIUS PIA. — Pflanzen als Gesteinsbildner, Berlin 1926, p. 52.

Calcaire de l'Usine Bouret :

un filament mesure 11 à 15 μ

un autre 15 à 19 μ

Il semble que quelques filaments soient cloisonnés, mais ceci n'apparaît pas nettement.

Carrière du Calvaire à Glageon (pl. IV, fig. 12 et 13). Un nodule allongé, de forme ellipsoïdale en coupe, mesure 3 mm. pour le grand axe, 0 mm. 8 pour le petit axe. Les filaments de ce nodule mesurent : 22 μ , 26 μ et 33 μ ; ils se terminent par des renflements sphériques qui ont un diamètre variant de 44 à 55 μ .

Sphaerocodium Zimmermanni a deux sortes de filaments : les uns dont le diamètre varie de 15 à 20 μ , les autres avec cellules renflées ayant un diamètre de 40 μ et des renflements terminaux atteignant 100 μ .

Les algues du Dévonien moyen du Nord de la France ne peuvent être rapportées à *Sphaerocodium Zimmermanni* Roth., parce qu'elles n'ont qu'une sorte de filaments. Elles sont plus voisines de *Sphaerocodium gotlandicum* Roth., du Silurien, mais en diffèrent toutefois par le diamètre moyen des filaments; ceux-ci ont de 14 à 18 μ dans l'espèce silurienne, tandis qu'ils ont en moyenne de 10 à 22 μ et au maximum de 22 à 33 μ dans les algues du Dévonien moyen du Nord de la France.

Calcisphère (pl. III, fig. 10). — Outre ces paquets de filaments d'algues, une lame mince dans le calcaire à *Spirifer cultrijugatus* de l'Usine Bouret à Fourmies nous a livré un organisme se rapportant à celui figuré par M. Milon, d'après Chapman, et désigné par ce dernier sous le nom de *Traquairia* Carr. (1).

Les dimensions de cet organisme de Fourmies sont : 280 μ de diamètre et 80 μ comme longueur d'épines. Ces dimensions sont plus petites que celles des *Traquairia*

(1) Y. MILON. — Recherches sur les calcaires paléozoïques. Rennes, 1928. p. 30, fig. 14.

du Dévonien de Bavière figurés par Chapman ; elles s'accordent mieux avec celles des formes épineuses de Calcaires observées par M. Milon dans les calcaires dévoniens de la Villedé (Deux-Sèvres) (1),

Radioles d'Echinides. — Dans les lames minces de calcaire de la route de Momignies-Wallers (Givétien), il existe plusieurs sections transversales de radioles de Paléchinides. Le diamètre de celle figurée (pl. III, fig. 15, R) est de 125 μ . Ces radioles ont une structure qui paraît différente de celle observée dans les calcaires dévoniens de Bartine étudiés ci-après.

II. — FORAMINIFÈRES ET CIDARIDES DANS LES CALCAIRES DÉVONIENS DE BARTINE (Turquie).

M. F. Charles, Ingénieur géologue *Ing.*, professeur à l'École des Mines de Zongouldak (Turquie), a bien voulu nous envoyer, pour les étudier au point de vue micrographique, des échantillons de calcaire d'âge dévonien prélevés aux environs de Bartine, à 50 kilomètres E.N.E. de Zongouldak, parmi les massifs montagneux qui longent la côte de la mer Noire au nord de l'Asie Mineure.

GISEMENT. — En nous faisant son envoi, M. F. Charles précise comme suit la position stratigraphique de ces calcaires. D'après les recherches qu'il a faites sur les formations dévoniennes aux environs de Bartine, celles-ci comprennent, de la base au sommet, la succession suivante :

1. Calcaires à *Spirifer hercyniae* Giebel, *Chonetes sarcinulata* Schloth., *Chonetes plebeia* Schnur. Cette formation représenterait l'Emsien inférieur.

2. Quartzites qui n'ont pas livré de fossiles.

3. Calcaires et dolomies avec *Athyris concentrica* Schnur, *Spirifer* aff. *subcuspidatus* Schnur.

(1) Y. MILON, *op. cit.*, p. 66, fig. 35, 1. (plaque 237 bis).

Cette série est couronnée par 100 mètres de calcaires dolomitisés avec *Stromatopores*, *Cyathophyllum* (*Phacellophyllum*) *coespitosum* Goldf., et *Cyathophyllum aff. minus* Frech.

4. Calcaires dévoniens gris clair, massifs, à Brachio-podes; leur niveau dans le Dévonien n'est pas encore exactement déterminé.

5. Calcaires et schistes d'âge dinantien.

6. Houiller.

Les calcaires dont nous étudions ici les caractères ont été prélevés au sommet du terme 3 de cette série dans les calcaires et dolomies à *Stromatopores* et *Cyathophyllum coespitosum* qui, d'après leur position stratigraphique et leur faune, représentent le Dévonien moyen, plus probablement la partie supérieure du Dévonien moyen.

DESCRIPTION DE LA MICROFAUNE. — La roche est un calcaire de teinte brune, légèrement dolomitisé, à cassure grenue, cristalline. En lames minces, on y aperçoit au microscope, en plus des fragments d'encrinures, de nombreux tests de Foraminifères, des organismes pouvant être des Calcisphères et des radioles d'Echinides.

Foraminifères. Genre *Endothyra* (pl. III, fig. 1 à 5, 7). Ce genre est commun dans les lames minces étudiées et il en existe au moins deux formes différant par la taille. Ces deux formes peuvent appartenir à la même espèce et n'être que le résultat d'un dimorphisme que l'on trouve fréquemment chez d'autres Foraminifères (1).

En coupe sagittale, la coquille, enroulée, présente 2 à 3 tours de spire dans le même plan; les loges s'accroissent progressivement et sont au nombre de 22 pour un exemplaire ayant 0 mm. 23 de diamètre et 16 pour un exemplaire plus petit. La coquille et les parois des loges sont très épaisses comme on peut le constater sur les exemplaires figurés.

(1) Y. MILON, *op. cit.*, p. 34.

Les dimensions relevées sont les suivantes (pl. III, fig. 3 et 4) :

Coupe sagittale: diamètre 0 mm. 23, largeur des logettes 0 mm. 050; mêmes dimensions sur une coupe oblique voisine.

Coupe sagittale: diamètre 0 mm. 30, largeur des logettes 0 mm. 06; diamètre, 0 mm. 40; largeur des logettes, 0 mm. 075; diamètre, 0 mm. 25.

Globigerina ? Il y a d'autres Foraminifères dont les loges sont très grandes et paraissent globuleuses, par exemple le spécimen figuré pl. III, fig. 6. Il pourrait être rapproché des formes observées par Terquem dans l'Eifélien de Paffrath et figurées par lui sous le nom de *Globigerina* (1),

Archaediscus. — Au moins quatre exemplaires de ce genre ont été observés sur les mêmes lames (pl. III, fig. 8 à 11) que les *Endothyra*.

Vus à de forts grossissements, ils ressemblent aux figures données par M. Milon (2). Sur un spécimen, on peut observer les tubes qui traversent l'épaisseur du test et qui ont été représentés par Brady (3),

Les dimensions observées sont les suivantes :

Grand diamètre : 0 mm. 175

» 0 mm. 160

Calcisphères ? — Un certain nombre d'organismes, sphérules à parois épaisses, pourraient être rapportés à des Calcisphères, mais ils sont moins caractérisés que dans les calcaires méso-dévonien du N. de la France, étudiés ci-dessus.

Echinides. — Outre les organismes qui viennent d'être cités, il y a des coupes transversales de radioles d'Echi-

(1) TERQUEM. — Fossiles des époques primaires. B. S. G. F. (3°), t. VIII, 1880, p. 418, pl. IX, fig. 10.

(2) Y. MILON, *op. cit.*, p. 36, fig. 16.

(3) BRADY. — A monograph of Carboniferous and permian Foraminifera, London 1876, pl. XI, fig. 1 à 6.

nides; deux ont été photographiés (pl. III, fig. 1 et 8). Ils ont respectivement 0 mm. 15 et 0 mm. 07 de diamètre.

Dans le Dévonien moyen d'Allemagne, on a déjà signalé des fragments de coques d'Echinides avec radiolles primaires; on les a groupés dans le genre *Eocidaris* Desor, dont le prototype est *Eocidaris laevispina* Sandb., du calcaire à Stringocéphales (1),

CONCLUSION

1) Jusqu'à présent, les Foraminifères n'ont été observés que rarement, et en petit nombre, dans les calcaires dévoniens. D'après le récolement qui en a été fait (2), c'est seulement dans l'Eifélien de Paffrath et dans le Dévonien des Nouvelles Galles du Sud qu'on aurait observé des formes qui ont été décrites sous le nom de *Globigerina* et de *Valvulina*.

Dans le calcaire de Bartine, les Foraminifères sont abondants et ont des formes bien définies qui permettent de les rapporter à des genres connus du Paléozoïque supérieur, en particulier *Endothyra* et *Archaeodiscus*.

2) Le genre *Endothyra* avait été jusqu'à présent considéré comme étant propre au Carbonifère; le niveau le plus inférieur où il eût été signalé est le calcaire de la Zone d'Etrœungt, à la limite entre Dévonien et Carbonifère. Sa présence dans les calcaires de Bartine démontre que le genre *Endothyra* est beaucoup plus ancien, puisqu'il y paraît abondant déjà vers le milieu du Dévonien.

(1) JACKSON. — Phylogeny of the Echini, with a revision of palaeozoic species. *Memoirs of the Boston Society of nat. history*, vol. 7, 1912, p. 254-255, pl. XV, fig. 11 a-d, fig. 12. — SANDBERGER : Die verstein. d. rhein. Schichten., 1850-1856, p. 382, taf. XXXV, fig. 2.

(2) Y. MILON, *op. cit.*, p. 22 à 26.

LÉGENDE DE LA PLANCHE III.

- FIG. 1. — Coupe oblique d'*Endothyra*.
R. Radiole d'Echinide C. calcsphère?
Gr. $\frac{60}{1}$
Loc : Calcaire dévonien de Bartine (Turquie).
- FIG. 2. — E¹ *Endothyra*, coupe sagittale; E², partie axiale d'une
Endothyra?
Gr. $\frac{60}{1}$
Loc : Idem.
- FIG. 3. — *Endothyra*, coupe sagittale
Gr. $\frac{60}{1}$
Loc : Idem.
- FIG. 4. — *Endothyra* : coupe oblique.
Gr. $\frac{60}{1}$
Loc : Idem.
- FIG. 5. — Calcaire dévonien de Bartine avec nombreux *Endothyra*
R. radiole d'Echinide.
Gr. $\frac{20}{1}$
- FIG. 6. — *Globigerina*? Gr. $\frac{60}{1}$
Calcaire dévonien de Bartine.
- FIG. 7. — *Endothyra*, coupe oblique.
C. calcsphère?
Gr. $\frac{60}{1}$
Loc : Idem.
- FIG. 8. — R. radiole d'Echinide; A. *Archæodiscus*.
Gr. $\frac{60}{1}$
Loc : Calcaire dévonien de Bartine.
- FIG. 9-10-11. — *Archæodiscus*.
Gr. $\frac{60}{1}$
- FIG. 12. — Nodule allongé de *Sphærocodium*.
Gr. $\frac{26}{1}$
Loc : Carrière du Calvaire Givétien Glageon.

FIG. 13. — Fragment du même nodule montrant les terminaisons renflées des tubes d'Algues.

Gr. $\frac{43}{1}$

FIG. 14. — Algue *Sphaerocodium*. Filaments pelotonnés

Gr. $\frac{40}{1}$

Loc : Calcaire givétien. Route de Momignies-Wallers.

FIG. 15. — Algue. *Sphaerocodium*.

R. radiole d'Echinide.

Gr. $\frac{60}{1}$

Loc : Calcaire givétien. Route de Momignies-Wallers.

FIG. 16. — Calcaisphère munie d'épines.

Gr. $\frac{65}{1}$

Loc : Calcaire à *Spirifer cultrijugatus*. Fourmies.

M. G. Dubois fait la communication suivante :

**Un Kjökkenmödding dans l'argile poldérienne
à Cappelle-la-Grande (Nord),
par Georges Dubois.**

1. *Situation du Kjökkenmödding* (Carte, fig. 1). — Il est banal d'observer des Kjökkenmöddings à la surface des cordons littoraux ou au pied des dunes. Il est plus rare d'en rencontrer au sein même de l'argile poldérienne, en un point bas d'un marais maritime : c'est un tel dispositif que j'ai eu l'occasion d'étudier l'été dernier à Cappelle-la-Grande, à 3 kilomètres environ au S. de Dunkerque. Cette localité se trouve entre le canal de Bourbourg et le canal de Bergues. Le bourg, avec la mairie et l'église, ne comprend qu'un petit nombre d'habitations, dans la plaine argileuse dont l'altitude varie entre 1 m. 50 et 2 m. 50. Les bancs sableux les plus proches sont à 2 km. environ de l'église, soit au N. (banc des Synthe, prolongé par le Banc Vert), soit au S. (banc d'Armbouts-Cappel), soit à l'E. (bancs de Coudekerque).

L'église est à l'alt. 2 m. 50; le sol s'abaisse un peu vers le N., un peu plus vers le S.

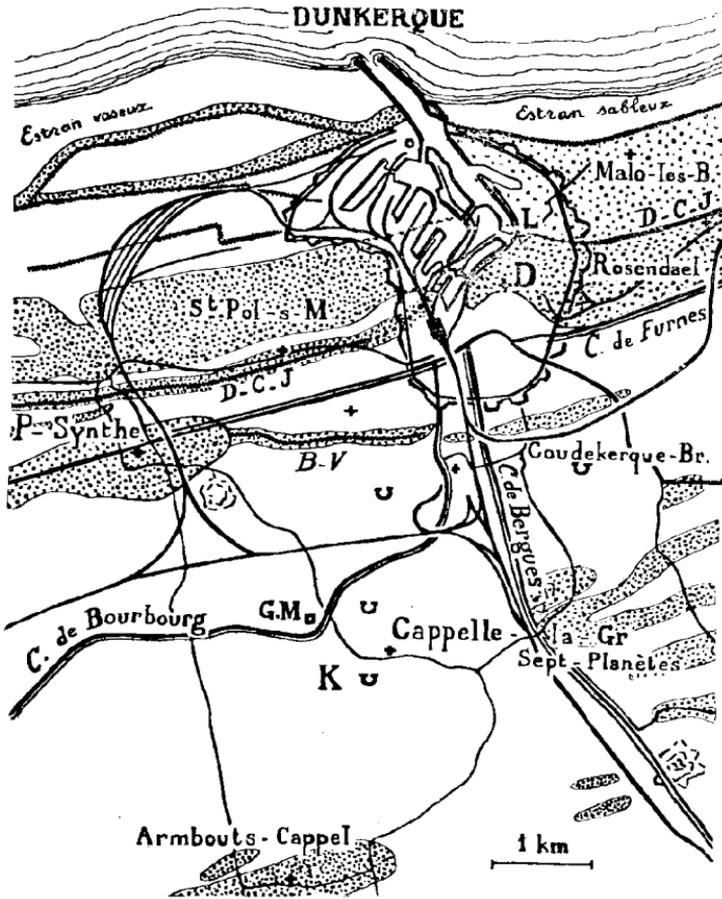


Fig. 1

FIG. 1. — Carte géologique de la plaine maritime flamande aux environs de Dunkerque et Cappelle-la-Grande.

En grisé, cordons littoraux et dunes.

L., Leughenaer ; — D., centre primitif de Dunkerque ; — D. C. J., Digue du Comte Jean ; — B. V., Banc-Vert ; — G. M., Ferme de Groot Meunicken ; — K., kjökkenmödding de Cappelle-la-Grande.

La briqueterie Carton-Lurat, de Rosendael, exploite à Cappelle 1 m. à 1 m. 50 d'argile poldérienne. L'extraction a commencé près du canal de Bourbourg; elle a bientôt gagné les abords N. de l'église de Cappelle, puis les champs situés au S. de l'église.

Au N. de l'église, pour autant que je puis l'affirmer en raison de l'arrêt de l'extraction, l'argile de polder riche en *Scrobicularia* et *Cardium* repose sur des sables argileux gris-bleu, aquifères, contenant les mêmes fossiles. Au S. de l'église, l'exploitation est actuellement en pleine activité: l'argile est pauvre en fossiles qui sont, outre *Scrobicularia* et *Cardium*, *Hydrobia ulvae* et quelques *Limnaea*; elle présente à la base une intercalation tourbeuse épaisse de 0 m. 05 à 0 m. 10.

C'est dans cette partie de l'argilière, à 200 m. environ au S.W. de l'église, que se trouve le Kjökkenmödding (Fig. 1 : K).

2. *Constitution et position stratigraphique du Kjökkenmödding.* — Le Kjökkenmödding consiste en réalité en plusieurs accumulations distinctes, lenticulaires, de restes de cuisine couvrant chacune au maximum une surface de

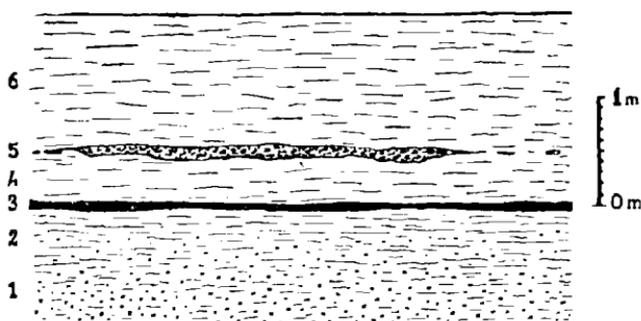


FIG. 2. — Coupe de la briqueterie de Cappelle-la-Grande.

1 et 2, sable argileux et argile de polder ; — 3, tourbe ; — 4 et 6, argile de polder ; — 5, kjökkenmödding.

quelques mètres carrés et épaisses en moyenne de 0 m. 10, contenues dans l'argile des polders.

Lors de mes visites, l'argile poldérienne avait été complètement retournée en vue du « pourrissage » de la terre, sauf aux emplacements des restes de cuisine qui avaient été respectés en raison de la trop forte teneur en coquilles de l'argile.

En tenant compte de l'argile précédemment exploitée dans la carrière et d'un coup de sonde que j'ai donné à l'emplacement d'un amas de débris de cuisines, la coupe stratigraphique de l'argilière est la suivante (Fig. 2) :

ALTITUDE DU SOL : environ + 1^m75.

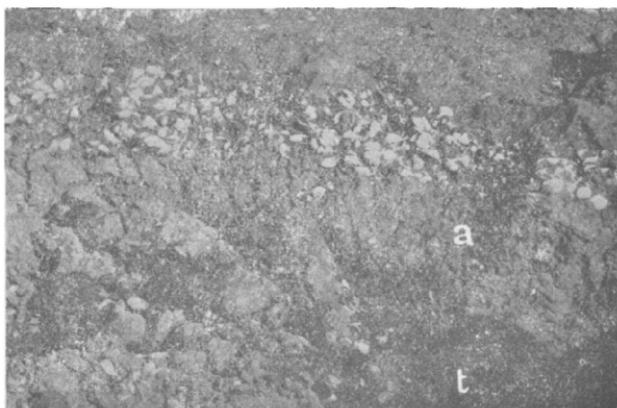
6. Argile grise, pauvre en <i>Scrobicularia</i> , <i>Cardium</i> , <i>Hydrobia</i> , <i>Limnaea</i>	1 ^m 20
5. Argile grise avec kjökkenmödding (lenticulaire)	0 ^m 10
4. Argile grise pauvre en fossiles.	0 ^m 40
3. Tourbe.	0 ^m 05 à 0 ^m 10
2. Argile grise sableuse	0 ^m 50
1. Sable argileux gris-bleu	sur 0 ^m 50

3. *Eléments du Kjökkenmödding*. — Chaque accumulation de restes de cuisine est formée essentiellement de coquilles de *Cardium edule*. Les coquilles sont parfois bivalves, le plus souvent dépareillées et accumulées pêle-mêle sans aucune stratification élémentaire; beaucoup de valves sont brisées. Un peu d'argile grise poldérienne comble en partie les interstices. Dès le seul examen de la disposition des coquilles aucun doute n'est possible sur l'origine des amas coquilliers (Fig. 3). D'ailleurs on trouve, mélangés aux coquilles, des débris d'os de mammifères et d'os d'oiseaux, fendus ou cassés, souvent en fines esquilles; en outre, quelques tessons de poterie.

Les *Cardium*, tous identiques, sont de petite taille avec ornementation très développée; de tels *Cardium* ont vécu en grand nombre dans un polder ou sur un estran argi-

leux peu visité par les marées : évidemment au voisinage du point où ils ont été mangés (1).

FIG. 3. — *Kjökkenmödding* de Cappelle-la-Grande.



t. tourbe ; — a. argile de polder.

La couche de coquilles de *Cardium edule* constituant le *Kjökkenmödding* est très apparente dans l'argile.

Tessons de poterie. — De grands fragments osseux et de grands tessons ont été éparpillés dans le marais maritime un peu partout, loin des accumulations coquillières : en effet, on en trouve en grand nombre en tous les points de l'argilière, ramenés à la surface lors du retournement de l'argile (2).

Ce sont des tessons de poterie grise ou gris-noir, assez grossière, ayant appartenu à de grands vases munis d'anses.

(1) Ils rappellent ceux qui vivent actuellement près des jetées de Gravelines. G. DUBOIS : L'estran devant Gravelines. *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. 51, 1926, p. 307), ou les *Cardium* fossiles du marais maritime submergé de Loon-Plage (G. DUBOIS : Un recul local du littoral à Loon-Plage. *Ibid.*, p. 373, pl. XIV, fig. 10-12 18, 19, 22).

(2) Le contremaître et les ouvriers m'ont confirmé d'ailleurs que les tessons gisaient tous dans l'argile à la même profondeur que les amas coquilliers.

Le Dr Forrer, Conservateur du Musée préhistorique et gallo-romain de Strasbourg, a bien voulu étudier ces tessons et m'a très aimablement communiqué les résultats de son examen. Il estime que « les tessons forment un « ensemble très homogène, sans mélange de plusieurs « époques ; ils appartiennent tous au Moyen-Age et, « pour préciser davantage, environ au XII^e siècle. Les « poteries répondent comme forme, travail et cuisson, à « des poteries alsaciennes de la même époque ».

Nucleus de silex. — J'ai récolté parmi les tessons, en un point retourné par la bêche, un silex noir nucléaire atypique. M. Forrer pense que ce silex est un *nucleus* ayant servi au débitage d'éclats destinés à produire le feu des foyers ; ce silex peut être contemporain des poteries.

Ossements. — Le degré de fossilisation des ossements et débris d'ossements rend également vraisemblable à M. Forrer leur attribution au Moyen-Age.

4. *Tourbe sous-jacente à l'argile poldérienne.* — C'est une tourbe très noire, dense et dure à l'état sec.

L'analyse microscopique montre quelques vaisseaux scalariformes et trachées, de nombreuses spores de *Sphagnum*, quelques débris de spores de Fougères, des pollens d'*Atriplex*, un petit nombre de pollens d'*Alnus*.

L'absence de débris de feuilles de *Sphagnum* me fait penser que cette plante n'a pas été la forme dominante du marais tourbeux qui se présente comme une Aulnaie. La tourbe est évidemment très jeune géologiquement parlant, mais son âge ne peut être précisé davantage en l'absence d'autres fossiles et restes archéologiques : elle peut dater de la fin du Flandrien moyen (âge des métaux, âge gallo-romain) ou du Flandrien supérieur (antérieurement au XII^e siècle toutefois).

5. *Conclusions relatives à l'histoire du polder de Cappelle.* — Il résulte des faits précédemment étudiés que l'homme est venu stationner à l'emplacement actuel de

Cappelle, aux abords du XII^e siècle, dans un marais maritime, bien après que la mer eut recouvert la tourbe. A quelques centaines de mètres plus au Nord vivaient dans le marais maritime des Scrobiculaires et des Cardium dont l'homme se nourrissait. Au point habité, le dépôt était moins nettement marin. Sans doute, le lieu n'était-il visité par la mer qu'assez exceptionnellement lors des fortes marées, ce qui a permis le stationnement humain, puis une installation définitive à peu de distance de là, autour d'une chapelle. La sédimentation d'argile poldérienne a continué à se former doucement et a recouvert le Kjökkenmödding sans le détruire.

Un tel phénomène n'a pu se produire qu'au bord d'une crique où l'eau était particulièrement calme.

Or, entre Dunkerque et Bergues, persista au Moyen-Age une crique nommée, semble-t-il, « *Gersta* », dont M. R. Blanchard a tenté de préciser la situation et les modifications d'après des documents historiques (1). Cette crique, reste d'un golfe plus vaste du X^e siècle, avait encore son fond près de Bergues au début du XII^e siècle. Elle était alors limitée au N. par le banc sableux des Synthe et sans doute par le banc sableux de Dunkerque-Rosendaël. Elle communiquait peut-être avec la mer par le havre de Dunkerque. Elle s'assécha au cours du XII^e siècle; mais en 1171 sa rive avoisinait encore un domaine sur lequel se trouve actuellement la ferme de Groote-Meeunycken (ou Grand Meunyneck) (Fig. 1 G. M.) au croisement d'une route de Petite-Synthe à Cappelle et du canal de Bourbourg.

Notre Kjökkenmödding git en un point qui, au XII^e siècle, fut sans doute au bord de cette crique.

(1) R. BLANCHARD. — La Flandre, 1906.p. 104-165.

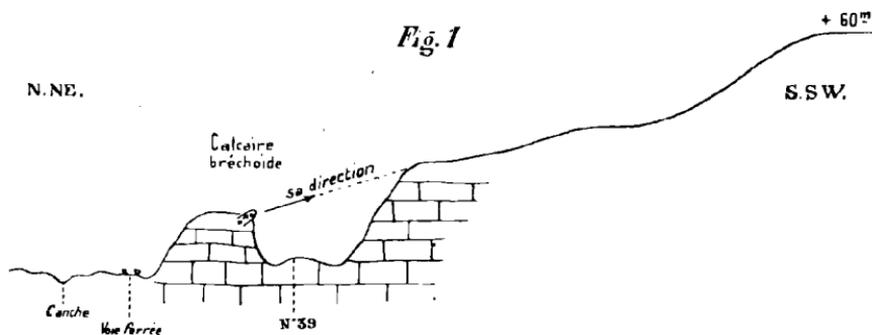
Séance du 2 Avril 1930

Présidence de M. P. Bertrand.

M. Ch. Dehay fait la communication suivante :

**Le Calcaire bréchiforme des environs
de Montreuil-sur-Mer
par Ch. Dehay.**

Entre les communes de Beaumerie et Brimeux, la route nationale N° 39, de Montreuil à Mézières, suit la vallée de la Canche et se trouve doublée par la ligne du chemin de fer. Elle circule la plupart du temps dans le limon de lavage, mais, aux environs de la borne kilométrique 5, elle entame un éperon de craie blanche, pour descendre vers un vallon affluent de la Canche: le ravin St-Nicolas. C'est dans cette tranchée de la route, sur son talus nord, qu'affleure le calcaire bréchiforme. Il y est visible sur une distance d'environ 150 mètres, entre la borne kilométrique 5 et l'hectomètre 2. Il occupe le sommet du talus, sa position étant nettement superficielle par rapport à la craie blanche.

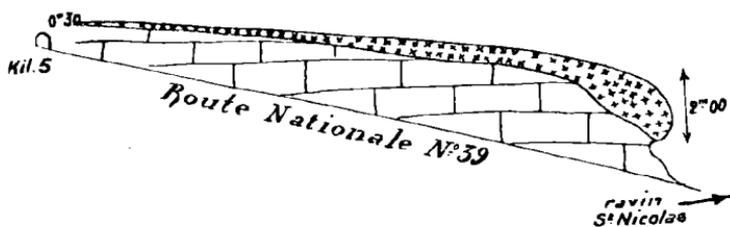


Entre la route et la vallée de la Canche, l'éperon se termine par une sorte de terrasse dont le contrefort a été rogné pour donner passage à la voie ferrée.

Cette terrasse descend elle aussi vers le vallon, mais avec une pente beaucoup moins accentuée que celle de la route. Le calcaire bréchoïde, par suite de sa résistance à l'érosion, fait saillie sur le talus, et cette circonstance permet d'en apprécier la direction, dont le tracé idéal rejoindrait le sommet du talus Sud de la route (Fig. 1). Sur ce dernier, je n'ai pu trouver trace de la formation.

La roche, très mince au point le plus élevé de la terrasse 0 m. 30 à 0 m. 40), augmente d'épaisseur en descendant vers le vallon, à l'angle duquel elle forme un gros rocher atteignant 2 m. de hauteur (Fig. 2).

Fig. 2



Son soubassement est constitué par la craie sénonienne, dont il est difficile de préciser le niveau. Gosselet, dans ses notes d'excursions (1), signale dans cette craie la présence de *Micraster cor testudinarium*. Les fossiles y sont rares et je n'y ai trouvé que deux oursins fort incomplets dont on ne peut tirer aucun parti, et un crochet de Terebratule.

Il est aussi malaisé de déterminer la direction de sa stratification, les talus étant couverts de végétation.

(1) GOSSELET. — Notes d'excursions sur la feuille de Montreuil. A. S. G. N., t. XXXV, 1906, p. 63 et 85.

Néanmoins, il semble que les couches soient très peu inclinées et leur direction voisine de l'horizontale.

Le calcaire bréchoïde ne se distingue de la craie sous-jacente, à laquelle il a emprunté ses éléments, que par l'aspect désordonné de ces derniers. La partie supérieure de la craie sénonienne est toute fendillée et en certains endroits le ciment a pu s'infiltrer légèrement dans ces nombreuses diaclases.

Les éléments de la brèche sont de tailles très diverses : il en est de la grosseur d'un œuf à celle d'une tête d'épingle. Ce sont en majeure partie des fragments de craie blanche, à arêtes vives le plus souvent, mais quelques-uns ont leurs arêtes émoussées. Aucun ne semble avoir été franchement roulé ; parmi eux, des silex de petite taille, arrondis, identiques à ceux de la craie. On trouve également dans leurs interstices du limon jaunâtre, qui fait corps avec le ciment.

La disposition des éléments est chaotique, mais leur arrangement est tel qu'il laisse entre eux le moins possible d'espaces libres ; le tout est réuni par un ciment cristallin de carbonate de chaux, formant une roche bréchoïde assez dure, mais qui garde encore quelques petits espaces vides : les plus grands interstices n'ont pas été complètement remplis par le ciment et leur intérieur est tapissé de cristaux de calcite, figurant des sortes de géodes.

Enfin, certains fragments de craie présentent une trace très légère d'imbibition par le ciment et cela se traduit par une teinte un peu grisâtre sur les bords.

Les brèches calcaires intéressant le Crétacé supérieur sont actuellement à l'ordre du jour. M. Dollé (1) en a signalé dans le Turonien, à Solesmes.

(1) DOLLÉ. — La craie bréchoïde de Solesmes. *A. S. G. N.*, t. XLVII, 1922, p. 65.

Plus récemment, M. Nicolesco a étudié celles des falaises de la Manche (1).

Il ne semble pas que le calcaire bréchiforme des environs de Montreuil puisse être rapproché de ceux étudiés par ces auteurs. Sa situation superficielle, le long d'une pente, sa plus grande épaisseur au bas de la pente, son étendue relativement restreinte et très localisée, enfin la présence de limon mélangé au ciment, permettent de supposer que cette brèche s'est formée aux dépens d'un éboulis de pente, à la faveur d'une petite source locale. La cimentation d'une telle brèche travertineuse n'exige qu'un intervalle de temps relativement court, mais on ne peut formuler que des hypothèses quant à l'époque de sa formation.

Le point actuel de jaillissement des sources à cet endroit de la vallée est aux environs de + 9.

Le point le plus élevé de la brèche est à une altitude d'environ + 23.

Il est possible que cette brèche se soit formée au cours de la période quaternaire, à une époque où le niveau de base des cours d'eau étant beaucoup plus élevé qu'aujourd'hui, le niveau de la nappe phréatique l'était également.

Quoi qu'il en soit, nous ne possédons jusqu'à présent aucun élément nous permettant de dater d'une façon certaine cette formation.

M. J.-W. Laverdière fait la communication suivante :

(1) NICOLESCO. — Contribution à l'étude des brèches crayeuses. *C. R. Som. Soc. Géol. de Fr.*, 1929, fasc. 17, séance du 4 novembre 1929.

Description d'une plaque osseuse d'Heterosteus
(groupe des **Arthrodira**)
du **Frasnien de Trélon** (Nord de la France)
par **J.-W. Laverdière.**
(Planche IV)

La carrière du Château Gaillard à Trélon est située à 1.500 mètres E.N.E. de Trélon (Nord de la France). On y exploite un calcaire frasnien, très fossilifère (1). Le calcaire est surmonté par des schistes avec banes d'enerines, et ces derniers sont recouverts eux-mêmes par l'assise de Matagne, à *Buchiola palmata* (Goldfuss).

D'après la faune récoltée au cours de nos excursions dans la région, les schistes, immédiatement supérieurs au calcaire exploité, appartiennent à l'assise de Frasnès, F-2, à *Hypothyridina cuboides* (Sowerby), telle que la définit M. E. Maillieux (2).

C'est dans les schistes de cette zone, à très peu de distance au-dessus du calcaire, qu'a été trouvée la plaque osseuse décrite ici (3).

J'ai pu étudier cette pièce au Museum d'Histoire Naturelle de Londres (South Kensington), aidé par le concours obligeant du Dr E. White. De la comparaison avec de nombreuses pièces ou moulages provenant du Dévonien de Livonie, il résulte que la plaque osseuse du Dé-

(1) GOSSELET J. — L'Ardenne, p. 461, 1888. — GRONNIER J. Description géologique du canton de Trélon. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XVIII, p. 25, 1890. — CARPENTIER A. Observations sur le Dévonien des environs d'Avesnes. *ib.*, t. XL, p. 174, 1911.

(2) MAILLIEUX E. — Observations sur le Frasnien. *B. S. B. G.*, t. XXVII, p. 71-72, 1913. Voir aussi *ib.*, t. XXXVIII, tabl. II, 1930.

(3) Nous adressons nos remerciements à M. Noirfalise, Directeur de la Société Anonyme des Fours à chaux de la Meuse, qui a facilité nos recherches dans toutes les carrières de la Société, et particulièrement à Trélon.

vonien supérieur de Trélon, doit être rapportée au genre *Heterosteus*, poisson de la famille des Coccostéidés.

Ces derniers appartiennent au groupe des *Arthrodira* qui, d'après Zittel, tiendrait le milieu entre la sous-classe des Dipnoïens et celle des Téléostéens. Woodward Smith rapproche plutôt les *Arthrodira* des Dipneustes, parce qu'ils montrent avec ces derniers quelques ressemblances, soit dans la dentition, soit dans la soudure de la mâchoire supérieure avec le crâne (autostylisme).

Les *Arthrodira*, caractérisés par l'existence d'une articulation entre la partie céphalique et la partie thoracique du bouclier, forment un groupe dominant dans le Dévonien. Leurs principaux représentants sont, avec *Coccosteus* et quelques autres, les genres *Homosteus*, *Heterosteus*, *Dinichthys* et *Titanichthys*, ces deux derniers connus seulement en Amérique.

Le genre *Heterosteus*, pris d'abord par Kutorga, en 1837 (1), pour un Ichtyosauride, fut nommé et décrit par Assmus en 1856 ; Pander, en 1857, a donné une première reconstitution de la tête. Plusieurs pièces décrites en 1844 par Agassiz sous le nom d'*Asterolepis*, ont été rapportées dans la suite au genre *Heterosteus*. Tout récemment, dans une notice publiée en 1928, A. Heintz ajoute quelques détails à la description de la cuirasse d'*Heterosteus* et donne une reconstitution reproduite ci-contre (fig. 1).

La pièce osseuse trouvée à Trélon est la plaque antérieure-dorso-latérale, figurée en grandeur naturelle sur la planche qui accompagne ce travail (Pl. IV). La partie recouverte SA par la plaque médiane-dorsale se détache, sur l'ensemble, par l'absence d'ornementation et l'existence de stries longitudinales. Le condyle qui servait à l'articulation avec l'occipitale externe, n'est pas conser-

(1) Une courte bibliographie donne ci-après les titres des ouvrages cités dans le corps de ce travail.

vé ; il n'en reste qu'une petite partie qui peut être distinguée sur la figure (Pl. IV, en C).

Le canal de la ligne latérale est bien marqué, à bords nets, dirigé d'avant en arrière, à peu près rectiligne, plus large et plus profond dans la partie postérieure.

Fig. 1

Reconstitution de la cuirasse d'*Heterosteus* d'après A.Heintz

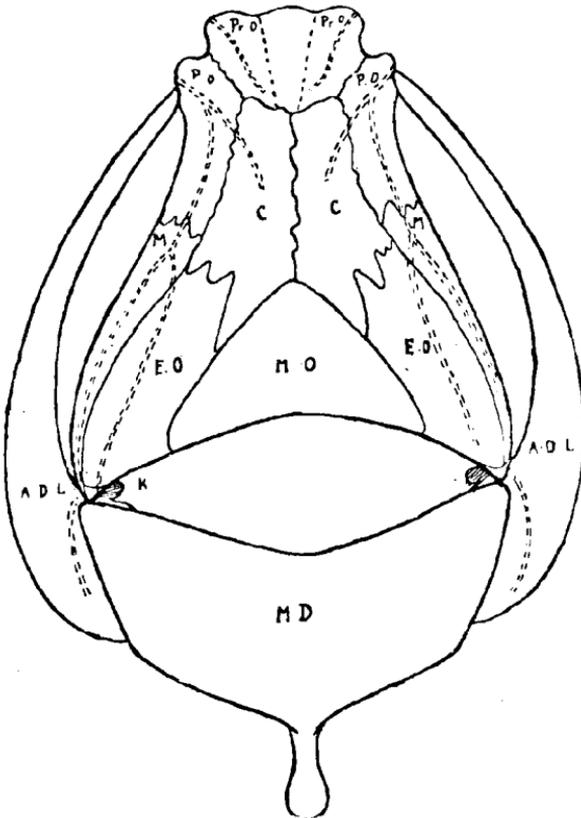


FIG. 1. — *Heterosteus* sp. (Assmus). Squelette de la tête et du tronc reconstitué d'après A. Heintz (environ 1/15 de la grandeur naturelle).

M O = Médiane-occipitale. E O = Externe-occipitale. C = Centrale. P O = Post-orbitale. Pr. O = Pré-orbitale. M = Marginale. M D = Médiane dorsale. A D L = Antérieure-dorso-latérale.

De chaque côté du canal, sur une largeur d'environ 2 centimètres, la surface externe est ornée de mamelons aplatis; autour de leur base, on distingue des rides disposées en rayons comme chez *Asterolepis*. Le reste de la plaque (partie ventrale), ne porte pas d'ornementation, sans que ce manque de tubercules puisse être attribué à l'usure.

La fragilité de la pièce n'a pas permis de la dégager davantage de la gangue calcaire qui en recouvre une assez grande surface. L'étendue exacte de la partie osseuse a été indiquée sur la planche IV où elle est délimitée par la ligne pointillée BB' ; la partie conservée a dix centimètres de largeur, mesurée dorso-ventralement; son épaisseur est de 2,1 centimètres.

On n'a décrit jusqu'à présent qu'une seule espèce d'*Heterosteus*. Si la plaque antérieure dorso-latérale de Trélon appartient à l'unique espèce connue, elle devait être prolongée antérieurement par une longue apophyse; mais l'état de conservation de notre exemplaire ne permet pas de s'en assurer; à peine distingue-t-on en d (Pl. IV) une trace de cassure qui fait présumer que ce prolongement antérieur existait.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Le genre *Homosteus* est celui qui présente le plus d'analogie avec notre poisson; il en diffère cependant par la forme de la plaque antérieure-dorso-latérale. Chez l'un comme chez l'autre, cette plaque est très-développée. Chez *Homosteus*, la structure externe de celle-ci montre qu'elle était recouverte par l'antérieure-latérale, tandis qu'on n'a pas trouvé trace de cette dernière chez *Heterosteus*. D'après A. Heintz, ces deux plaques pourraient former chez *Heterosteus* une seule et même pièce, ce qui expliquerait la longueur inusitée de l'apophyse de la plaque antérieure-dorso-latérale.

Homosteus et *Heterosteus* diffèrent encore par la forme du condyle. Chez le premier, il est long, étroit et en

contact sur sa plus grande longueur avec la plaque, tandis qu'il est plus court, plus massif et mieux individualisé chez le second.

Dinichthys et *Titanichthys* peuvent être comparés par leur grande taille au genre *Heterosteus*; mais celui qui s'en rapproche le plus est le genre *Dinichthys*. Il diffère cependant d'*Heterosteus* par la forme plus allongée du squelette céphalique. *Titanichthys* atteindrait des proportions encore plus grandes.

DESCRIPTION DES AUTRES PIÈCES OSSEUSES TROUVÉES DANS LE MÊME GISEMENT. — La carrière du Château Gaillard nous a fourni, en plus de cette plaque, et à proximité de celle-ci, seize autres grandes pièces et un certain nombre de fragments.

Un premier os (fig. 6) présente une forme allongée; la section transversale, renflée au milieu, est ellipsoïdale. Voici les dimensions de cette pièce: longueur, 15,1 cm., largeur, 8,3 cm., épaisseur, 1,9 cm.

Un second os (fig. 3), présentant aussi en section transversale une forme ovalaire, mesure 2,65 cm. d'épaisseur; sa largeur est de 7,7 cm.; longueur indéterminée, la pièce étant brisée.

Nous ignorons la place occupée par ces deux pièces; tout au plus, peut-on supposer que ce sont des fragments de mandibule se rapprochant de ceux de *Dinichthys* figurés par Newberry dans son étude sur les poissons fossiles de l'Amérique du Nord (1889, pl. X).

D'autres os paraissent être formés de deux pièces faisant entre elles un angle de 20 degrés environ. En réalité, la discontinuité n'est qu'apparente; il s'agit de plaques reployées sur elles-mêmes, comme l'indiquent les figures ci-contre (fig. 2 et 4). La plus grande pièce mesure 24,5 cm. de longueur, sur 13 cm. de largeur. On n'a signalé jusqu'à présent aucune plaque ventrale du genre *Heterosteus*, de sorte que les éléments de comparaison manquent pour interpréter ces pièces. Elles pour-

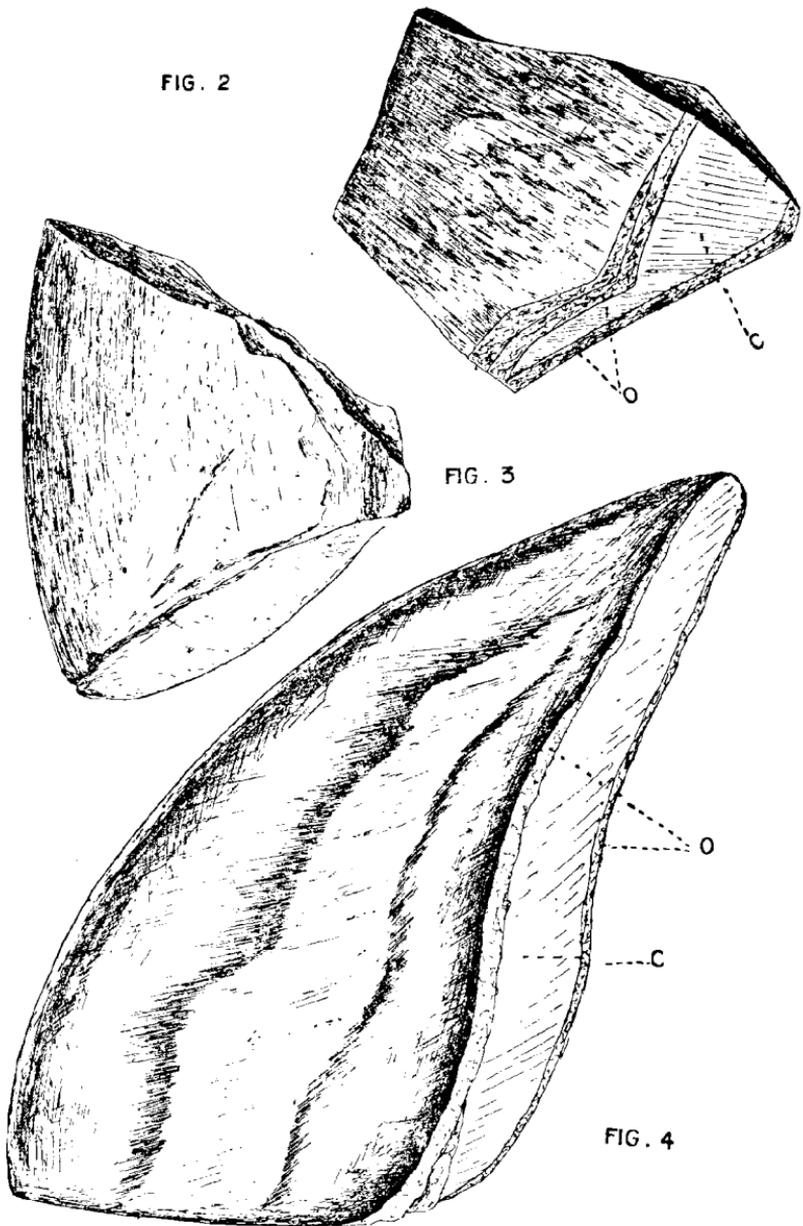


FIG. 2 à 7. — Pièces osseuses d'*Heterosteus* récoltées à Trélon.

FIG. 2 et 4. — Plaques reployées formant un angle de 20 degrés environ. O = Partie osseuse. C = Remplissage de sédiment calcaire argileux.

FIG. 3 et 6. — Fragments de mandibule (?).

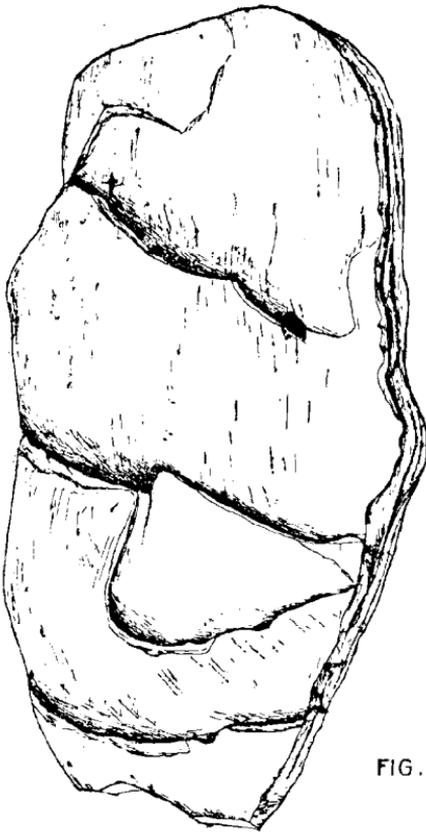


FIG. 5



FIG. 6

FIG. 7

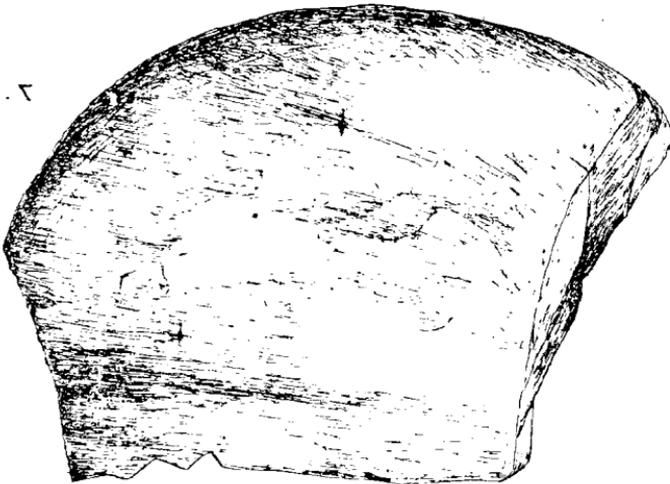


FIG. 5. — Partie d'une grande plaque avec structure lamellaire.

FIG. 7. — Pièce légèrement concave.

Echelle des figures: $\frac{1}{2}$ grandeur naturelle.

raient être des fragments d'un os dentaire de très grandes dimensions. Ou devrait-on supposer — bien que ces os ne soient point formés de deux pièces articulées — qu'ils appartiennent à des parties latérales du squelette. Dans cette hypothèse, *Heterosteus* aurait eu, dans l'ensemble, une forme aplatie, comme le croit A. Heintz (1928, op. cit. p. 11) ; parmi les *Arthrodira*, un autre genre, *Mylostoma* a d'ailleurs la forme aplatie d'une raie (1895, Dean, op. cit., p. 136).

Une grande plaque, incomplète également, mesure 19 cm. de longueur et 16 de largeur ; il n'en reste qu'une pellicule osseuse à la surface de la roche.

Une très grande pièce à peu près plate (fig. 5), a une longueur de 21 cm., sa largeur étant de 11 cm. ; elle pourrait être rapprochée des plaques jugulaires de *Dinichthys* figurées par Newberry (1889, Pl. VI).

Une autre plaque, longue de 16,3 cm. et large de 12 cm., est légèrement concavo-convexe (fig. 7). Serait-ce une pièce comparable aux plaques ventro-latérales de *Cocosteus*, telles qu'elles sont généralement figurées ? (1891, Woodward, p. 281, fig. 43).

La structure de tous ces restes trouvés au même endroit, leur épaisseur (quelques-uns atteignant même 3,5 cm.), et leurs grandes dimensions permettent de croire que tous proviennent du même *Heterosteus*. Tous les auteurs qui ont étudié le genre *Heterosteus* s'accordent pour insister sur la taille considérable des poissons de ce genre et sur l'épaisseur extraordinaire des pièces de leur squelette.

Au point de vue de la structure, l'altération du tissu osseux des pièces récoltées, met en évidence, dans l'épaisseur de l'os, une division en lames, de quelques millimètres chacune, à peu près parallèles à la surface de ces grands os plats.

L'ornementation fait défaut sur toutes les plaques que l'on vient de décrire, la première exceptée. Ce fait

s'expliquerait si l'on admettait que les pièces trouvées à Trélon appartenaient, — sauf l'antérieure dorso-latérale — à la partie ventrale du squelette. Toutefois, il est possible que les pièces osseuses d'*Heterosteus* fussent moins ornementées que celles du genre *Coccosteus*, comme ce paraît être aussi le cas pour *Dinichthys*.

CONCLUSIONS. — La découverte du genre *Heterosteus* à Trélon modifie nos connaissances sur la répartition géographique de ce genre. Tandis qu'*Homosteus* est connu à la fois en Russie et en Angleterre (Ecosse, Orca-des, Devon), le genre *Heterosteus* n'a jamais été trouvé jusqu'à présent que dans la région baltique.

Cette découverte apporte en même temps des précisions nouvelles sur l'extension verticale du genre. Le niveau du gisement de Livonie, certainement dévonien, n'était pas nettement défini, et les opinions exprimées ont varié à ce sujet. Le spécimen de Trélon a été recueilli dans le Dévonien supérieur, à un niveau qui correspond à la partie moyenne de l'étage frasnien.

BIBLIOGRAPHIE

- 1837 KUTORGA, St. Zweiter Beitrag zur Geognosie und Paläontologie Dorpats und seiner Umgebungen. St-Petersburg.
- 1844 AGASSIZ, L. Monographie des Poissons fossiles du vieux grès rouge. Neuchâtel.
- 1856 ASSMUS, H. Das vollkommenste Hautskelet der bisher bekannten Thierreiche. Dorpat.
- 1857 PANDER, C. H. Ueber die Placodermen des Devonischen Systems. St-Petersburg.
- 1860 EICHWALD, E. Lethaea Rossica. Vol. I, p. 1523. Stuttgart.
- 1889 NEWBERRY, J. S. The paleozoic Fishes of North-America. Monog. of the U. S. Geol. Surv., t. XVI, Washington.
- 1889 TRAQUAIR, R. Homosteus Assmus, compared with Coccosteus Agassiz. The Geol. Mag., Dec. III, Vol. VI, London.
- 1891 WOODWARD, A. SMITH. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, vol. II.
- 1895 DEAN, B. Fishes, Living and Fossil. New-York.

- 1902 JAEKEL, B. Ueber Coccosteus und die Beurteilung der Placoderm. Sitz. Ber. d. Ges. Naturf. Fr.
- 1916 WOODWARD, A. SMITH. On a fossil Arthrodiran fish. Journ. of the Torquay, Nat. Hist. Soc., vol. II, n° 2. Torquay.
- 1928 HEINTZ, A. Einige Bemerkungen über den panzerbau bei Homosteus und Heterosteus. Norsk. Vidensk. Akad. Matem. Naturvid, n° 1. Oslo.

M. A.-P. Dutertre fait la communication suivante :

Le dolmen des dunes de la Pointe-aux-Oies

près Wimereux (Boulonnais), (1).

par A.-P. Dutertre.

(Planche V).

Un jeune chercheur, M. Jean Callaud, a eu récemment la bonne fortune de découvrir un dolmen (2) dans l'une des stations néolithiques des dunes de la Pointe-aux-Oies, à 3 kilomètres environ au nord de l'agglomération de Wimereux.

Ce monument est formé de grandes dalles dressées et fichées en terre, juxtaposées sans ciment, constituant une sorte de coffre mesurant environ 4 mètres de long et 1 m. 80 de large; ces dalles sont en grès calcaireux de l'assise la plus élevée de l'étage portlandien qui affleure dans la falaise de la Pointe-aux-Oies d'où elles ont probablement été apportées, car c'est le plus voisin gisement de ces roches.

Ce mégalithe était-il recouvert d'une table de pierre faite d'une ou de plusieurs pièces comme les vrais dolmens? Les constructeurs de ce monument auraient pu extraire difficilement des affleurements portlandiens du

(1) Communication faite à la séance du 5 mars 1930.

(2) Voir : A.-P. DUTERTRE. — Découverte d'un tombeau préhistorique à la Pointe-aux-Oies. *Le Télégramme du Pas-de-Calais et de la Somme*, n° des 12 et 19 février 1930. Ces articles ont été analysés in *Bull. Soc. préhist. franc.*, t. XXVII, n° 2. févr. 1930, p. 92-94. *L'Illustration*, n° du 14 juin 1930 (avec 1 pl.).

voisinage une dalle d'une taille suffisante pour le recouvrir entièrement ; mais le couvercle était peut-être formé de plusieurs dalles juxtaposées ; quelques pierres plates ont été trouvées à l'intérieur de ce grand coffre, mais elles paraissent être plutôt des fragments de murets latéraux dont la partie supérieure a été brisée ; en outre, quelques autres dalles de même nature pétrographique gisent auprès du mégalithe et en ont peut-être fait partie. Etant données ses grandes dimensions et la faiblesse relative de ses supports, ce dolmen n'a peut-être été recouvert que d'une simple chape en terre, mais rien ne permet de l'affirmer.

Les fouilles exécutées à l'intérieur de ce tombeau par MM. Callaud père et fils et par moi-même ont livré divers ossements humains, en général mal conservés et même très friables (1) : une calotte crânienne très épaisse, des mandibules fragmentées présentant une table très épaisse comparativement à l'arc mandibulaire qui est de faibles dimensions, des os longs et surtout de nombreuses dents, certaines d'entre elles offrant une abrasion mécanique très avancée ; à noter que plusieurs squelettes gisaient dans l'attitude repliée ; d'après l'étude qu'il a faite des dents, M. G. Callaud père, chirurgien-dentiste, a reconnu que cette sépulture renfermait six individus : un enfant de sept ans environ, trois adultes et deux vieillards : ce serait donc une tombe de famille. Un grattoir sur lame semblable à ceux que l'on trouve dans l'atelier néolithique voisin, quelques silex taillés atypiques et un fragment de poterie grossière constituent tout le mobilier funéraire qui a été retrouvé.

(1) Cet état de conservation des ossements ne surprendra pas les collaborateurs du Service de la Carte géologique appelés à examiner les terrains proposés pour la création ou l'agrandissement des cimetières communaux : l'expérience leur a montré, en effet, que *les sables facilitent la désintégration rapide des corps et la décalcification des os*. En inhumant leurs morts dans les sables des dunes, les Néolithiques faisaient donc une rigoureuse application des prescriptions des hygiénistes modernes !

Le genre de construction (dalles brutes posées à sec sans ciment), les caractères ostéologiques (épaisseur du crâne, forte abrasion des molaires), l'attitude repliée de plusieurs squelettes, la pauvreté du mobilier funéraire et surtout la trouvaille d'un grattoir typique, sont des indices faisant supposer que cette sépulture est celle des Néolithiques qui exploitaient les ateliers de taille du voisinage.

Sur le pourtour de la dépression interdunale, dont le fond est occupé par le gisement de silex à pâtime blanche, on trouve des instruments néolithiques typiques (lames, couteaux, grattoirs discoïdes, percuteurs, pointes de flèche pédonculées à ailerons) ; on remarque à environ un mètre au-dessus de la surface de ce gisement une mince couche noirâtre qui est un ancien sol : on y trouve des amas de coquilles de mollusques comestibles (*Cardium edule* L., *Mytilus edulis* L., *Patella vulgata* L., etc.) avec des fragments de poteries faites au tour, d'âge post-néolithique et probablement gallo-romain ; les stations néolithiques des dunes de la Pointe-aux-Oies ont dû être ensevelies assez rapidement par le sable des dunes, ainsi que l'ont remarqué plusieurs auteurs (1) ; étant donné sa situation dans l'un des ateliers néolithiques et son sommet ne s'élevant guère que de 0 m. 50 au-dessus du niveau à silex néolithiques, le dolmen de la Pointe-aux-Oies a dû être recouvert par le sable des dunes avant la formation du sol à coquilles édules et à poteries post-néolithiques ; ces remarques confirment l'opinion que ce mégalithe est une sépulture néolithique.

La découverte du dolmen de la Pointe-aux-Oies est

(1) Dr E.-T. HAMY. — Boulogne dans l'Antiquité. Le Boulonnais préhistorique. in *Boulogne et la région boulonnaise*. Ouvr. offert par la Ville de Boulogne aux membres du XVIII^e Congr. de l'Ass. fr. pour l'Avanc. des Sc., t. I, p. 3-27, 1899.

C. CÉPÈDE. — Le début de la formation des dunes dans le Boulonnais. *Bull. Soc. Acad. Boulogne*. 1911, 9^e vol., 3^e livr., p. 414-423.

d'autant plus remarquable qu'elle a été faite dans une station décrite et fréquentée depuis longtemps par les préhistoriens; c'est au cours des tempêtes de l'hiver que cette sépulture a été partiellement dégagée du sable qui la recouvrait et a ainsi attiré l'attention de M. Jean Callaud, l'heureux inventeur, âgé de 14 ans seulement.

Les vestiges des peuplades néolithiques qui ont occupé le pays sont d'ailleurs abondants aux environs de la Pointe-aux-Oies et de Wimereux (1)

En 1897, un tumulus néolithique fut mis à jour sur la colline dominant au N. le rivièrre de Wimereux, au lieu-dit « le Ballon », au voisinage de la pyramide des infortunés aéronautes Pilastre de Rozier et Romain. Les fouilles exécutées lors de la découverte par les docteurs Em. Dutertre et Em. Sauvage (2), reprises en 1907 par M. C. Cépède (3) docteur ès-sciences, ont montré que cette nécropole se composait d'une vingtaine de tombes en pierres brutes, disposées en ellipse et entourées d'une sorte de cromlech formé de dalles posées à plat. Ces tombes individuelles, sortes de caissons formés de dalles de grès calcaireux portlandien contenaient des squelettes humains, quelques-uns repliés et couchés sur le flanc droit, quelques autres ayant subi une incinération par-

(1) A.-P. DUTERTRE. — Notice géologique sur la Pointe-aux-Oies et les abords de la Station zoologique de Wimereux, 1924. *Trav. de la Stat. zool. de Wimereux*, t. IX, Glanures biolog. publ. à l'occas. du Cinquant. de la fond. de la Station (juillet 1925), p. 66-88 et 292-294. pl. IV et V.

(2) Dr EM. DUTERTRE. — Un tumulus funéraire à Wimereux. *La France du Nord*, Boulogne-sur-Mer, Nos des 21 oct. et 12 nov. 1897.

A. R. — Les dolicocéphales de Wimereux. *Le Cicérone*, Boulogne, n° du 1^{er} déc. 1897.

H.-E. SAUVAGE. — Le tumulus funéraire de Wimereux. *Mém. Soc. Acad. Boulogne*, t. XIX, 1898, p. 66-80.

(3) C. CÉPÈDE. — Le tumulus funéraire de Wimereux. *C. R. de la 36^e Sess. de l'Assoc. Fr. pour l'Av. des Sc.*, Reims, 1907, p. 980-997 (1908), et *Bull. Soc. Acad. Roulogne*, 8^e vol., 9^e livr. (1909), p. 243-266.

tielle; le mobilier funéraire comprenait des silex taillés (lames, couteaux et surtout de nombreux éclats de débitage ou rebuts de taille), deux fragments de haches polies, et des boutons d'ambre; l'étude ostéologique a montré que cette population était de petite taille et des traces de misère physiologique ont pu être relevées; ces sépultures renfermaient donc les restes de pauvres pêcheurs comme le confirme le mobilier funéraire très modeste.

Enfin, M. C. Cépède (1) a décrit un tumulus découvert au Mont-de-Joie, au voisinage d'Hobengue (ou Aubengue), dans lequel cet auteur et M. le Docteur Mahieu (de Wimereux) ont trouvé des pointes de flèche « robenhausiennes » et de nombreuses pièces néolithiques; malheureusement, cette sépulture avait été précédemment violée.

Cette découverte a été faite non loin du vallon de Waterzelle aux Cinq Cheminées, où Dutertre-Delporte a découvert, il y a près d'un siècle, des haches polies et des haches taillées premières trouvailles d'instruments néolithiques dans cette région (2).

(1) C. CÉPEDE. — Le début de la formation des dunes dans le Boulonnais. (ouvr. cit.), v. p. 420-421.

(2) ERNEST DESEILLE. — Les Antiquités du Pays boulonnais. Broch. 36 p. Paris, Alph. Picard, édit., 1886.

HAIGNÉRE (Abbé D.). — Note sur les instruments en silex trouvés dans le département du Pas-de-Calais et conservés dans le Musée de Boulogne. *Bull. Soc. Acad. Boulogne*, t. I, n° 2, 1866, p. 184-186.

Séance du 2 avril 1930

Présidence de M. P. Bertrand.

Le **Président** fait part à la Société des hautes distinctions conférées à nos collègues : MM. **P. Lemay**, nommé commandeur de la Légion d'honneur ; **L. Didier**, officier ; **Maréchal**, chevalier du même ordre.

La Société adresse ses félicitations cordiales à ces éminents collègues.

M. **Ch. Barrois** offre à la Société, de la part de l'auteur, M. L. Cayeux, l'important mémoire qu'il vient de publier sur les roches siliceuses : *Les roches sédimentaires de France. Mém. carte géol. de France, 1929.*

M. **P. Pruvost** donne lecture d'une lettre de M. A. Benoit, annonçant la découverte de Cinabre aux environs de Givet et notamment à Foisches.

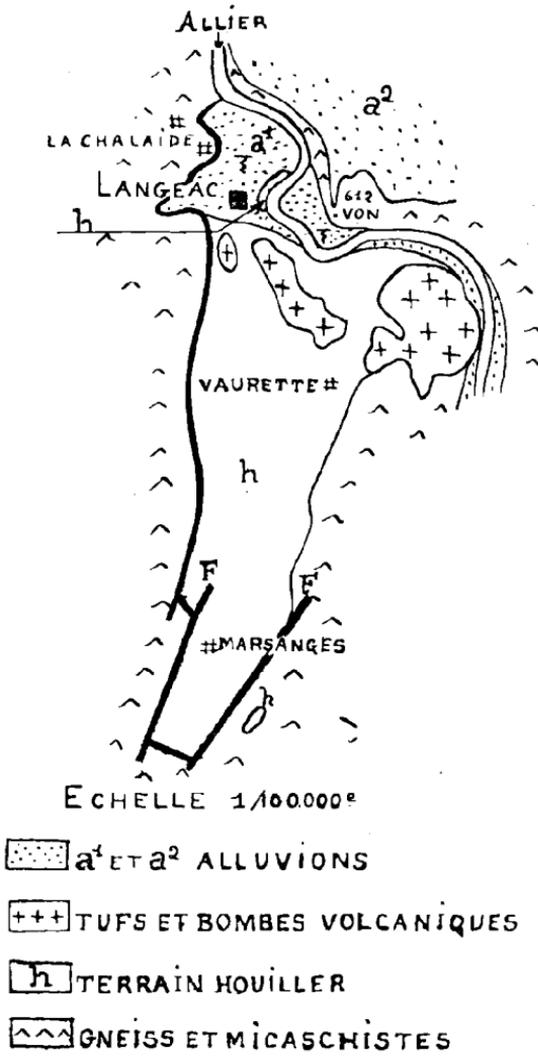
M. G. Mathieu fait la communication suivante :

*La Flore Stéphaniennne du Bassin Houiller
de Langeac (Haute-Loire)
par Gilbert Mathieu.*

(Pl. VI)

Le Bassin houiller de Langeac constitue une dépression couverte de paturages et de cultures qui contraste avec les montagnes de gneiss et de micaschistes formant son encadrement. Ainsi la morphologie et la géographie humaine rendent très actement compte de la constitution du sous-sol. Le bassin est plus étendu en réalité qu'il ne le paraît en affleurement, car la partie nord est cachée par les alluvions modernes de l'Allier et son flans N.-W. est recouvert par les gneiss et micaschiste de la Chalaide. En plus des affleurements de terrain houiller signalés

FIG. 1. — Carte du Bassin houiller de Langeac.



sur la Carte Géologique (1), il faut noter une mince bande de grès micacés et de schistes charbonneux qui se trouve sur la rive gauche de l'Allier sous le pont de Langeac. Un lambeau de terrain houiller a été également reconnu aux cours des travaux d'exploitation d'un filon de Fluorine, situé dans les gneiss de Marsanges, à une altitude bien supérieure à celle du Bassin.

L'exploitation de la houille existe depuis longtemps ; aussi dès 1870 Geinitz (2) publiait déjà une courte liste de plantes fossiles. Grand'Eury (3) a également donné quelques renseignements sur le Bassin. Ces auteurs ont examiné des échantillons provenant des concessions de Marsanges et de la Chalaide et des affleurements des « *grès meulières* » particulièrement riches en graines. Mais depuis des galeries de recherche ont été creusées à Vaurette près du hameau de Chadernac, elles ont mis en évidence l'existence d'un faisceau inférieur. L'extraction de la houille a maintenant complètement cessé et les observations ne peuvent plus porter que sur les anciens terris, les carrières et les affleurements naturels.

Pour faciliter l'exposé, je donne une carte schématique du Bassin houiller (Fig. 1) et deux coupes qui s'inspirent des travaux de M. Amiot (4) et des résultats des forages faits pendant la guerre (5) (Fig. 2) et (Fig. 3).

(1) Carte Géologique de France au 1/80.000^e, par M. Fouqué, feuille de St-Flour.

(2) GEINITZ. — Ueber organische Reste aus der Steinkohlen Formation von Langeac (Haute-Loire). *Neues Jahrbuch* Stuttgart, 1870.

(3) GRAND'EURY. — Flore Carbonifère du Départ. de la Loire.

(4) AMIOT. — Topographie souterraine du Bassin de Langeac en 1879.

(5) Je remercie bien vivement MM. Beraud et Gallaud qui m'ont fourni de nombreux renseignements sur le bassin et m'ont fait profiter de leurs observations personnelles.

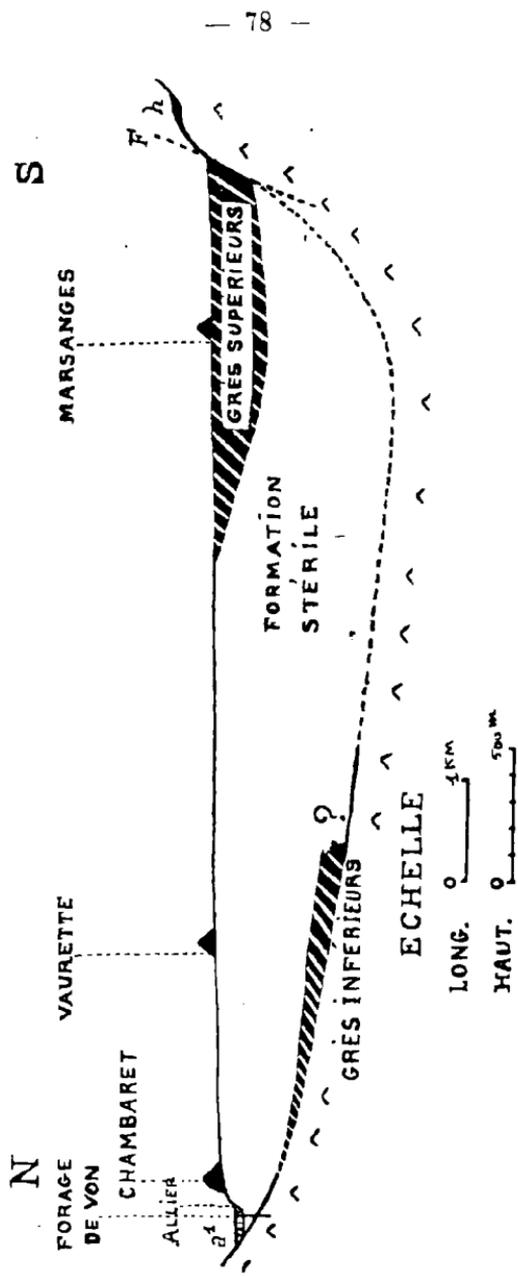


Fig. 2. — Coupe schématique N-S du Bassin houiller de Langeac

STRATIGRAPHIE GÉNÉRALE : Il a été reconnu au cours de l'exploitation que le terrain houiller comprend trois formations différentes :

1° A la base se trouvent des grès inférieurs avec quatre veines de houille intercalées. Cette formation qui repose sur le gneiss montre à sa base un conglomérat à gros galets de gneiss bien visible sur le flanc Est du Bassin.

2° Puis viennent des schistes noirâtres charbonneux, des psammites et des grès micacés dits « *meulières de Langeac* ». Cet ensemble entièrement stérile peut atteindre 500 m. d'épaisseur.

3° Enfin il existe dans la région sud des *grès supérieurs* renfermant trois veines de houille qui ont été exploitées à Marsanges. A ce niveau, on retrouve encore des conglomérats et des brèches.

FLORE DU FAISCEAU DE VAURETTE

Cordaïtes lingulatus, G. E. (très abondant).

Dicranophyllum gallicum, G. E. (fig. 2).

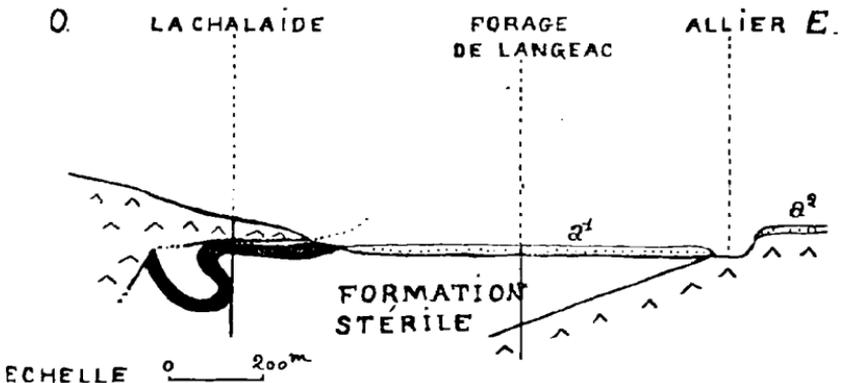


FIG. 3. — Coupe schématisique O-E du Bassin houiller de Langeac dans la Concession de la Chalaïde.

Pecopteris cyathea, Schloth.
Pecopteris candollei, Brongn.
Pecopteris cf. *hemitelioides*, Brongn.
Pecopteris Bioti, Brongn. (très abondant).
Pecopteris unita, Brongn.
Pecopteris integra, Andreae.
Alethopteris Grandini, Brongn.
Diplomema Ribeyroni Zeiller.
Linopteris Brongniarti, Gutbier.
Odontopteris Reichi, Gutbier (abondant).
Stigmaria ficoïdes, Sternb.
Culamites Suckowi et *C. Cisti*, Brongn.
Annularia stellata, Schloth.
Rhabdocarpus, Goepfert.
Hexagonocarpus crassus.

Ce faisceau est caractérisé par l'abondance de *Cordaïtes lingulatus*, de *Pecopteris Bioti* et même d'*Odontopteris Reichi*; il faut noter aussi la présence de *Pecopteris* variés. Le faisceau de Vaurette paraît correspondre à la partie moyenne des couches de St-Etienne. Les couches inférieures productives n'existent pas dans le Nord du Bassin où deux forages sont entrés dans les terrains métamorphiques après avoir traversé l'un 80 m., l'autre 200 m. de schistes et psammites houillers.

FLORE DE LA FORMATION MOYENNE STÉRILE

Les grès psammitiques contiennent surtout des débris végétaux hachés et très macérés; cependant on peut déterminer les espèces suivantes :

Cordaïtes lingulatus, G. E.

Pecopteris unita, Brongn, échantillon fructifié montrant une disposition identique à la fig. 1, pl. V de l'Atlas de Grand'Eury (1).

(1) GRAND'EURY. — Géologie et Paléontologie du Bassin Houiller du Gard, 1890.

Linopteris Brongniarti, Gutbier.

Lepidophloïos laricinus, Sternb (petits rameaux) (1),

Sigillaria Brardi, Brongn.

Calamites Cisti, Brongn.

Calamites cf. *Artisi*, Sauveur.

Potoniaea. On peut interpréter comme inflorescence mâle de *Linopteris* un disque aplati sur le schiste avec des granulations qui pourraient bien être des sacs polliniques.

Cardiocarpus major, Brongn.

Trigonocarpus Noeggerathi Brongn.

Carpolithes crassicostris nov. sp., fig. 6.

. Graine elliptique subcirculaire de 36 mm. de longueur sur 28 mm. de largeur, à tégument fibreux, présentant sur son pourtour une aile étroite de 3 mm. Elle est dépourvue de l'échancre en cœur si caractéristique du genre *Cardiocarpus*, Brongniart. L'empreinte montre avec une grande netteté 3 gros bourrelets qui convergent vers le sommet et se soudent à la base pour former une partie en saillie. Ces bourrelets correspondent à des cannelures du moule interne. L'examen au microscope a révélé les restes d'une pellicule de houille brillante qui devait former une enveloppe continue.

La disposition des bourrelets est trop symétrique pour que l'on puisse les attribuer à une compression de la graine, d'ailleurs l'échantillon ne montre aucune déformation. Il est beaucoup plus logique de penser à l'aplatissement de trois grosses côtes qui convergeaient aux deux poles de la graine.

La forme générale présente une grande analogie avec le groupe des *Cyclocarpus* Goepfert et Fiedler. Les graines du genre *Cyclocarpus* ont des ornements très

(1) C'est de cette formation que provient le tronc de *Lepidophloïos laricinus*, Stern var *verticillatus*, voir *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LIV, p. 82, 1929.

variées (1) mais jamais de côtes rayonnées qui sont plutôt propres au genre *Radiospermum* Arber (2). Pour le moment, il est préférable de ranger cette graine dans le groupe des *Carpolithes* sous le nom de *Carpolithes crassicosus*.

La description donnée plus haut ne s'applique qu'à une coque de la graine; il y a lieu de penser que le plan de symétrie bilatéral passant par les deux ailettes répétait cette disposition sur l'autre coque, ce qui ferait au total 6 bourrelets.

FLORE DU FAISCEAU DE MARSANGES

Les couches de Marsanges, conservées seulement dans l'extrémité sud du Bassin là où il est resserré, mais profond, ont livré une flore assez riche :

Cordaïtes lingulatus, G. E. (abondant).

Diverses tiges de *Cordaïtes* dont *Cord. ellipticus* G. E.

Dorycordaïtes affinis, G. E.

Dicranophyllum gallicum, G. E.

Dicranophyllum tripartitum, G. E. (3).

Pecopteris cyathea, Schlott. (très abondant).

Pecopteris cf. *arborescens*, Schloth.

Pecopteris Candollei, Brongn.

Pecopteris Pluckeneti, Schloth.

Pecopteris paleacea, Renault. Les pinnules de l'échantillon représenté fig. 1 ($\times 1,5$) montrent des poils très nets non seulement sur le rachis et la nervure médiane, mais aussi sur les nervures latérales. Il s'agit peut-être là d'une variété régionale.

(1) HANS BRUNNO GEINITZ. — Die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen, Taf XXI, fig. 7 (1855).

id. — Dyasoder die Zechsteinformation (1861).

(2) ARBER. — A Revision of the Seed Impressions of the British Coal Measures. *Annals of Botany*, vol. XXVIII, january 1914.

(3) GRAND'EURY. — Géologie et Paléontologie du Bassin Houiller du Gard, 1890, Atlas pl. VI, fig. 12.

Alethopteris Grandini, Brongn. (abondant).

Alethopteris Grand'Euryi, Zeiller, échantillon identique à la figure type de la Flore de Commentry (1).

Callipteridium pteridium Schloth. (abondant).

Callipteridium gigas Gutbier (très abondant), fig. 5).

Odontopteris Reichi Gutbier.

Odontopteris minor Brongniart (assez abondant), (figures 3 et 4).

Au mur des veines, nombreuses tiges de *Calamites*.

Annularia stellata, Schloth.

Annularia sphenophylloïdes, Zenker.

Pachytesta cf. *gigantea*, G. E.

Rhabdocarpus, Goepfert.

Cardiocarpus excelsus, G. E.

Cardiocarpus cf. *orbicularis*, Grongn.

Cyclocarpus cf. *nummularium*, Goepf.

Dans le faisceau de Marsanges, les *Cordaïtes* sont encore très abondantes; les fougères de St-Etienne sont également très communes : *Pecopteris cyatheoïdes*, *Alethopteris Grandini*, *Callipteridium*. La présence d'*Odontopteris minor* montre qu'il s'agit ici d'un niveau assez élevé dans le Stéphanien.

Il n'est pas possible de ranger, suivant l'opinion de Grand'Eury (2), le faisceau de Marsanges dans l'étage intermédiaire des Cordaïtes, car la flore des couches de Vaurette situées à 500 m. au mur devrait avoir une grande affinité avec celle de Rive-de-Gier.

Jusqu'à présent, la concession de La Chalaide a été laissée de côté parce qu'elle se trouve dans des conditions de gisement très spéciales.

(1) RENAULT et ZEILLER. — Etudes sur le Bassin Houiller de Commentry. Livre deuxième: Flore Fossile, pl. XXII, figures 1 à 4.

(2) GRAND'EURY. — Flore carbonifère du Département de la Loire. II. Géologie, 1877, p. 506.

L'exploitation s'est faite au début par une galerie horizontale dont l'orifice se trouve au niveau de la plaine alluviale de l'Allier. Elle s'enfonce dans la montagne en restant dans la formation houillère alors que sur les pentes de la colline affleure le gneiss. Des puits ont été creusés sur la hauteur et recourent la galerie après avoir traversé 35 m. environ de terrains métamorphiques. Par conséquent, le Stéphanien se trouve ici recouvert par des roches plus anciennes. Marcel Bertrand (1) a cité un charriage dans le Bassin de Langeac mais, comme il se base uniquement sur des renseignements qui lui ont été fournis, sa description ne correspond pas avec ce que l'on peut observer sur le terrain.

Le Houiller est ici broyé: le charbon n'est pas nettement séparé du mur et du toit et se trouve plus ou moins mélangé de roches stériles. L'ensemble forme un plissement ayant la forme d'un « S » couché.

Il existe à La Chalaide un conglomérat passant à la brèche avec des galets de granites et des fragments de quartz à éclat gras. On ne peut fonder de conclusion stratigraphique sur cette observation, car le Bassin houiller de Langeac montre au moins deux niveaux de conglomérats et de brèches.

Les débris végétaux identifiables n'offrent aucune valeur stratigraphique :

Knorria.

Calamites Suckowi.

Calamites Cisti.

Lepidophloïos.

La seule affirmation permise c'est l'impossibilité d'assimiler le faisceau de La Chalaide à celui de Vaurette, car ce dernier repose sur le gneiss alors que le fond du Bassin n'a jamais été touché ici. D'autre part, les fora-

(1) M. BERTRAND. — Bassin Houiller du Plateau Central. *Bull. Soc. Géol. France.* t. XVI, 3^e S., 1888. p. 517.

ges faits dans la plaine alluviale de l'Allier montre que ce faisceau disparaît dans la région nord.

Il n'y a pas d'argument pour repousser la théorie d'un charriage, cependant la coupe de la concession montre que dans ce cas la surface de charriage est recoupée par une faille presque verticale. On peut aussi voir là un simple renversement du bord ouest du Bassin. Cette opinion est peut être même préférable, car tout le flanc ouest présente une grande faille orientée N.S. qui met en contact avec le gneiss n'importe quelle assise du terrain houiller.

Le Bassin stéphanien de Langeac nous montre une bande étroite de terrain houiller effondré entre deux grandes failles parallèles (phénomène particulièrement net dans la région sud). Un lambeau isolé de terrain houiller situé à une altitude supérieure laisse penser que le Bassin fût autrefois beaucoup plus étendu.

L'âge de cette formation est celui des couches de St-Etienne avec une différence de flore marquée entre la base et le sommet.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

FIGURE 1. — *Pecopteris paleacea* avec nervures couvertes de poils, Marsanges. (Gr. = 1,5).

FIGURE 2. — *Dicranophyllum gallicum*, G. E. Vaurettes. (Gr. nat.).

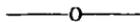
FIGURE 3. — *Odontopteris minor*, Brongn., Marsanges. (Gr. = 3).

FIGURE 4. — *Odontopteris minor*, Brong. Extrémité de penna. Marsanges. (Gr. = 3).

FIGURE 5. — *Callipteridium gigas*, Gutb. montrant une penna intercalaire, Marsanges. (Gr. nat.).

FIGURE 6. — *Carpolithes crassicostris*, nov. sp. *Gris micacés* de Langeac. (Gr. nat.).

FIGURE 7. — *Linopteris Brongniarti*, Gutb. Psammites de Langeac. (Gr. nat.).



M. A. Duparque fait la communication suivante :

Etude lithologique de houilles
de Langeac (Haute-Loire) et de Messeix (Puy-de-Dôme)
par **Simone Lefranc et André Duparque.**

Les échantillons de houille, objets de cette description préliminaire, ont été recueillis par M. G. Mathieu, assistant au Musée houiller de Lille, qui leur a consacré une étude spéciale (1).

Ces charbons proviennent des Bassins houillers de Langeac (Haute-Loire) et de Messeix (Puy-de-Dôme). Malgré ces différences d'origine, leur étude simultanée présente un intérêt particulier; leurs compositions chimiques permettant de les ranger dans les trois grandes classes lithologiques de charbon définies par l'un de nous dans le Bassin houiller du Nord de la France (2) et retrouvées par lui dans différents bassins charbonniers étrangers (3). Le principal intérêt de cette note sera donc la comparaison des houilles du Nord et du Centre de la France.

Nous étudierons dans deux développements séparés les houilles de Langeac et celle de Messeix.

I.- Houilles grasses marécales et houilles à coke
du Bassin de Langeac (Haute-Loire)

Le bassin houiller de Langeac, situé au Sud-Ouest de Saint-Etienne, présente un allongement Sud-Nord; traversé par l'Allier, il est limité de tous côtés par des escarpements constitués par des roches crystallophylliennes (gneiss). Il avait été rangé par Grand'Eury (4) dans

(1) Voir ci-dessus page 75.

(2) André DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. LI, 1926. p. 403 à 456. *Bull. Soc. des Sciences de Lille*, 1927-28, séance du 1^{er} avril 1927.

(3) André DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. LIII, 1928. p. 47 et p. 51.

(4) C. GRAND'EURY. — Flore carbonifère du département de la Loire. *Mém. Acad. Sciences*, 1877.

l'étage des Cordaïtes et des Fougères où figuraient également les bassins de Saint-Chamond, de Brassac et de Decazeville. Il a fait l'objet d'une récente étude paléobotanique de M. G. Mathieu (1) qui a confirmé son classement dans la partie supérieure du Stéphanien moyen.

On exploitait à *La Chalaide* et à *Marsanges* des houilles grasses maréchales, tandis qu'à *Vaurette (Chadernac)*, les travaux de recherches ont fourni des charbons moins riches en matières volatiles appartenant à la catégorie des houilles à coke (2) Nous étudierons successivement les houilles provenant de ces trois puits dont l'exploitation est aujourd'hui arrêtée.

1° — HOUILLE GRASSE MARÉCHALE DE MARSANGES.

La houille prélevée en ce point situé au Sud du Bassin de Langeac a donné à l'analyse immédiate les résultats suivants :

Humidité	0,26 %
Matières volatiles	23,89 %
Carbone fixe	63,59 %
Cendres	12,26 %
Matières volatiles, cendres déduites. .	27, %

elle se classe, par conséquent, dans la catégorie des *houilles grasses maréchales* ou *de forge*.

Son étude lithologique a été faite à l'aide du *microscope métallographique* (microscope en lumière réfléchie), les surfaces à examiner ayant été préparées par *simple*

(1) Gilbert MATHIEU. — La flore stéphanienne du Bassin houiller de Langeac (Haute-Loire), *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LV, p. 75, Lille 1930.

(2) Ces termes sont ceux de la classification technique adoptée par M. Ch. Barrois pour le Bassin houiller franco-belge. Voir :

Ch. BARROIS. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXIII, 1904, p. 165.

G. DUBOIS. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLI, 1912, p. 148 et 149.

J. CORNET. — *Géologie*, t. III, § 1305. Les Combustibles, p. 49. *Imp. C. Leich*, Mons, 1920.

polissage suivant la méthode préconisée par l'un de nous en 1925 (1)

Sans aucune attaque, de quelque nature que ce soit, la structure de la houille est parfaitement mise en évidence et peut être facilement observée. On y reconnaît alors la structure typique de certaines houilles du Nord de la France (2) celle *des charbons de cuticules* ou charbons de feuilles.

Les *corps figurés* sont surtout représentés par des *cuticules* ou peaux cutinisées étalées parallèlement au plan de stratification des lits. Ces cuticules sont identiques à celles décrites antérieurement par l'un de nous et apparaissent sous forme de bandes présentant la couleur grise caractéristique des substances cutinisées, parfois finement dentelées et crénelées sur une de leurs faces. On rencontre aussi des sections de feuilles entières et des empilements de cuticules alors très nombreuses. Les *microspores* sont assez rares, mais les *corps résineux unicellulaires* (3) sont relativement fréquents dans certains lits. Les *tissus ligneux* très peu abondants existent en lames fortement gélifiées.

Une *pâte colloïdale*, amorphe occupe tous les espaces libres entre les corps figurés qui y sont finement stratifiés.

Cette houille compacte, très cohérente, est formée surtout de *houille semi-brillante* (Clarain) (4)

(1) André DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L (1925), p. 57 à 59.

(2) André DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927, p. 2 à 27.

(3) André DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII 1927, p. 85.

(4) Pour la définition de ce terme et des termes analogues, consulter : André DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927, p. 273 à 279.

2° — HOUILLE GRASSE MARÉCHALE DE LA CHALAIDE.

Le charbon de cette région située au Nord-Ouest du bassin présente la composition chimique suivante :

Humidité	0,33 %
Matières volatiles	24,64 %
Carbone fixe	69,36 %
Cendres.	5,67 %
Matières volatiles, cendres déduites..	26, %

Comme la précédente, c'est donc une *houille grasse maréchale* ou *de forge*.

Les surfaces simplement polies permettent de reconnaître la structure typique des *charbons de spores* du Nord de la France.

Les *corps figurés* de beaucoup les plus nombreux sont des *exines de spores* aplaties parallèlement au plan de stratification des lits. Les *macrospores* très abondantes dans certaines régions ont le plus souvent 1 mm. de diamètre, elles sont identiques à certaines macrospores à parois minces du Nord de la France. Les *microspores*, extrêmement nombreuses, sont semblables aux macrospores, quant à leurs formes (sacs aplatés en sections verticales, disques ou couronnes en s. horizontales). et ne diffèrent de ces dernières que par leurs tailles qui ne dépassent guère quelques centièmes de millimètres de diamètre. Elles forment des lits bien stratifiés alternant avec des lits de pâte pure. Les *corps résineux* et tissus à contenus cellulaires fossilisés sont présents, mais peu abondants. Les *tissus ligneux* souvent fortement gélifiés (1.), offrent parfois de belles structures cellulaires, mais ne forment qu'une masse pratiquement négligeable dans l'ensemble.

Une *pâte* amorphe, colloïdale, dans laquelle les éléments figurés sont bien stratifiés, enrobe tous ces débris

(1.) André DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, 1926, p. 51 à 64.

végétaux et occupe tous les espaces restés libres entre eux. Ce charbon compact et cohérent est constitué par la superposition de lits de *houille mate* (Durain) et de *h. semi-brillante* (Clarain) avec quelques lits de *h. brillante* (Vitrain).

3^o — HOUILLE GRASSE A COKE DE VAURETTE (CHADERNAC).

Le faisceau de Vaurette a été traversé par des travaux de recherches au hameau de Chadernac.

La houille provenant de cette région a donné à l'analyse immédiate les résultats figurant dans le tableau suivant :

Humidité	0.49 %
Matières volatiles	17.68 %
Carbone fixe	70.08 %
Cendres	11.75 %
Matières volatiles, cendres déduites..	20, %

C'est donc une houille appartenant à la catégorie des *houilles grasses à coke* qui ont été parfois désignées par les termes de « *houilles 3/4 grasses* » et de « *houilles 1/2 grasses* ».

Ces houilles préparées par simple polissage montrent au microscope métallographique la structure typique des houilles à coke du Nord de la France.

Les seuls *corps figurés* abondants sont des débris de *tissus ligneux* (bois, sclérenchyme) transformés en houille mate fibreuse (Fusain) ou en houille brillante (bois gélifiés). Ces débris de très petites tailles sont néanmoins de dimensions variables, les uns affectant l'allure de lames ou de masses lenticulaires formées de nombreuses cellules, tandis que d'autres ne sont que des menus débris représentant parfois des fragments de membranes cellulaires. On peut observer tous les passages entre la structure cellulaire nette et la structure en étoile (bogenstruktur) qui affecte des masses ligneuses désarticulées. Cette houille ne contient pas trace de spores ou de cuticules.

La *pâte* amorphe, colloïdale, plus ou moins abondante suivant les régions, peut toujours être distinguée des masses ligneuses les plus fortement gélifiées. Le *Fusain* et les débris ligneux transformés en houille brillante sont nettement stratifiés dans cette pâte qui occupe tous les vides qui les séparent.

La houille de Vaurette est constituée au point de vue macroscopique par des lits de *houilles semi-brillantes* (Clarain) contenant quelques lits de *houille brillante* (Vitrain) et des fragments lenticulaires de *Fusain*.

II - Anthracite du Bassin de Messeix (Puy-de Dôme)

Le gisement de Messeix fait partie d'un alignement de petits Bassins houillers compris entre les concessions de Champagnac et de Saint-Eloi et disposés sensiblement sur une droite qui joindrait les Bassins de Deczeville et de Commentry. Bien que peu étendu, le gisement de Messeix est néanmoins fort riche, les couches d'anthracite y étant très épaisses. Il appartient à la partie supérieure du Stéphanien moyen.

L'analyse immédiate du charbon de Messeix nous a donné les résultats suivants :

Humidité	0,60 %
Matières volatiles	5,90 %
Carbone fixe	86,12 %
Cendres	7,38 %
Matières volatiles, cendres déduites..	6, %

Il se classe parmi les *anthracites* typiques (M.V. \leq 8 %).

Le simple polissage met bien en relief la structure stratifiée de la roche et les débris végétaux qu'elle renferme.

Les *corps figurés* sont exclusivement représentés par des petits fragments de *tissus ligneux* fortement gélifiés,

parfois répartis dans la masse de lit de pâte ou houille amorphe, mais le plus souvent localisés à la surface de séparation de deux lits successifs. Certaines masses ligneuses relativement importantes (quelques millimètres) montrent des structures nettes où les cellules sont coupées en long (s. longitudinales) ou en travers (s. transversales). La grande majorité des fragments de bois sont de tailles encore plus réduites et ne représentent que des lambeaux formés de quelques cellules, parfois même de fragments de cellules.

La *pâte*, très abondante, sans structure, enrobe les corps figurés ligneux qui y sont nettement stratifiés.

Cet anthracite est formé par la superposition de lits de *houille brillante* (h. amorphe = Vitrain) et de *houille semi brillante* (Clairain), pauvre en débris organisés. Les échantillons bruts ont une cassure conchoïdale et paraissent compactes, le polissage met nettement en relief la stratification de la roche.

III. Comparaison des houilles stéphanienues du Massif Central et des Houilles Westphaliennes du Nord de la France

Cette étude des différents types de houilles stéphanienues du Massif Central nous a permis de les comparer aux termes correspondants de la série westphalienne du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais qui ont été étudiés et décrits au cours de ces dernières années.

Cette étude met en évidence des analogies de structure telles que l'on peut considérer les houilles stéphanienues et les houilles westphaliennes *comme rigoureusement identiques au point de vue lithologique*.

Le *charbon de spores* de La Chalaide est non seulement très voisin des houilles des Assises de Bruay et d'Anzin exploitées dans les concessions du Sud de notre gisement

septentrional (Aniche, Anzin, Béthune, Bruay, Courrières, Crespin, Lens, Liévin, Nœux, etc.), mais par le caractère de ses macrospores à parois assez minces il se rapproche encore plus de la houille de la fosse La Glaieuse d'Hardinghem, c'est-à-dire *d'un charbon provenant du faisceau d'Olympe de l'assise de Vicoigne*, et par conséquent *de la base du terrain houiller productif du Nord de la France*.

Le *charbon de cuticules* de Marsanges est en tous points comparable à certaines houilles de notre région, notamment à celle de la Veine Dusouché présentant fréquemment la composition de charbon de feuilles dans toute l'étendue des concessions de Béthune, de Courrières, de Lens et de Liévin où cette veine est exploitée sous différents noms. Cette houille de Marsanges ne pourrait être distinguée par les seuls caractères lithologiques de certains charbons de cuticules du Nord de la France.

Le *charbon ligno-cellulosique* de Vaurette (Chadernac) est identique aux houilles des Veines Bernicourt, Delloye, Lefrançois et N° 7 des Mines d'Aniche et de toutes les veines du Nord de la France présentant des teneurs en matières volatiles oscillant entre 18 et 26 %. Comme ces dernières, ce charbon est caractérisé par l'abondance des débris ligneux à structure bien conservée.

Le *charbon ligno-cellulosique gélifié* de Messeix offre, aussi bien au point de vue macroscopique que microscopique, l'aspect et la structure des houilles maigres anthraciteuses exploitées sur la bordure nord dans les concessions d'Aniche, d'Anzin, de l'Escarpelle, de Meurchin, d'Ostricourt et de Vicoigne. Comme ces houilles, l'anthracite de Messeix est caractérisé par l'abondance de la houille amorphe (pâte) et la gélification de ses corps figurés d'origine presque exclusivement ligneuse.

L'identité entre ces houilles stéphanienues et westphaliennes est telle que les microphotographies publiées par

l'un de nous concernant ces dernières peuvent être prises comme type représentant exactement la structure des premières (1).

Cette *identité absolue des houilles du Massif Central et du Nord de la France* est d'autant plus intéressante à noter et à souligner *que les roches stériles sont, au contraire, très différentes dans les deux cas*. Alors que dans le Bassin houiller du Nord les conglomérats sont relativement rares, les grès à grains moyens ou fins et les schistes abondants, dans les Bassins houillers du Centre les conglomérats, les arkoses et les grès grossiers souvent feldspathiques très fréquents et les schistes beaucoup moins nombreux indiquent des régimes sédimentaires tout différents, bien mis en évidence par la récente étude de M. Lucien Cayeux sur les grès westphaliens et stéphanieniens (2). Les houilles stéphanieniennes, comme les houilles westphaliennes sont des roches essentiellement formées de menus débris végétaux, débris de dimensions

(1) On pourra consulter à ce sujet :

1° En ce qui concerne les *houilles de spores*: A. DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, pl. III, *Revue de l'Ind. Minérale*, 1^{re} partie (Mémoires), 1926, n° 142, pl. I, fig. 2 à 8. *Bull. Soc. Géol. France*, 4^e sér., t. XXVIII, pl. XXIX, fig. 1 à 4 et 6, 7.

2° Au sujet des *houilles de cuticules*: *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, fig. 1 à 12 dans le texte p. 6 à 19. *Bull. Soc. des Sciences de Lille*, 1927-28, pl. II, fig. 4. *Bull. Soc. Géol. France*, t. XXVIII, pl. XXIX, fig. 5.

3° Pour les *houilles ligno-cellulosiques* (h. à coke): *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, pl. II, IV et V. *Rev. Ind. Min.*, pl. I, fig. 1, pl. II, fig. 9 à 14. *Bull. Soc. Géol. France*, t. XXVIII, pl. XXX, fig. 1 à 3, 5 à 8.

4° Pour les *houilles ligno-cellulosiques gélifiées*: *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, pl. IV, fig. 9. *Bull. Soc. Géol. France*, t. XXVIII, pl. XXX, fig. 4.

Les quatre types de houille sont représentés par les figures 6 à 9 de la planche IV du tome LII des *Annales de la Société Géologique du Nord*.

(2) Lucien CAYEUX. — Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses. *Mém. Carte Géol. de France*, Paris, 1929, p. 221 à 233.

(spores) ou réduits à des dimensions telles (fragments de bois, fragments de feuilles, corps résineux isolés) qu'ils ont pu presque tous être transportés par des vents de vitesse assez faible et, dans les eaux de la lagune houillère, par des courants très lents. On doit donc admettre que dans les deux cas de sédimentation stérile en *eaux rapides* (Massif Central) et en *eaux assez calmes* (Nord de la France), les conditions de sédimentation des couches de charbon se trouvaient réalisées identiques à elles-mêmes en certains points privilégiés.

Les différences d'allure des couches de houille des deux gisements s'expliquent alors très facilement. Dans le *Centre de la France* ces conditions favorables à l'accumulation des amas végétaux ne se trouvant réalisées que dans des espaces relativement restreints ont donné naissance à des couches de charbon plus épaisses de formes nettement lenticulaires. Au contraire, dans le *Nord de la France* ces conditions favorables se trouvant réunies sur des aires de dépôt beaucoup plus considérables, les couches de houille moins épaisses, mais plus étendues, sont beaucoup plus régulières.

Dans les deux cas, la *différenciation des dépôts initiaux* (dépôts riches en cutine et dépôts ligno-cellulosiques) est due aux phénomènes de classement des débris végétaux au cours de leur transport dans l'atmosphère (vents) ou dans les eaux de la lagune houillère (flottage en eau tranquille).

L'étude de la houille de La Chalaide présente un intérêt particulier en raison des caractères du gisement. Le houiller existe en ce point sous un recouvrement de gneiss résultant, d'après Marcel Bertrand, d'un phénomène de charriage (1) Quelle que soit l'origine de ce lambeau de gneiss reposant sur des couches sédimentaires, il est certain que ces dernières ont subi des actions

(1) Marcel BERTRAND. — *Bull. Soc. Géol. France*, 3^e sér., t. XVI, p. 525 et 526, Paris, 1888.

mécaniques puissantes, les couches de houille affectant dans leur ensemble l'allure d'un plissement en S, et leur charbon étant fréquemment mélangé à des fragments de gneiss.

Il est intéressant de noter que ces houilles qui ont subi des actions dynamiques intenses capables de plisser les couches, de broyer et de laminer le charbon, contiennent encore des *teneurs en matières volatiles assez élevées* (26 %) et présentent *des débris végétaux à structure parfaitement conservée*. Cette étude vient donc confirmer les observations faites par l'un de nous (1), observations qui ont montré que le *dynamométamorphisme* n'avait eu qu'une influence extrêmement faible sur l'évolution chimique des couches de charbon; les houilles des couches plissées, broyées et laminées ne présentant pas d'amai-grissements plus considérables que les houilles des mêmes veines normales, non déformées.

L'étude de la houille de *Marsanges* offre un intérêt d'un ordre tout différent. En parlant de cette houille, Grand'Eury a écrit (2) : « *Dans tous les schistes et la houille, presque rien que des empreintes très communes et très abondantes de cordaïtes et autres débris végétaux qui s'ensuivent, de manière à admettre que le charbon en est pour ainsi dire tout formé* »....

Dè telles descriptions de houille, où Grand'Eury prétend avoir observé des structures, ne sont pas rares dans ses divers mémoires et en particulier dans ses dernières publications (3) où elles ne sont jamais accompagnées d'aucune figuration.

(1.) A. DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927, p. 212 à 225. p. 225 à 260. *BuM. Soc. Géol. de France*, 1928, 4^e sér., t. XXVIII, p. 455 à 491.

(2) C. GRAND'EURY. — *Op. cit.*, *Mém. Acad. Sciences*, 1877, p. 506.

(3) C. GRAND'EURY. — *Recherches géobotaniques sur les forêts et sols fossiles, et sur la végétation et la flore houillère*. 3 livraisons parues, Paris, *Lib. Berenger*, 1912, 1913, 1914.

Notre étude des houilles du Massif Central et celle d'autres houilles stéphanienues et des houilles westphaliennes, faites antérieurement par l'un de nous (Duparque), viennent compléter les descriptions de structures de houilles faites par Grand'Eury *en apportant de nouvelles preuves que toutes les houilles, dont la structure microscopique a pu être observée, sont incontestablement formées par des menus débris végétaux (spores, cuticules, corps résineux, petits fragments de bois) qu'il sera toujours très difficile, sinon impossible, de rapporter avec certitude à une espèce végétale donnée.*

Il semble donc bien certain qu'à une époque où l'étude microscopique des houilles proprement dites n'avait donné aucun résultat d'ensemble satisfaisant, Grand'Eury avait observé dans les houilles des structures universellement connues et il s'est contenté d'étendre à la houille les faits d'observation que lui révélait l'étude des schistes adjacents.

L'étude de la houille de *Messeix* montre que cet *anthracite typique* dérive, comme la plupart des houilles anthraciteuses du Nord de la France (1) de dépôts végétaux riches en lignine et éventuellement en cellulose, dépôts où les fragments de bois et de sclérenchyme ont subi une gélification accentuée qui semble liée aux conditions dans lesquelles ils se sont formés. Dans nos régions, les houilles à faibles teneurs en matières volatiles (h. maigres, h. anthraciteuses, anthracites), se sont donc surtout individualisées à partir de *dépôts ligno-cellulosiques* dont les compositions chimiques étaient telles qu'ils n'ont jamais donné naissance à des houilles plus riches en matières volatiles que les houilles à coke (M. V. = 18 à 26 %). Cette étude montre qu'il n'existe

(1) D'après les recherches de l'un de nous (A. DUPARQUE), un seul échantillon de houille anthraciteuse de Bruay, est un charbon de spores, tous les autres échantillons étudiés sont des houilles ligno-cellulosiques gélifiées.

aucune différence lithologique importante entre les anthracites vrais et les houilles anthraciteuses du Nord de la France.

CONCLUSION

De l'étude des houilles du bassin de *Langeac* et de la houillère de *Messeix* on peut tirer les conclusions suivantes :

1° *Les houilles stéphaniennees étudiées sont identiques aux houilles westphaliennes* et formées comme elles par accumulation de menus organismes végétaux (spores) ou de très petits débris (cuticules, corps résineux, fragments de bois) des plantes houillères.

2° *Les houilles stéphaniennees dérivent comme les houilles westphaliennes de deux types de dépôts initiaux.*

a) Les dépôts riches en cutine ont donné naissance à des *charbons de spores* ou à des *charbons de cuticules* à hautes teneurs en matières volatiles (M. V. > 26 %), (h. grasses flambantes, h. grasses à gaz et h. grasses maréchales).

b) Les dépôts riches en substances ligneuses et cellulosiques ont donné, suivant que les fragments de bois ont été gélifiés ou non, des *houilles ligno-cellulosiques gélifiées* (anthracites, h. anthraciteuses, h. maigres) pauvres en matières volatiles (M. V. < 18 %) ou des *houilles ligno-cellulosiques* (h. à coke), plus riches en matières volatiles (M. V. = 18 à 26 %).

3° Dans les houilles stéphaniennees comme dans les houilles westphaliennes *il existe un rapport constant entre la nature du dépôt initial et la composition chimique actuelle du charbon*; les houilles de cutine étant en règle générale riches en matières volatiles, tandis que les houilles ligno-cellulosiques sont plus pauvres en M. V.

4° La classification lithologique proposée par l'un de nous pour les houilles westphaliennes s'applique sans modification aux houilles stéphaniennees.

5° Des houilles de la partie supérieure du *Stéphanien moyen* (La Chalaide) sont rigoureusement identiques à des houilles provenant de la *base du terrain houiller productif* du Nord de la France possédant même composition chimique.

6° Tandis que les sédiments stériles stéphanien, souvent très grossiers, sont très différents des sédiments stériles westphaliens beaucoup plus fins, les houilles présentent dans ces deux formations des caractères sédimentaires identiques et dérivent de phénomènes de classement semblables.

Les houilles westphaliennes et stéphanien se sont donc formées dans des conditions identiques et semblent avoir subi des évolutions chimiques semblables, les différences qui caractérisent les deux époques ayant simplement déterminé la formation de couches de houilles plus épaisses, moins étendues et lenticulaires dans le centre de la France; de couches plus minces, plus régulières et plus étendues dans le Bassin houiller du Nord.

Séance du 7 mai 1930

Présidence de M. Paul Bertrand.

M. A. Duparque fait la communication suivante :

Structure microscopique

du bloc de houille de 1500 kilogrammes

offert au Musée houiller de Lille,

par la Compagnie de Marles.

**Remarques sur l'origine de certaines concrétions
carbonatées des houilles,**

par

André Duparque.

Planche VII

Grâce à la générosité de la Compagnie des Mines de Marles et au talent de son Directeur général, M. L. Laurent, le Musée houiller de l'Université de Lille vient de s'enrichir d'un échantillon de houille de dimensions

respectables, comparable à celui qui orne la Chambre de Commerce de Béthune.

Ce bloc qui représente toute l'épaisseur de la *Veine Henriette* mesure 0 m. 98 de hauteur, 1 m. 10 de largeur et 2 m. de longueur, son poids approximatif est de 1.500 kilogrammes. Il provient de la Fosse N° 2 des Mines de Marles, du quartier Midi et de la voie de fond Couchant, à l'étage de 263 m. Les coordonnées numériques du point de prise sont les suivantes :

Cote. — 210 m. 30 par rapport au niveau de la mer.

Longitude Est. — 1.900 m.

Latitude Sud. — 1.720 m. par rapport au puits St-Firmin du Siège N° 3 de Marles.

Cette veine appartient au Faisceau de Dusouieh (Assise de Bruay), elle présente fréquemment des teneurs en matières volatiles voisines de 40 % et, par conséquent, la composition chimique des houilles grasses à gaz.

Avant le vernissage destiné à assurer la conservation de ce témoin des qualités de la Veine Henriette, il m'a semblé intéressant de le soumettre à un examen macroscopique et de prélever des fragments destinés à son étude pétrographique et chimique.

Ce sont les résultats de mes observations que j'exposerai brièvement dans cette courte note où je décrirai successivement les structures macroscopique et microscopique de la houille de la Veine Henriette.

I. — Structure macroscopique

L'examen macroscopique révélait avant le vernissage du bloc une identité de structure dans toute l'épaisseur de la veine du toit au mur.

Le constituant macroscopique de beaucoup le plus fréquent appartient à la *houille semi-brillante* (1) ou Clairain.

(1) Pour la définition de ces termes et des suivants, consulter: *Ann. Soc. géol. Nord.* t. LII (1927), p. 273 à 279, 3 tableaux.

La *houille mate* (Durain) est également abondante et possède un certain lustre qui ne permet pas une distinction facile de la précédente à laquelle elle passe progressivement. On observe çà et là de minces lits de *houille brillante* (Vitrain) beaucoup moins épais que les lits de houille semi-brillante et de houille mate, mais néanmoins d'étendue assez vaste. Le *Fusain* (houille mate fibreuse d'origine ligneuse), est relativement très rare.

Les différents constituants macroscopiques sont disposés en lits parallèles au plan de stratification, lits qui présentent tous une allure lenticulaire et une disposition entrecroisée.

Le caractère qui domine l'aspect macroscopique de la houille de la Veine Henriette est d'origine secondaire et consiste en plusieurs *délits schisteux* qui provoquent la division facile du charbon en parallépipèdes obliques limités par des surfaces à cassure fibreuse (1). L'une de ces directions de schistosité est mieux développée que les autres, elle fait un angle de 45° environ avec le plan de stratification et détermine l'une des faces terminales du bloc. Ces délits schisteux de la houille, analogues à ceux des schistes proprement dits, sont dus, comme je l'ai montré précédemment, à l'action des poussées tangentielles qui se sont exercées sur les couches de sédiments houillers lors de leur plissement.

Lorsque le véritable aspect du charbon n'est pas masqué par la cassure fibreuse, la houille de la Veine Henriette paraît compacte et dans son ensemble d'un éclat assez faible.

L'aspect macroscopique de cet échantillon est identique à celui des houilles à hautes teneurs en matières volatiles du bord sud du gisement.

(1) Pour la description de cette cassure consulter: *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LII (1927), p. 225 à 260, pl. A, B, C et IV ; *Bull. Soc. géol. France*, 4^e série, t. XXVIII, 1928, p. 455 à 491, pl. XXIX et XXX.

II. Composition chimique

Trois échantillons prélevés respectivement au *toit*, au *centre* et au *mur* de la veine ont été analysés dans le laboratoire de géologie par Mlle Simone Lefranc, à laquelle j'adresse ici mes bien vifs remerciements.

Les analyses immédiates ont donné les résultats suivants :

POINTS DE PRISE	Matières volatiles	Carbone fixe	Cendres
Toit	34,92 %	63,88 %	1,20 %
Milieu	35,56 %	58,21 %	6,23 %
Mur	37,23 %	61,04 %	1,73 %

Tous les échantillons analysés se rangent donc dans la catégorie des *houilles grasses marécales*. Les teneurs en cendres sont très faibles (1,20 et 1,70 %) pour les prises d'essais faites dans le voisinage du toit et du mur. Comme nous le verrons dans un instant, les teneurs en cendres plus élevées (6,23 %) du centre de la veine *s'expliquent* par la présence de nombreux grains de carbonate de fer (sidérose) visibles sur la figure 3 de la planche VII.

La composition chimique du bloc de houille peut, d'après ces trois séries d'analyses immédiates, être considérée comme homogène.

III. - Structure microscopique

Tous les échantillons destinés à l'étude pétrographique ont été *simplement polis* et examinés au *microscope métallographique* (microscope en lumière réfléchie). Tous ont révélé la *structure microscopique* de ce bloc qui, comme sa composition chimique, est remarquablement homogène,

les seuls corps figurés abondants étant des exines de spores ou des cuticules, c'est-à-dire des parties des végétaux houillers constituées par de la cutine. Cette homogénéité est telle qu'il n'est guère possible de décrire séparément les échantillons provenant des différents niveaux, les variations horizontales étant de même ordre que les variations verticales. Seule la zone centrale de la veine contient de nombreux grains quasi microscopiques et arrondis de carbonate de fer (sidérose), surtout abondants dans les lits de houille amorphe.

Tous les constituants macroscopiques de la Veine Henriette peuvent être considérés comme des mélanges, en proportions variables, de corps figurés et de substance amorphe ou pâte.

1^o — CORPS FIGURÉS VÉGÉTAUX.

Ce sont presque exclusivement des débris végétaux représentés surtout par des cuticules et des spores. Les corps résineux sont peu abondants et les tissus ligneux très rares.

a) *Cuticules.* — Ce sont surtout des peaux externes cutinisées des feuilles des végétaux houillers. Ces cuticules peuvent se trouver isolées et se présenter en sections verticales, sous forme de bandes grises étalées parallèlement au plan de stratification. On observe parfois des sections de feuilles entières (Pl. VII, fig. 3) montrant entre leurs cuticules supérieure (Cts) et inférieure (Cti) la masse de leurs tissus internes gélifiés (I) et çà et là des vestiges des nervures ligneuses.

Les sections horizontales de la houille de la Veine Henriette m'ont fourni de belles structures de cuticules rarement observables dans les surfaces taillées et polies parallèlement au plan de stratification. On voit dans les sections verticales (fig. 3) que les cuticules ont une allure sinueuse ou onduleuse et on comprend alors facilement qu'une section horizontale ne coupe que très rarement

une même cuticule suivant des plages d'une certaine étendue. Le plus souvent, une telle section *coupe plusieurs fois une même cuticule* qui apparaît sous forme de bandes grises sinueuses (Ct, Pl. VII, fig. 1a et 1b) séparées par des espaces à contours irréguliers où le plan de la surface polie intéresse la houille encaissante (P) ou les tissus internes gélifiés (I) de la feuille. Le plus souvent, les sections horizontales de cuticules sont extrêmement polymorphes et ont des aspects se rapprochant de celui représenté par la figure 2 où des bandes irrégulières plus ou moins concentriques simulent une structure emboîtée.

Les figures 1a et 1b montrent un bel exemple où une même cuticule plissée, coupée deux ou trois fois par le plan de la surface polie, apparaît sous forme de bandes plus ou moins nombreuses et grossièrement parallèles. La largeur de ces bandes dépend de l'amplitude des ondulations; amplitude très variable qui explique que les cuticules d'épaisseur sensiblement constante en *sections verticales* (fig. 3) offrent, au contraire, de grandes différences de largeur en *sections horizontales* (fig. 1a, 1b et 2), ces différences pouvant s'observer pour une même cuticule.

A côté des grands fragments de cuticules, on remarque de nombreux débris de petites tailles tels que ceux marqués d sur les figures.

b) *Spores*. — Elles sont en tous points identiques à celles que j'ai décrites ou figurées antérieurement et se présentent sous forme de sacs aplatis en sections verticales, de disques ou de couronnes en sections horizontales.

Les macrospores peuvent atteindre 1 millimètre de diamètre, les microspores, beaucoup plus nombreuses, quelques centièmes de millimètres.

Dans les échantillons étudiés, les macrospores sont moins fréquentes que les cuticules, les microspores peuvent exister à côté de ces dernières et des fragments de cuticules.

c) *Corps résineux*. — Eu égard au nombre des spores et surtout des cuticules, les corps résineux ne forment qu'une quotité négligeable dans l'ensemble.

Ce sont des masses ovoïdes non aplaties, interstratifiées au milieu des spores et des cuticules qui représentent, selon toute vraisemblance, des appareils sécréteurs unicellulaires (cellules sécrétrices) (1)

d) *Tissus ligneux*. — Ils sont si peu abondants dans la houille de la Veine Henriette que leur rôle dans la genèse de cette veine peut être considéré comme à peu près nul. Ils existent néanmoins sous les deux formes habituelles de *Fusain* (houille mate fibreuse) et de *tissus ligneux gélifiés* transformés en houille brillante avec ou sans structure cellulaire conservée.

2° - - PÂTE OU SUBSTANCE AMORPHE.

Dans la houille de la Veine Henriette, comme du reste dans la grande majorité des charbons de ce type, les corps figurés étalés parallèlement au plan de stratification ne se touchent pas et sont enrobés dans une substance amorphe brillante dont la teinte claire contraste avec la couleur grise assez foncée des spores et des cuticules.

Cette pâte, peu abondante dans les lits de *houille mate* (Durain) où les corps figurés sont très nombreux, est mieux développée dans la *houille semi-brillante* (Clairain) et forme à elle seule toute la masse des lits de *houille brillante* (Vitrain).

Elle se révèle sans structure aux plus forts grossissements, mais peut naturellement contenir des vestiges de corps figurés très altérés et difficilement visibles.

Cette pâte est indiquée par la lettre P dans les différentes figures.

(1) La figure 4 de la planche VIII de ce volume (*Ann. Soc. géol. Nord*, t. LV (1930) montre dans un anthracite de Pennsylvanie des corps résineux unicellulaires (R) identiques à ceux de la Veine Henriette de Marles.

3° — CORPS FIGURÉS MINÉRAUX.

La partie centrale de la Veine Henriette contient, en quantité relativement grande, des grains de carbonate de fer ou sidérose (CO^3Fe).

Ces grains, dont certains montrent la structure d'agrégat, sont généralement arrondis et se trouvent interstratifiés au milieu des corps figurés végétaux. Ils sont surtout fréquents dans les lits de houille amorphe (h. brillante = Vitrain) qui prennent alors une allure glandulaire et se renflent là où ils contiennent ces concrétions (Pl. VII, fig. 3, IIb, Cf).

J'ai pu observer dans d'autres houilles, et dans les mêmes conditions de gisement, des rhomboèdres de sidérose en section triangulaire ou rhombique et des agrégats de rhomboèdres passant à des concrétions arrondies ou grains quasi microscopiques analogues à ceux de la Veine Henriette.

Ces concrétions microscopiques présentent des conditions de gisements identiques à celles des corps figurés végétaux et il ne paraît pas douteux qu'elles aient une *origine primaire* (1) Elles se sont individualisées à la surface des dépôts organiques, dans l'eau de la lagune houillère, avant la coagulation de la pâte qui les enrobe.

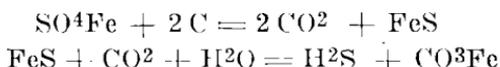
En lumière réfléchie le carbonate de fer possède une teinte grise assez foncée (2) se rapprochant sensiblement de celle des substances cutinisées (spores et cuticules).

Si l'on admet que la lagune houillère contenait, au

(1) Par opposition à l'*origine secondaire* des minéraux, et en particulier du carbonate de fer, que l'on observe en remplissage dans les fentes et les vides de la houille minéraux qui se sont déposés alors que le sédiment végétal était consolidé.

(2) H. SCHNEIDERHÖHN. — Anleitung zur Mikroskopischen Bestimmung und untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten besonders im auffallenden Licht. *Gesellschaft Deutscher Metallhütten und Bergleute*, e. V, Berlin, 1922, fig. 29, 32, 98, 101.

moment où se déposait la Veine Henriette au point envisagé, des eaux saumâtres ou franchement marines (1), la formation de ces concrétions carbonatées s'explique facilement par la réduction des sulfates grâce au carbone des substances organiques selon les réactions classiques de Murray et Renard (2)



Le fait que j'ai pu observer très fréquemment la présence dans les concrétions carbonatées des houilles de grains de bisulfure de fer (FeS_2) semble confirmer cette manière de voir.

Détail intéressant à noter, alors que dans les imprégnations très fréquentes des masses lenticulaires de Fusain l'attraction du fait de ce constituant des houilles très riche en carbone (3) ne peut être mise en doute, les concrétions carbonatées microscopiques telles que celles de la Veine Henriette ne contiennent aucun vestige de débris organique. Dans ce cas, mes observations me conduisent à admettre que c'est un cristal initial formé spontanément qui a joué le rôle de centre d'attraction et qui est devenu le point de départ de chaque concrétion. caractère qui implique une individualisation dans un milieu très fluide où les molécules ou agrégats de molé-

(1) Je rappellerai ici que d'après M. Lucien Cayeux, les grès westphaliens du Nord de la France « résultent d'une préparation mécanique rappelant à s'y méprendre celle des éléments des grès marins. Consulter :

LUCIEN CAYEUX : Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses. *Mém. Carte géol. de France*, p. 233, Paris, 1929.

(2) J. MURRAY et A. F. RENARD. — Challenger Report. Deep sea deposits, 1891.

N. ANDROUSSOW. — La Mer Noire. *Guide des excursions du VII^e Congrès géol. int.*, n° XXIX, 13 p. St-Petersbourg, 1897.

(3) J'ai démontré antérieurement que le Fusain des différents types de houille était un véritable anthracite très riche en carbone. Voir: *Ann. Soc. géol. Nord.* t. LIII (1928). (séance du 15 juin 1927), p. 55 à 72.

eules pouvaient se déplacer facilement et tourner librement autour de leur centre de gravité.

CONCLUSIONS

L'étude microscopique de la Veine Henriette des Mines de Marles permet de tirer les conclusions suivantes :

1° Une veine de houille de 1 m. d'épaisseur se révèle comme étant formée pratiquement par une accumulation de spores et de cuticules, le bois et les corps résineux n'ayant joué que des rôles négligeables dans sa formation. Ce fait est loin d'être rare et doit, au contraire, être considéré comme étant de règle sur la bordure Sud du bassin houiller du Pas-de-Calais.

2° Cette veine est surtout formée de cuticules, fait qui est également assez fréquent dans cette même zone et peut être observé, en particulier, dans la Veine Dusouich (1) qui présente ce caractère dans de nombreux points des concessions de Béthune, Courrières, Lens et Liévin (2).

3° Les sections horizontales de certains échantillons de cette houille m'ont permis d'observer et de figurer des aspects curieux de cuticules représentés par les microphotographies 1a, 1b et 2 de la planche VII.

4° Enfin, la formation par cristallisation en milieu aqueux de certaines concrétions carbonatées que l'on trouve dans la masse de lits de *houille brillante* (Vitrain) de lits de *houille semi-brillante* (Clarain) ou *mate* (Durain), où elles voisinent avec les corps figurés végétaux, vient confirmer indirectement l'origine de la pâte de la houille, origine que j'ai toujours attribuée à une *coagulation* de substances organiques en solution ou en pseudo-solution dans les eaux de la lagune houillère. La

(1.) A. DUPARQUE. — *Mém. Soc. géol. Nord*, t. XI (en cours de publication).
(2) *Ann. Soc. géol. Nord*, t. L, (1927), p. 104 à 109.

crystallisation des conerétions et la coagulation de la pâte de la houille sont des phénomènes aboutissant au même résultat (passage à l'état solide) de substances dissoutes appartenant respectivement au domaine des cristalloïdes et au domaine des colloïdes.

5° La présence des conerétions microscopiques carbonatées explique la teneur en cendres relativement élevée (6,23 %) de la partie de la Veine (centre) qui les contient.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

Cette planche représente, en sections horizontales et en sections verticales la structure microscopique de lits de charbon de cuticules (charbons de feuilles).

FIGURES 1a, 1b et 2. — Sections horizontales (parallèles au plan de stratification) d'échantillons prélevés dans le voisinage du toit de la Veine Henriette de la Compagnie des mines de Marles.

FIGURES 1a et 1b. — Cuticule à allure ondulée coupée un grand nombre de fois par le plan de la surface polie.

La cuticule apparaît sous forme de bandes gris foncé (Ct), à contours irréguliers mais grossièrement parallèles les unes aux autres. Entre les cuticules on peut observer la masse des tissus internes de la feuille (I) transformée en houille amorphe et de part et d'autre de ces mêmes cuticules la houille encaissante formée de pâte (P) contenant des menus débris de cuticules (d).

La cutine présente dans ces deux microphotographies un aspect chagriné et granuleux dû à l'imperfection du polissage, imperfection en rapport avec l'état d'altération de la substance.

Des ondulations à peine plus accentuées que celles de la cuticule Cts de la figure 3 (section verticale) suffisent pour expliquer l'allure des cuticules représentées en section horizontale par les figures 1a et 1b.

FIGURE 2. — Aspect en section horizontale d'un empilement de cuticules analogue à celui représenté en Ct sur la figure 3 (section verticale).

Les cuticules à parois très minces, parfois finement dentelées (Ct), sont disposées concentriquement et semblent emboîtées les unes dans les autres, structure due simplement au fait qu'elles se présentent en section verticale non pas étalées dans un plan, mais suivant des surfaces sphériques à grande courbure (fig. 3, Ct.).

Entre ces cuticules, on observe des masses de houille amorphe (I) qui peuvent correspondre soit aux tissus internes géli-

fiés de feuille entière, soit à des lits de pâte séparant les cuticules superposées.

La houille encaissante est constituée par une pâte abondante (P) contenant des microspores et des débris de cuticules (ms).

FIGURE 3. — Section verticale (perpendiculaire au plan de stratification) d'un lit de charbon de cuticules, analogue à ceux représentés en sections horizontales par les figures 1a, 1b et 2, mais provenant du centre de la Veine Henriette des Mines de Marles.

On peut observer sur cette microphotographie une section de feuille entière avec ses cuticules supérieure (Cts) et inférieure (Cti) se soudant vers la gauche de la figure pour former le bord coupant de cet organe aplati; la cuticule inférieure (Cti) montre plusieurs interruptions qui correspondent à des stomates. Les tissus internes de la feuille, fortement gélifiés (I), contiennent néanmoins quelques vestiges de nervures (axes ligneux).

La houille encaissante comprend un lit de houille brillante Hb (Vitrain) et des lits de houille mate (Durain) contenant des empilements de cuticules (Ct, Ct₁), des microspores et des débris de cuticules (ms) et des concrétions microscopiques de carbonate de fer (sidérose, Cf, Cf₁), bien stratifiés dans une pâte peu abondante P.

Les concrétions carbonatées se rencontrent dans le lit de houille brillante Hb (Cf), qui se renfle là où elles existent, et dans la houille mate (Cf₁). Elles sont de plus petite taille dans cette dernière (Cf₁) que dans la première (Cf). Il semble que la présence des débris végétaux dans la houille mate a gêné considérablement l'agrégation du carbonate autour des cristaux précédemment formés et constituant des centres d'attraction. Cette agrégation s'est faite, au contraire, beaucoup plus librement lorsque l'eau ne contenait pas de débris végétaux comme c'était précisément le cas dans le milieu où s'est individualisée la houille amorphe (h. brillante = Vitrain) par précipitation de substances végétales en solution ou en pseudo-solution.

Cette figure montre l'allure nettement stratifiée de ces charbons de cuticules.

L'allure ondulée de la cuticule Cts et l'empilement de cuticules Ct expliquent les aspects des cuticules en sections horizontales (fig. 1a, 1b et 2).

LEGENDE COMMUNE AUX TROIS FIGURES

Cf, Cf₁. — Carbonate de fer (sidérose (CO³Fe)) en grains concrétionnés arrondis.

Ct. — Cuticules.

Cti. — Cuticule inférieure.

Cts. — Cuticule supérieure.

d. — débris de cuticules.

Hb. — Houille brillante (h. amorphe = Vitrain).

I. — Tissus internes gélifiés des feuilles.

ms. — microspores.

P. — Pâte. Substance amorphe colloïdale formant à elle seule toute la masse des lits de houille brillante (Hb) et enrobant les corps figurés des lits de houille semi-brillante (Clarain) et de houille mate (Durain).

V. — Vide ou fente de retrait.

Grossissement commun à toutes les figures: $\times 55$.

MM. A. Duparque et J. Fanshawe font la communication suivante :

La structure microscopique des anthracites.

**Remarques sur la préparation de surfaces polies
d'anthracites américains**

et sur leur structure microscopique,

par

A. Duparque et J. Fanshawe.

(Planches VIII et IX)

La question de l'origine des anthracites est une de celles qui ont le plus passionné tous ceux qui ont étudié les roches combustibles. L'opinion la plus généralement acceptée est celle qui consiste à admettre que tous les charbons dérivent de dépôts primitivement identiques ayant subi des amaigrissements d'intensités variables qui ont donné naissance aux diverses variétés de houille que l'on rencontre parmi les charbons à hautes teneurs en matières volatiles (bituminous coals, M. V. $> 26\%$), les charbons à moyennes teneurs en M. V. (houilles à coke $\bar{=}$ coking coals, M. V. $= 18$ à 26%) et les charbons à faibles teneurs en M. V. (semi anthracite et anthracite, M. V. $< 18\%$). En l'absence de données précises sur la structure microscopique des différentes variétés de houille cette opinion gardait jusqu'à ces toutes dernières années la valeur d'une simple hypothèse.

De même les causes que l'on invoquait pour expliquer

cet amaigrissement progressif conservaient également un caractère hypothétique; caractère bien mis en évidence par l'obligation où l'on s'est trouvé d'abandonner certaines d'entre elles complètement infirmées par des observations précises.

I - Théories anciennes sur la différenciation des charbons et l'origine des anthracites

On invoquait autrefois pour expliquer la différenciation des charbons ce que l'on appelait à tort ou à raison un *métamorphisme régional* (1) qui a trouvé son expression dans la *loi de Hilt*. Cette loi consistait à admettre que les houilles étaient d'autant plus maigres qu'elles étaient plus anciennes, les accumulations plus ou moins grandes de sédiments étant susceptibles de provoquer des augmentations de *chaleur* ou de *pression* capables de modifier différemment des dépôts primitivement identiques ou du moins très semblables.

Dans le bassin houiller du Nord de la France, cette loi qui semblait primitivement vérifiée a été complètement infirmée, *dans sa généralité*, par les remarquables travaux de M. Charles Barrois qui a démontré, grâce à

(1) Ce terme de *métamorphisme régional* a été couramment utilisé en Amérique et invoqué pour expliquer la formation des anthracites de Pensylvanie. Il a été employé récemment par Turner et on le retrouve dans le *Traité de Géologie* de J. Cornet qui contient une importante étude sur les charbons.

Il semble bien, étant donnée l'absence de roches métamorphiques parmi les roches stériles associées aux houilles ou aux anthracites, que dans tous les cas le terme de métamorphisme régional a été improprement utilisé et qu'il eut été plus exact d'employer les termes de *phénomènes de métasomatose* ou de *phénomènes de diagénèse*.

Comme la discussion de cette question serait trop longue dans cette courte note, nous continuerons à employer le terme *métamorphisme régional* tout en faisant les plus expresses réserves sur son exactitude.

la découverte des niveaux marins (1) que les houilles grasses du Sud, les houilles $\frac{3}{4}$ grasses et demi grasses du Centre et les houilles maigres du Nord du gisement sont *rigoureusement de même âge* et ne sont que la répétition à la faveur de plis d'une seule et même zone.

On a alors essayé de substituer à la notion de *superposition stratigraphique* celle de la *profondeur actuelle d'enfouissement*. Dans nos régions, d'après Jules Cornet, contrairement à cette hypothèse il n'existerait pas de rapport direct et constant entre la composition des charbons et la position qu'ils occupent dans les synclinaux houillers (2).

Aux Etats-Unis l'opinion assez généralement admise est que l'anthracitisation des combustibles de la bordure Est du bassin pensylvanien résulte du développement d'augmentation de pression et de chaleur consécutif à un enfouissement profond (3).

On a aussi invoqué pour expliquer l'amaigrissement des charbons ce que l'on a appelé des *phénomènes de dynamométamorphisme* (4) résultant des actions mécaniques intenses qui ont plissé, faillé et déformé les couches

(1) Charles BARROIS. — Etude des strates marines du terrain houiller du Nord (1^{re} partie). *Etudes des gîtes minéraux de la France*, Paris, 1912. — Consulter aussi: Conférence faite aux Ingénieurs de l'Ecole des Mines de Liège. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLIII, p. 295, Lille, 1914.

(2) Jules CORNET. — La formation des charbons et des pétroles, p. 88. — *Géologie*, t. III, § 1123. Imp. Léon Duquesnes, Mons, 1913.

(3) DAVID WHITE. — Quelques relations entre les charbons de différentes espèces et la composition des dépôts sédimentaires originels. *Soc. Géol. de Belgique, Livre Jubilaire*, p. 365 à 378, Liège (1924), (traduction française de M. Legraye).

DAVID WHITE. — Progressive Regional Carbonization of Coals. *Trans. Am. Inst. of Mining and Metal. Engineers*, n° 1414-I, février 1925.

(4) W. T. THOM. — Petroleum and Coal. The Keys to the future. *Princeton University Press*, 1929.

J. CORNET. — *loc. cit.*, p. 88 et § 1.123.

de houille. Dans la région du Nord de la France, ces actions n'ont joué que des rôles très négligeables bien que s'étant exercées de façon très vigoureuse. En effet, d'une part, la zone du gisement la plus plissée et faillée (bordure Sud) contient les houilles les plus riches en matières volatiles et, d'autre part, l'un de nous a montré (1) que la schistosité qui résulte des poussées tangentielles peut affecter des houilles contenant les maxima des teneurs en matières volatiles observées dans le gisement comme les charbons les plus maigres.

Les phénomènes de *métamorphisme de contact* décrits par Fayol (2) et par Delesse (3) se sont révélés comme étant capables de modifier profondément la houille et de la transformer en anthracite, en coke ou même en graphite, mais seulement dans des zones très localisées.

Enfin, Stevenson a émis, dès 1877, une théorie qu'il a résumée et publiée seulement en 1893 (4). D'après lui, la différenciation des charbons résulterait de *l'épaisseur de la lame* d'eau qui recouvrait le dépôt organique dans la lagune houillère; épaisseur qui déterminait des actions chimiques ou biochimiques différentes. C'est cette idée qui a été reprise par Marcel Bertrand (5) dans son enseignement, par MM. X. Stainier (6) et P. Gény (7)

(1) A. DUPARQUE. — La schistosité de la houille. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LII, p. 225 à 260, pl. A à C et pl. IV, Lille, 1927.

(2) HENRY FAYOL. — Etudes sur le terrain houiller de Commeny. Lithologie et stratigraphie. St-Etienne, 1887.

(3) DELESSE. — Etudes sur le métamorphisme des roches. *Mém. Acad. des Sciences*, XVII, p. 127 à 220, 1862.

(4) J. STEVENSON. — *Bull. Soc. géologique d'Amérique*, volume V, p. 39-70.

(5) P. TERMIER. — Marcel Bertrand (1847-1897). *Ann. des Mines*, 4^e livr. de 1898, p. 44.

(6) X. STAINIER. — Des rapports entre la composition des charbons et leurs conditions de gisement. *Ann. des Mines de Belgique*, t. V, 1900.

(7) P. GÉNY. — Etude sur la distribution des teneurs en matières volatiles dans les veines de la concession de Courrières. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XL p. 147 à 155, pl. III à V, Lille, 1911.

et qui se retrouve à la base de la théorie de H. Potonié (1).

Certains auteurs, notamment M. Ch. Barrois, ont fait intervenir à côté de ces actions modificatrices secondaires l'influence d'une certaine différenciation des dépôts initiaux (2).

A l'inverse des théories précédentes, qui admettent toutes *l'influence unique ou au moins l'influence prépondérante* des actions secondaires postérieures au dépôt dans la différenciation des roches combustibles, certains auteurs ont admis, au contraire, l'existence d'une *différence originelle* des dépôts initiaux. Telles sont les opinions de A. Strahan et W. Pollard (3) et de E. A. Newell Arber (4). Ce dernier estimait, en particulier, qu'il y avait lieu de distinguer trois types de dépôts correspondant respectivement aux Cannel-Coals (charbons sapropéliens), aux houilles proprement dites (charbons humiques) et aux anthracites en déclarant toutefois qu'il lui était impossible de caractériser ces derniers dépôts.

Toutes ces théories avaient, aux époques où elles ont été énoncées, un caractère commun, celui de ne pouvoir faire état de la structure microscopique des houilles proprement dites et des anthracites alors à peu près inconnue, les quelques connaissances acquises à ce moment manquant complètement de généralité.

Dans ces dernières années, les progrès réalisés dans les études pétrographiques des houilles ont permis un cer-

(1) H. POTONIÉ. — *Entstehung der Steinkohle*. Imp. Borntraeger, Berlin, 1905.

(2) CHARLES BARROIS. — Observations sur les variations de composition du charbon de certaines veines d'Aniche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XL, p. 177 à 186, Lille, 1911.

(3) A. STRAHAN et W. POLLARD. — The Coals of S. Wales. *Mém. Geol. Survey of England and Wales*, 1908, p. 73, Londres, 1908.

(4) E. A. N. ARBER. — *The Natural history of Coal*, Cambridge, 1912.

tain nombre d'études où des opinions très diverses ont été émises sur l'origine des anthracites.

Dans un premier développement nous passerons rapidement en revue les principales de ces études qui ont abouti à des conclusions très différentes et même diamétralement opposées. Dans un deuxième développement nous exposerons les résultats de nos récentes recherches qui permettent de vérifier, de confirmer et d'infirmer les travaux antérieurs.

II.- Théories récentes sur l'origine des anthracites

Nous ne passerons ici en revue que les mémoires qui ont parlé de l'origine des anthracites *en se basant sur des observations pétrographiques*. Les recherches et les théories purement chimiques qui ont abouti à de véritables synthèses d'anthracite, très intéressantes en elles-mêmes, permettant seulement d'affirmer que *les choses ont pu se passer de la façon dont elles procèdent*, mais n'apportant aucun argument en faveur de la thèse *qu'elles se sont bien réellement développées dans la nature* de la manière indiquée.

1° — RECHERCHES DE CLARENCE A. SEYLER.

Clarence A. Seyler est le premier auteur qui ait obtenu des résultats satisfaisants, grâce à la méthode de *polissage* et d'*attaque* préconisée par H. Winter (1), pour la préparation de surfaces de houille destinées à l'examen métallographique.

Dans une première note (2) Seyler a étudié différents échantillons d'anthracites polis puis attaqués par la

(1) H. WINTER. — Die mikroskopische Untersuchung des Kohle im auffallenden Licht. *Glückauf*, vol. 49, p. 1406, Essen, 1913.

(2) Clarence A. SEYLER. — The microstructure and banded Constituents of Anthracite. *Fuel in Science and Practice*, volume II, n° 7, p. 217 à 218, 2 planches, Londres, 1923.

liqueur de Schulze (solution concentrée de chlorate de potasse dans l'acide azotique). La structure invisible après simple polissage *apparaît seulement après attaque*. Les résultats généraux sont les suivants :

a. — *Un seul échantillon d'anhracite*, dont l'origine est incertaine puisqu'il provient d'un échantillon d'aspect très particulier prélevé dans une cargaison d'anhracite originaire du Pays de Galles (1), a permis à Seyler de *figurer un anhracite contenant des macrospores*. Les figures 1 à 4 de la planche I mettent bien en évidence la présence de ces corps figurés, mais démontrent en même temps *l'effet très néfaste de l'attaque* qui dépolit l'échantillon où on ne peut plus observer que les débris végétaux de grande taille.

b. — Dans tous les autres échantillons d'anhracite, Seyler n'a pu observer qu'un seul lit de houille mate (Durain), *d'un dixième de pouce d'épaisseur*, contenant des spores déterminables.

c. — Si l'on excepte les deux cas précédents, qui doivent être considérés comme *exceptionnels*, tous les échantillons d'anhracites étudiés de provenance certaine sont constitués en majeure partie par de la *houille amorphe* (Vitrain) contenant des *débris de tissus ligneux* à tous les stades de décomposition (Pl. II, fig. 7 à 10).

d. — Que les lits de *houille amorphe* (Vitrain) *se révèlent après attaque comme étant totalement dépourvus de structure*. La comparaison des figures 8 et 9 de la planche II du Mémoire de Seyler montre clairement ce caractère.

(1) A ce sujet, SEYLER (*op. cit.*) s'exprime de la façon suivante: « In may of this year I received from Messrs. Cleaves and Co a piece of dull coal picked from a cargo of Welsh anhracite on account of its peculiar dull appearance. I have not yet been able to trace the Colliery from which it came..... » Comme on le voit, il s'agit d'un échantillon unique d'apparence toute différente, trouvé au milieu d'anhracites typiques de provenance inconnue.

e. — L'attaque met mieux en évidence la structure des tissus ligneux visible, néanmoins, par simple polissage (comparer également les figures 8 et 9 de Seyler).

Dans ces conditions, les conclusions générales qui s'imposaient, et que l'auteur n'a pas cru devoir formuler en ce qui concerne les deux premières, sont les suivantes :

a — Les lits de *houille mate* (Durain) contenant des spores sont très rares dans les anthracites étudiés.

β — Les anthracites du Pays de Galles examinés sont surtout formés de lits de *houille brillante* (h.) amorphe ou Vitrain) et de *débris de tissus ligneux* (1).

γ — Les *lits de houille brillante* (Vitrain) des anthracites se révèlent sans structure après l'attaque à la liqueur de Schulze.

δ — Au contraire, les *lits mats* (Durain) de l'anthracite se différencieraient de ceux des bituminous-coals (houilles à hautes teneurs en matières volatiles, M. V. > 26 %) par le fait qu'ils ne révéleraient aucune structure après simple polissage; cette structure n'apparaissant qu'après attaque (2).

La deuxième note (3) de Seyler ne fait que confirmer

(1) Ces deux conclusions que Seyler n'a pas cru devoir donner sont à notre avis *beaucoup plus importantes* que celles formulées par l'auteur qui ne visent que la comparaison des constituants macroscopiques (Fusain, Durain, Clarain, Vitrain) des « bituminous coals » et des anthracites.

Comme on le verra plus loin, ces deux conclusions de portée générale sont celles de l'un de nous, qui a étudié de nombreux échantillons des différents types de houille de toutes catégories.

(2) A ce sujet, Seyler s'exprime de la façon suivante (*op. cit.*, p. 217) : « When cut at right angles to the bedding plane and polished, the surface showed *no marked differentiation or structure*, but on etching with hot somewhat dilute, Schulze's solution it was resolved into bright bands with the polish hardly impaired, interstratified with dull coal — et précédemment : « *Under this treatment (Méthode de Winter) the microstructure was revealed with surprising beauty.* »

(3) Clarence A. SEYLER. — The microstructure of coal. *Fuel*, vol. IV, n° 2, p. 56 à 66. 5 planches, Londres, 1925.

les résultats généraux de la première, en particulier *l'extrême rareté* des lits contenant des spores et *la présence presque exclusive* comme corps figurés de *tissus ligneux* dans tous les anthracites étudiés. Le fait que les *trente figures* qui accompagnent cette note *représentent uniquement des tissus ligneux* met bien en évidence ce dernier caractère. Dans ce mémoire l'auteur préconise l'emploi du *mélange d'acide sulfurique et d'acide chromique* de préférence à la liqueur de Schulze pour l'attaque des surfaces polies d'anthracite et de houille.

En résumé, on est redevable à C. A. Seyler de deux bonnes monographies sur la structure des anthracites anglais. N'ayant pu aborder, comme il le déclare expressément, l'étude des semi-bituminous coals (coking coal = houille à coke) (1), cet auteur s'est sagement borné à signaler les analogies et les différences entre les « *bituminous coals* » et les « *anthracites* » sans aller jusqu'à affirmer leur origine commune.

2° — RECHERCHES DE TURNER ET RANDALL.

Les anthracites américains ont été étudiés dans un mémoire commun de Turner et Randall (2), puis dans deux notes publiées par Turner (3).

Turner et Randall ont également examiné les anthra-

(1) A ce point de vue Seyler dit en substance: (*Fuel*, vol. II, n° 7, p. 218) : « The transition from bituminous coal through semi-bituminous and carbonaceous coals *requires systematic investigation*. All this coals are amenable to Winter's method of examination *when certain difficulties due to their friability have been overcome*.

(2) Homer G. TURNER et H. R. RANDALL. — A preliminary report on the microscopy of anthracite coal. *Journal of Geology*, vol. XXXI, Nr 4, p. 306 à 313, 11 figures, Chicago, 1923.

(3) Homer G. TURNER. — Microscopical Structure of Anthracite. *Trans. A. I. M. E.*, 1925, 71, p. 127 à 148.

Homer G. TURNER. — Constitution and nature of Pennsylvania Anthracite with comparisons to bituminous coal. *Ann. Chem. Society*, Columbus meeting, avril 1929.

cites en lumière réfléchie (examen métallographique), les préparations étant obtenues par un procédé spécial. Les échantillons *polis* et *chauffés* à 220° pendant une heure ont été *soumis à l'action de la flamme d'un chalumeau*, l'attaque étant ainsi réalisée par l'action d'une flamme très chaude. Cette méthode n'est en réalité qu'une variante de celle des *incinérations* employée par von Gumbel (1) et utilisée en Allemagne sous le nom de « *Veraschung* ». Elle consiste à faire naître à la surface des échantillons polis un *film de cendres*.

Nous analyserons ici la première note de Turner et Randall et la dernière note de Turner qui résume les deux premières.

La note commune de Turner et Randall contient des erreurs de détermination très graves qui faussent complètement la signification de cette étude. La figure 1 (2) représente, d'après ces auteurs, des *exines de spores en section verticale*. Or, il résulte des observations faites par l'un de nous que les corps arrondis et globuleux en section verticale déterminés comme spores par Turner et Randall sont en réalité des *corps résineux* (3). Cette erreur très grave a malheureusement été reproduite dans des ouvrages classiques (4).

(1) VON GUMBEL. — Beiträge zur Kenntnis der Texturverhältnisse der Mineralkohle. *Sitzungs-Bericht d. Bayr. Akad. d. Wiss.*, Munich, 1883, p. 111.

(2) *Journal of Geology*, XXXI, N. 4, p. 310.

(3) La preuve de cette interprétation erronée est donnée dans le mémoire suivant :

A. DUPARQUE. — *Mém. Soc. géol. Nord*, t. XI (en cours de publication).

(4) Voir en particulier :

WILLIAM TWENHOFEL. — *Treatise on sedimentation*, fig. 21. et :

W. T. THOM. — *Petroleum and Coal. The Keys to the future*. Princeton University Press, 1929.

Dans le *Traité* de Twenhofel, David WHITE qui avait reconnu l'impossibilité de déterminer *comme spores en section verticale* les pseudo spores de Turner et Randall, a cru devoir modifier la légende de la figure originale de ces auteurs et considérer la section comme *parallèle* au plan de stratification (section horizontale).

La figure 2 de Turner et Randall montre une structure rappelant vaguement l'allure de certaines spores, mais qu'il est impossible de déterminer comme telles lorsqu'on les compare aux nombreuses microphotographies de spores qui ont été publiées par l'un de nous.

Ces interprétations erronées étant écartées, la première note de Turner et Randall *ne met plus en évidence dans les anthracites américains, que des structures ligneuses et quelques corps résineux.*

La dernière note de Turner (1) contient des figures d'intérêts très différents. Les photographies de fragments de houille (fig. 1 à 9) ne montrent que bien imparfaitement l'aspect macroscopique des anthracites américains dont nous avons étudié une série parallèle. Les microphotographies de lames minces (fig. 16 et 26) ne représentent aucune structure susceptible de permettre une détermination vraiment scientifique. Seules les microphotographies de surfaces polies et attaquées à la flamme (fig. 10 à 14 et 17 à 25) mettent en évidence de belles structures *surtout de tissus ligneux* (fig. 20 à 25).

Une seule figure (fig. 18) montre des corps figurés que l'on peut attribuer avec quelque vraisemblance à des spores.

On doit aussi regretter que l'auteur n'ait pas donné pour chaque figure son origine exacte, le terme vague d'anthracite étant seul utilisé. Cette précision eut pu nous servir pour comparer certains échantillons aux nôtres qui ont la même provenance. De même, l'indication de la direction de chaque section par rapport au plan de stratification eût été très utile à connaître.

En dernière analyse, le nombre et l'imprécision des faits observés ne sont pas suffisants pour justifier la conclusion très générale de Turner: que *les anthracites pennsylvaniens et les houilles à hautes teneurs en matières*

(1) *Am. Chem. Society*, loc. cit.

volatiles sont à peu près exactement identiques au point de vue morphologique (1). Les figures publiées par l'auteur et leur comparaison avec les figures de Thiessen (2) ou de Jeffrey (3), représentant des bituminous coals, ne justifient pas une conclusion aussi générale formulée d'une façon très précise en apparence, mais en réalité fort vague.

En résumé, la seule conclusion positive que l'on puisse tirer des recherches de Turner et Randall est l'abondance relative des tissus ligneux dans les anthracites pennsylvaniens. Les indications concernant les lits mats (Duller laminae = Attritus = Durain) contenant éventuellement des spores sont trop imprécises pour permettre aucune conclusion d'ordre général.

3° — RECHERCHES DE E. C. JEFFREY.

Jeffrey a étudié les combustibles américains, surtout les « bituminous coals » paléozoïques et des charbons plus récents, par une méthode assez compliquée dont le principe est le suivant: Les échantillons à étudier sont ramollis par l'action prolongée de réactifs tels que la liqueur de Schulze, l'eau régale, etc..., puis détaillés en tranches minces à l'aide du microtome couramment employé en biologie et en zoologie. Les coupes obtenues, de très petite taille, sont montées entre lames et lamelles et étudiées par transparence au microscope ordinaire.

Dans une note où il étudie et figure surtout les bituminous coals américains (4), Jeffrey a émis quelques con-

(1) Turner dit en substance: Pennsylvania anthracite and high-rank bituminous coals are almost exactly alike in morphological constitution.

(2) Reinhart THIESSEN. — Compilation and composition of bituminous coals. *Journal of Geology*, vol. 28, n° 3, p. 183 Chicago, 1920.

(3) E. C. JEFFREY. — The origin and organization of coal. *Mem. Am. Acad. Arts and Sciences*, vol. XV, n° 1, 1924.

(4) E. C. JEFFREY. — *Op. cit.*

clusions sur les anthracites et les houilles à coke, conclusions que nous rappellerons brièvement.

a. — Les *houilles à hautes teneurs en matières volatiles* (bituminous coals) sont surtout formées de spores et de débris végétaux.

b. — Les *houilles à coke* (semi-bituminous ou coking coals) ont surtout une origine ligneuse.

c. — Les *anthracites* représentent seulement un état d'amaigrissement secondaire des *bituminous coals* et se seraient formés exactement dans les mêmes conditions.

D'après ces conclusions, Jeffrey semble admettre une différenciation, dès l'origine, pour les houilles à coke et une différenciation secondaire à partir de dépôts analogues pour les houilles riches en matières volatiles (bituminous coals) et les anthracites.

4° — RECHERCHES DE ANDRÉ DUPARQUE.

Ces recherches poursuivies par l'un de nous ont eu pour point de départ la mise au point, il y a plus de six années (1923-24), d'une méthode de préparation des surfaces de houille destinées à l'examen métallographique *par simple polissage*, procédé éliminant toute attaque de quelque nature qu'elle soit.

Cette méthode signalée pour la première fois en 1925 (1) a donné des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusqu'ici par toutes les autres méthodes employées dans l'étude des houilles et a permis la publication de plus de trente mémoires originaux sur la structure microscopique des houilles françaises et étrangères (2).

(1) ANDRÉ DUPARQUE. — La structure microscopique des charbons de terre. Les quatre constituants de la houille du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. L, p. 56 à 79, pl. II à V, Lille, 1925.

Consulter en particulier les pages 57 à 59, § II.

(2) La plupart des notes et mémoires publiés par A. Du-

Ces recherches diffèrent des précédentes à plusieurs points de vue.

a. — Pour la première fois elles ont porté non pas sur un nombre d'échantillons de houille très limité, mais sur une grande quantité d'échantillons représentant pratiquement la *presque totalité des veines de houille exploitées dans un bassin houiller* assez vaste pour contenir *tous les types de houille connus* (1).

b. — La méthode employée a permis pour la première fois, l'étude *de nombreuses houilles à coke* que seul Jeffrey semble avoir abordée assez superficiellement (2).

c. — Les couches de houille étudiées ont été examinées, dans la plupart des cas, dans toute leur épaisseur et en de nombreux points soigneusement repérés dans le gisement.

Au point de vue spécial qui nous intéresse dans la présente note, ces recherches ont abouti aux résultats généraux suivants qui ont fait l'objet d'une note récente présentée à l'Académie des Sciences (3).

a. — *Toutes les houilles à hautes teneurs en matières volatiles* étudiées (bituminous coals) (M. V. > 26 %) sont des *charbons de spores* ou des *charbons de cuticules* et méritent le qualificatif de *houilles de cutine*.

parque figurent dans la bibliographie qui accompagne l'ouvrage suivant : Les caractères généraux de la structure microscopique des charbons. *C. R. du 61^e Congrès des Sociétés Savantes*. Section des Sciences (Lille, 1928).

(1) Nous verrons plus loin que les houilles maigres et les houilles anthraciteuses du Nord de la France ne diffèrent pas *lithologiquement* de certains anthracites américains dont ils ne peuvent être distingués à ce point de vue.

(2) Le mémoire de Jeffrey cité précédemment ne contient qu'une seule figure de houille à coke.

(3) A. DUPARQUE. — Les causes de la différenciation des charbons. *C. R. Acad. des Sciences*. t. 190, p. 1200, séance du 19 mai 1930.

β — Toutes les houilles à teneurs moyennes en matières volatiles étudiées (houilles à coke = coking ou semi-bituminous coals) ($18\% < M. V. < 26\%$) sont caractérisées par l'abondance de la houille amorphe (pâte) et de corps figurés presque exclusivement ligneux et sont des combustibles ligno-cellulosiques.

γ — Les houilles à faibles teneurs en matières volatiles (houilles maigres ou anthraciteuses) ($M. V. < 18\%$) étudiées qui, comme nous le verrons, sont les équivalents lithologiques des anthracites vrais, peuvent se ranger dans deux catégories bien distinctes :

1° La plupart de ces houilles sont des charbons ligno-cellulosiques gélifiés caractérisés par la prédominance de la houille amorphe (pâte) et par la présence exclusive de corps figurés lignifiés (bois, selérenchyme) souvent fort rares et très altérés.

2° Très rarement, puisque ce fait n'a pu être observé qu'une fois dans la concession de Bruay, les houilles anthraciteuses du Nord de la France dérivent de dépôts riches en cutine, analogues à ceux qui ont donné les houilles à hautes teneurs en matières volatiles.

En résumé, ces recherches conduisent donc à la notion de la dualité d'origine des anthracites ou des houilles anthraciteuses qui, suivant les cas, peuvent dériver de dépôts riches en cutine ou de dépôts riches en lignine. Elles montrent en outre que les houilles d'origine ligneuse ne contiennent jamais des teneurs en matières volatiles de beaucoup supérieures à 26 %.

5° — RECHERCHES DE ERICH STACH.

Erich Stach (1) a utilisé plus récemment (1927) une méthode de préparation de surfaces polies sans attaques

(1) ERICH STACH. — Der Kohlenreliefschliff, ein neues Hilfsmittel für die angewandte Kohlenpetrographie. *Preuss. Geol. Landesanstalt*, 1927, H. 2, p. 75 à 94, 10 planches, Berlin, 1927.

analogue sinon identique à celle employée par l'un de nous antérieurement à 1925.

Dans un mémoire qui est surtout un travail de vulgarisation, Stach (1) a publié une seule figure d'anhracite. Cette figure (Abb, 44, p. 129), qui montre un relief trop accusé, est comparable à celle publiée par l'un de nous et représentant des anhracites du Nord de la France (2).

L'anhracite de Basse-Silésie figuré par Stach est une houille ligno-cellulosique gélifiée, en tous points comparable, quant à la structure lithologique, aux houilles anhraciteuses du Nord de la France.

Bien que n'apportant aucune observation nouvelle sur cette question, Stach admet, néanmoins, que les anhracites ont la même origine que les houilles à hautes teneurs en matières volatiles ; ces deux types de combustibles représentant différents stades d'évolution de dépôts primitivement semblables.

6° — RECHERCHES DE M. LEGRAYE.

M. Legraye a publié quelques brèves études sur la structure microscopique de houilles et d'anhracites (3). Dans une de ces notes (4), M. Legraye conclut : « Les anhracites ne sont pas des combustibles ayant une origine différente des autres combustibles ; seul leur stade d'évolution est plus avancé... » et semble par conséquent faire sienne une opinion bien antérieurement

(1) ERICH STACH. — *Kohlenpetrographisches Praktikum. Praktika*, Bd 14, Imp. Borntraeger, Berlin, 1928.

(2) Comparer en particulier avec les figures suivantes :

A. DUPARQUE. — *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LII, pl. IV, fig. 9, Lille, 1927.

A. DUPARQUE. — *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, tome XXVIII, pl. XXX, fig. 4.

(3) M. LEGRAYE. — *Ann. de la Soc. Géologique de Belgique* (Liège). Bulletin, t. 50 (1926-27), n° 7, p. B 205 à 207 ; t. 51 (1927-28), n° 14, p. B 145 à 147 ; t. 53 (1929-30), p. B 71 à 75 et p. B 76 à 77.

(4) M. LEGRAYE. — *Op. cit.*, t. 53, p. B 75.

exprimée et la baser sur des résultats d'observations nouvelles.

En réalité, les faits invoqués par M. Legraye à propos de charbons belges ou étrangers ne l'autorisent nullement à affirmer (1) « *que tous les combustibles dérivent les uns des autres et qu'il existe des tourbes aux charbons anthraciteux un passage progressif résultant d'une évolution continue sous l'action de divers agents de l'évolution principalement de la pression et de la température résultant de la profondeur* » (2). C'est là, à notre avis, poser un problème et non le résoudre.

En résumé, des recherches lithologiques récentes concernant les anthracites, il ressort que les opinions divergentes suivantes ont été émises.

a. — *La plupart des auteurs* (Turner, Jeffrey, Stach et Legraye) admettent que tous les anthracites étaient à l'origine identiques aux houilles à hautes teneurs en matières volatiles (bituminous coals) et que la différenciation de ces deux types de charbon résulte d'actions secondaires.

La plupart de ces auteurs n'ont pas étudié, faute de méthode d'investigation appropriée, le terme intermédiaire constitué par les houilles à coke.

Seul Jeffrey admet une origine différente, essentiellement ligneuse, pour les houilles à coke (coking ou semi bituminous coals).

(1) M. LEGRAYE. — *Op. cit.*, t. 53, p. B 73.

(2) M. Legraye invoque à l'appui de sa thèse le fait que les anthracites très évolués tels que ceux de Pensylvanie (Amérique) et de la Mure (Isère France) ne révéleraient leur structure qu'après attaque au mélange d'acide sulfurique et d'acide chromique *et se montreraient alors identiques aux houilles proprement dites*.

On verra ci-dessous :

1° Que les anthracites pennsylvaniens révèlent leur structure par simple polissage.

2° Que le terme *houilles proprement dites* est beaucoup trop vague car ces houilles comprennent deux types bien distincts aux points de vue lithologique et chimique.

b. — *L'un de nous* (A. Duparque) admet, au contraire, que dans le Bassin houiller du Nord de la France les dépôts initiaux étaient différents dès l'origine, que la plupart des anthracites se sont surtout différenciés à partir de dépôts ligno-cellulosiques, mais que certains peuvent dériver de dépôts riches en cutine analogues à ceux qui ont donné naissance aux houilles à hautes teneurs en matières volatiles (bituminous coals).

A l'inverse des opinions précédentes, cette théorie est basée sur une étude approfondie des houilles à coke (semi-bituminous coals) qui se révèlent presque toujours comme étant différentes des houilles à hautes teneurs en matières volatiles (bituminous coals).

c. — Enfin, C. A. Seyler n'a pas émis de conclusions positives, mais semble bien avoir apporté des arguments en faveur de l'origine ligneuse de la plupart des anthracites et par conséquent en faveur de la deuxième opinion émise par A. Duparque.

III. - Remarques sur la préparation de surfaces polies d'Anthracites américains et sur leur structure microscopique

Dans le développement précédent l'on a vu que l'on a souvent affirmé (Seyler, Turner, Legraye) que les anthracites différaient des autres charbons ou houilles proprement dites par le fait que leur structure microscopique ne peut être mise en évidence par simple polissage des échantillons destinés à l'examen métallographique et ne se révélerait qu'après une attaque appropriée.

Cette opinion se trouve complètement infirmée par nos récentes recherches qui ont été poursuivies en commun sur des anthracites américains originaires de Pensylvanie quasi analogues, sinon identiques, à ceux qui ont servi de matériaux d'étude à certains des partisans de la thèse opposée (Turner, Legraye).

Les échantillons étudiés proviennent des couches d'an-thracite pensylvanien suivantes :

1° *Buck Mountain bed.* — Olyphant Colliery, Carbon-dale District, Pa.

2° *Buck Mountain bed.* — Richard Colliery (West Mahanoy District. (Pa)).

3° *Top split of Mammouth bed.* — Glendower Colliery, West Schuylkill District, Pa.

4° *Mammouth bed.* — Olyphant Colliery, Carbondale District, Pa.

5° *Primrose bed.* — Little Colliery, West Schuylkill District, Pa.

Tous ces échantillons d'an-thracites ont été *simplement polis* par une méthode récemment mise au point par l'un de nous (A. Duparque) pour la préparation des charbons durs.

Dans ces conditions, nous avons pu observer :

a. — Que certains anthracites (Buck Mountain) révè-laient par *simple polissage* des structures microscopiques beaucoup plus belles et plus nettes que toutes celles qui ont été mises en évidence jusqu'ici comme le montrent les figures 1 à 5 (Pl. VIII) et 6 (Pl. IX) lorsqu'on les com-pare aux microphotographies obtenues après attaque par Seyler, Turner et Legraye.

b. — Que d'autres anthracites américains plus nom-breux que les précédents (Top split of Mammouth, Mam-mouth bed, Primrose bed) ne révèlent dans les mêmes conditions que des structures très différentes, en tous points comparables à celles observées par l'un de nous (Duparque) dans les houilles anthraciteuses du Nord de la France.

Ces anthracites visibles sur les figures 7, 8 et 9 (Pl. IX) sont formés par une pâte abondante (houille amorphe = Vitrain) contenant surtout des corps figurés d'origine ligneuse et quelques corps résineux.

e. — La qualité des microphotographies obtenues à l'aide d'échantillons simplement polis, la finesse des détails observés dépassent de beaucoup celles des figures publiées à partir d'échantillons attaqués. La comparaison des figures 1 à 9 des planches VIII et IX avec les figures de Seyler, Turner et Legraye démontre clairement l'exactitude de cette affirmation.

On peut donc considérer comme démontré aujourd'hui que dans les *anthracites vrais* tels que les anthracites Pennsylvaniens, la méthode de simple polissage préconisée par l'un de nous dès 1925 *donne des résultats bien supérieurs à ceux obtenus par les différents procédés d'attaque employés jusqu'ici.*

La structure des anthracites peut donc toujours être mise en évidence par simple polissage et l'attaque n'apparaît plus que comme un moyen de remédier à la défec-tuosité des méthodes de polissage utilisées.

La méthode de polissage employée nous a permis, en outre, de distinguer parmi les anthracites américains étudiés deux types de structures microscopiques très différentes représentés par les figures des planches VIII et IX.

Un *premier type de structure* plus fréquent que le deuxième est visible sur les figures 7 à 9 de la planche IX. Ce type est identique à celui observé constamment par l'un de nous parmi les houilles anthraciteuses du Nord de la France et de la Belgique. Il est caractérisé par la prédominance de la substance amorphe ou *pâte* et l'existence de *corps figurés lignifiés* (bois, sclérenchyme) souvent fortement altérés et gélifiés, parfois transformés en houille mate, fibreuse (Fusain). Seuls quelques corps résineux peuvent être observés assez rarement parmi les constituants microscopiques. Ces anthracites, comme la presque totalité des houilles anthraciteuses françaises, méritent donc bien d'être rangés dans la classe des *houilles ligno-cellulosiques gélifiées* et dérivent de dépôts primitivement analogues à ceux qui ont donné

naissance aux houilles à coke, mais complètement différents de ceux à partir desquels se sont individualisées les houilles à hautes teneurs en matières volatiles (bituminous coals = houilles de cutine).

Le deuxième type de structure des anthracites américains est représenté par les figures 1 à 5 (Pl. VIII) et 6 (Pl. IX). Il diffère de toutes les structures observées jusqu'ici par l'un de nous parmi les houilles existant dans des gisements de charbons maigres.

Par l'abondance des lits mats riches en débris végétaux (Durain), ces anthracites rappellent l'aspect de certains charbons de cutine constitués comme eux par des alternances de lits de houille brillante (pâte pure = Vitrain), de lits de *houille mate* (Durain) et de lits de *houille semi-brillante* (Clarain). Cette similitude s'observe aussi bien en section verticale (fig. 1, Pl. VIII) qu'en section horizontale (fig. 5, Pl. VIII).

La fréquence des *corps résineux* bien visibles sur les figures 2 et 4 (Pl. VIII) et 5 (Pl. IX) rapproche également ces combustibles pauvres en matières volatiles des houilles du Nord de la France riches en matières volatiles où ces corps figurés sont beaucoup plus abondants que dans les autres types de houille.

L'aspect des *tissus ligneux* généralement gélifiés (fig. 2 et 3, Pl. VIII) est un autre caractère qui confirme les deux précédents et souligne la grande analogie qui existe entre ces anthracites et les houilles à hautes teneurs en matières volatiles du Bassin franco-belge.

Par contre, *l'absence totale de spores* (macrospores et microspores) et de *cuticules* déterminables dans les lits de houilles mates (Durain) et semi-brillantes (Clarain) de ces anthracites ne permet pas de pousser plus loin la comparaison. Dans ces combustibles très'évolués, ces lits sont constitués par des granules d'un gris plus ou moins foncé, enrobés en nombre plus ou moins grand dans une pâte amorphe colloïdale formant parfois des lits ou de

minces filets que l'on pourrait prendre, à première vue, pour des macrospores (fig. 4, S) ou des cuticules (fig. 1, P). Une observation attentive montre qu'il s'agit là de *pseudo-structures* résultant de l'arrangement des filets de pâte pure et des granules grisâtres.

La preuve positive (présence de spores et de cuticules) fait donc complètement défaut pour permettre d'affirmer que ces anthracites dérivent de dépôts riches en cutine, analogues à ceux qui ont donné naissance aux houilles à hautes teneurs en matières volatiles. Néanmoins, les analogies citées plus haut nous paraissent suffisantes pour envisager cette éventualité comme très vraisemblable, et pour admettre, jusqu'à preuve du contraire, cette identité d'origine.

Enfin, au point de vue macroscopique, nos observations nous conduisent à affirmer que l'allure stratifiée des anthracites est toujours très nette même lorsque ces combustibles sont constitués surtout par de la houille brillante amorphe (Vitrain). Cette stratification peut bien être masquée par le développement d'une cassure conchoïdale, mais est toujours bien visible sur les cassures irrégulières.

CONCLUSIONS

Des observations précédentes on peut tirer les conclusions générales suivantes :

1° — Conformément à l'opinion toujours soutenue par l'un de nous (Duparque), mais contrairement aux idées généralement admises (Seyler, Turner, Legraye), *les anthracites vrais révèlent leur structure par simple polissage*. Les insuccès qui ont obligé la plupart des auteurs à recourir à des procédés d'attaques doivent être attribués à la déféctuosité des méthodes de polissage employées qui ne permettaient pas d'éliminer des stries masquant toute la structure de ces combustibles très durs.

2° — Les préparations obtenues par *simple polissage* montrent des structures beaucoup plus belles et beaucoup

plus fines que celles obtenues par polissage et attaque. En ce qui concerne les anthracites, la méthode de simple polissage qui a été préconisée par l'un de nous en 1925, se révèle donc comme nettement supérieure à toutes celles employées jusqu'ici. A ce point de vue, les anthracites et les houilles proprement dites ne peuvent donc plus être distingués comme le faisaient la plupart des lithologistes qui les ont étudiés.

3° — Cette étude nous a permis de distinguer parmi les anthracites américains deux types de structures correspondant aux deux types de dépôts distingués également par l'un de nous dans le Bassin houiller du Nord de la France. *La plupart des anthracites sont des houilles ligno-cellulosiques*, mais certains d'entre eux paraissent dériver, selon toute vraisemblance, de dépôts riches en cutine, et doivent être classés par conséquent parmi les *charbons de cutine*.

4° — *L'identité de structure microscopique* entre certains anthracites vrais et les houilles anthraciteuses du Nord de la France est frappante et quasi absolue. *Au point de vue lithologique*, la distinction entre les anthracites vrais et les semi-anthracites (houilles anthraciteuses et houilles maigres) ne devrait donc plus être maintenue. Seules les différences de composition chimique justifient encore leur distinction.

5° — Ces recherches viennent, de plus, confirmer ce qui a été dit antérieurement par l'un de nous sur l'origine et les causes de la différenciation des divers types de houille qui s'échelonnent entre les houilles flam-bantes (M. V. > 40 %) et les anthracites (M. V. < 10 %). Ces affirmations trouvent, d'autre part, des confirmations au moins partielles dans les résultats généraux des recherches de Seyler et de Jeffrey.

6° — Il est donc prouvé aujourd'hui que les anthracites et les houilles anthraciteuses peuvent provenir indifféremment des deux types de dépôts initiaux qui ont

donné normalement naissance dans le Nord de la France aux charbons à hautes teneurs en matières volatiles (houilles de cutine) et aux charbons à teneurs moyennes en matières volatiles (houilles ligno-cellulosiques ou h. à coke), ce qui implique forcément un *amaigrissement* surtout considérable dans le premier cas. Quant aux causes qui ont provoqué cet amaigrissement il est infiniment probable qu'elles ont varié considérablement suivant les bassins houillers et même suivant les régions d'un même bassin houiller (1). Il ne saurait être question d'aborder leur étude, qui soulève de nombreux problèmes, dans cette courte monographie qui avait surtout pour but de comparer les valeurs respectives des différentes méthodes employées actuellement pour la préparation des surfaces polies de charbons destinés à l'examen métallographique.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche VIII

ANTHRACITES DE LA COUCHE BUCK-MOUNTAIN.

Les différentes figures de cette planche représentent des anthracites de la couche *Buck-Mountain* provenant de l'*Olyphant Colliery* (Carbondale District, Pensylvanie).

FIGURE 1. — Section verticale (perpendiculaire au plan de stratification) montrant la structure stratifiée de l'anthracite formé par la superposition de lits de *houille brillante* (Vitrain) (Hb, Hb 1, Hb 2, Hb 3), de *houille mate* (Durain) (Hm) et de *houille semi-brillante* (Clarain) (Hs).

Les lits de houille brillante Hb 1, Hb 2 et Hb 3 ne sont séparés que par de très minces filets de houille semi-brillante qui se réunissent dans la partie droite de la figure où le lit Hb 3 se termine en pointe.

(1) Quant au Bassin houiller du Nord, un essai d'explication de ces causes a été tenté récemment par l'un de nous. Voir :

A. DUPARQUE. — Rapports entre les propriétés industrielles des houilles et les compositions chimiques des substances végétales dont elles dérivent. *C. R. du Congrès international des Mines, de la Métall. et de la Géol. appliquée*. Liège, 1930. (Mémoire comprenant six planches in-quarto remis au Secrétariat du Congrès le 1^{er} mai 1930).

A. DUPARQUE. — *Op. cit.*, *C. R. Acad. Sciences*.

Le lit de houille semi-brillante Hs contient de nombreux filets de houille brillante ou pâte P dont l'arrangement au milieu des lits à structure granuleuse simule l'aspect des spores et des cuticules.

Grossissement: $\times 55$.

FIGURE 2. — Section verticale d'un lit de *houille mate* (Duraïn) contenant une lame ligneuse (Tl) et des corps résineux (R) étalés parallèlement au plan de stratification.

La *lame ligneuse* Tl affecte l'allure d'une masse lenticulaire dont une des extrémités amincies est visible dans la partie gauche de la figure. Ce tissu lignifié est fortement gélifié, mais montre encore nettement sa structure cellulaire.

Les *corps résineux* (R) ont des sections ovales et allongées parallèlement au plan de stratification.

Ces corps figurés reconnaissables sont enrobés dans une masse de menus débris végétaux apparaissant sous forme de *granules* gris foncé, indéterminables aux plus forts grossissements, et où l'on observe, çà et là, de *minces filets de houille brillante* rappelant l'allure de certaines cuticules.

Grossissement: $\times 55$.

FIGURE 3. — Section verticale montrant la superposition de *lames ligneuses* (Tl, Tl1) et de lits de *houille semi-brillante* (Hs).

Les *lames ligneuses* (Tl, Tl1) désarticulées, sont formées par des tissus morcelés et plus ou moins effondrés sur eux-mêmes, offrant un bel exemple de structure étoilée (bogenstruktur).

Le lit de *houille semi-brillante* (Hs) contient dans une pâte abondante des menus débris de bois.

Le lit de *houille semi-brillante* supérieur est constitué par la superposition de minces lits de *pâte amorphe* et de lits riches en *débris végétaux* indéterminables. Tous ces lits présentent une stratification oblique et sont surmontés par un lit de *houille brillante* amorphe (Vitrain) marqué P sur la figure.

Grossissement: $\times 250$.

FIGURE 4. — Section verticale d'un lit de *houille mate* (Duraïn) riche en corps résineux (R) et en filets de houille brillante imitant l'aspect des spores et des cuticules.

Les *corps résineux* (R) ont les mêmes formes que ceux de la figure 2 et présentent comme eux des dimensions très variables.

Les minces filets de *houille brillante* apparaissent sous l'aspect de bandes étroites (P) rappelant l'allure des cuticules. leur combinaison avec des lits riches en débris végétaux donne lieu à des figures rappelant par leurs formes celles des sections de macrospores surtout bien visibles en S, S1 et S2. Ces analogies n'existent que dans les sections verticales. L'examen de section horizontale montre que ces pseudo-spores et ces

pseudo-cuticules *correspondent à des îlots de pâte* à contours irréguliers tels que ceux marqués P sur la figure 5.

Cette section contient un débris de tissu ligneux (Tl) très altéré.

Grossissement: $\times 55$.

FIGURE 5. — Section horizontale (parallèle au plan de stratification) montrant l'allure irrégulière des contacts des lits de *houille brillante* (Hb) et de *houille mate* (Hm).

Tous les constituants macroscopiques des houilles et des anthracites autres que le Fusain (houille brillante = Vitrain; houille semi-brillante — Clarain; houille mate = Durain) forment, en réalité, des lits lenticulaires à stratification entrecroisée; ces lentilles pouvant présenter en sections horizontales des contours fort compliqués visibles sur la figure 5.

Cette figure montre la structure amorphe de la houille brillante (Hb) et la texture hétérogène de la houille mate (Hm) qui contient, surtout dans la partie inférieure de la figure, des plages de houille brillante (pâte pure) (P). Ces plages irrégulières correspondent aux filets brillants visibles sur les figures 1 à 3 et imitant sur la figure 4 les sections de macrospores de dimensions variables S, S1, S2.

Grossissement: $\times 55$.

CONCLUSIONS

L'anthracite de Buck-Mountain figuré sur cette planche ne contient aucune spore ni aucune cuticule déterminable. Les seuls corps figurés reconnaissables sont des tissus ligneux (bois, sclérenchyme) fortement gélifiés et des corps résineux abondants, caractères qui les rapprochent des houilles de cutine (charbons de spores et charbons de cuticules) du Nord de la France. Leur aspect général et, en particulier, la fréquence des débris végétaux dans certains lits (houille mate = Durain) est quasi identique à celle de ces mêmes houilles qui sont les équivalentes des bitumineux coals.

Cette structure générale est toute différente de celle des houilles ligno-cellulosiques qui ne comprennent dans le Nord de la France que des houilles à coke (semi-bitumineux coals et des anthracites).

A notre avis, cet anthracite provient de la modification d'un dépôt riche en cutine (spores, cuticules), analogue à ceux qui ont donné naissance aux houilles à hautes teneurs en matières volatiles (bitumineux coals), où la structure des spores et des cuticules a disparu au cours de son évolution.

La substance granuleuse gris foncé des lits de houille mate et semibrillante proviendrait de la transformation de lits riches en spores ou en cuticules.

Planche IX

ANTHRACITES DES COUCHES BUCK-MOUNTAIN ET DU MAMMOUTH.

FIGURE 6. — Section horizontale d'un anthracite de la couche *Buck-Mountain* provenant de la *Richard Colliery* (West Mahanoy District, Pensylvanie).

Cet anthracite est du même type que ceux représentés par les figures 1 à 5 de la planche précédente. La figure 6 montre un corps résineux pluri-cellulaire où seuls les contenus cellulaires riches en essences et en résines ont été fossilisés les membranes cellulaires cellulodiques ayant disparu.

Ce corps résineux est identique, aux dimensions près, à celui figuré par l'un de nous et contenu dans une houille grasse maréchale (bituminous coal) de la concession de Liévin (1).

La houille environnant ce corps résineux est constituée par une pâte peu abondante P tenant en suspension des granules gris foncé.

Grossissement: $\times 55$.

FIGURE 7. — Cette figure, comme la suivante, représente en section verticale l'anthracite de la couche du *Mammoth*. (Top split of Mammoth bed) de la *Glendower Colliery* (West Schuylkill District, Pensylvanie).

Cette section verticale montre une *lame ligneuse* (T1) fortement gélifiée, étalée parallèlement au plan de stratification dans la *houille brillante* (Vitrain) formée presque exclusivement de pâte amorphe (P). Cette pâte contient çà et là quelques lambeaux de tissus ligneux (T11) ou quelques vestiges de structure cellulaire (T12) que l'on peut désigner d'après Seyler par le terme de *structure fantôme* (ghostly structure).

La lame ligneuse (T1) présente à plus fort grossissement une structure étoilée (bogenstruktur) caractéristique.

Grossissement: $\times 55$.

FIGURE 8. — Section verticale d'un échantillon d'anthracite de même provenance que celui représenté par la figure précédente. (Top split of the Mammoth bed).

La masse lenticulaire de *tissu ligneux* T1 montre une structure cellulaire nette et contient quelques *corps résineux* unicellulaires arrondis (R). La *pâte* (P) qui domine dans la houille adjacente contient des lambeaux de tissus lignifiés à structure très effacée (T11).

La structure d'ensemble est identique à celle représentée figure 7.

Grossissement: $\times 55$.

(1) A. DUPARQUE. — *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LII (1927), p. 80, fig. 3 et 4).

FIGURE 9. — Section verticale d'un échantillon d'anhracite de la couche du *Mammoth* (Mammoth bed) de l'*Olyphant Colliery* (Carbondale District, Pensylvanie).

Cette microphotographie montre une lame de tissu ligneux (T1) gélatinée, mais à structure cellulaire nette.

Sous cette lame on peut remarquer un corps résineux (R) à section circulaire, identique à ceux observés et figurés par l'un de nous (1) dans les houilles du Nord de la France.

Dans la pâte (P) abondante, on rencontre çà et là quelques vestiges de structures.

Grossissement: $\times 250$.

CONCLUSIONS

L'anhracite de la couche Buck-Mountain présente exactement la même structure dans la zone exploitée par la Richard Colliery (fig. 6) que dans celle de l'Olyphant Colliery (fig. 1 à 5). Dans les deux cas, ces charbons pauvres en matières volatiles semblent dériver de dépôts riches en cutine analogues à ceux qui ont donné naissance aux houilles à hautes teneurs en matières volatiles.

Au contraire, les anhracites de la couche du Mammoth (fig. 7 à 9) montrent dans les deux points étudiés (Glendower Colliery et Olyphant Colliery) des structures lithologiques semblables à celles de la plupart des houilles anhraciteuses du Nord de la France et dérivent de dépôts ligno-cellulosiques identiques à ceux à partir desquels se sont différenciées les houilles à coke du gisement franco-belge.

Ces deux planches mettent donc en évidence la dualité d'origine des anhracites et des houilles anhraciteuses qui, au point de vue lithologique, ne peuvent être distingués et appartiennent tous à l'un de ces deux types.

Toutes les figures ayant été obtenues par la microphotographie au banc métallographique d'échantillons d'anhracites simplement polis démontrent, en ce qui concerne les anhracites vrais, la supériorité de la méthode de simple polissage qui a été préconisée par l'un de nous sur tous les procédés de polissage et d'attaque utilisés jusqu'ici. Dans l'étude des anhracites comme dans l'étude des charbons proprement dits, les procédés d'attaques employés jusqu'à présent se révèlent uniquement comme des moyens de suppléer à l'insuffisance des opérations de polissage.

(1) A. DUPARQUE. — *Mém. Soc. géol. Nord*, t. XI pl. XXIII, fig. 119 à 121; pl. XXIV, fig. 122 à 123; pl. XXVI, fig. 133 à 138. (En cours d'impression).

LEGENDE COMMUNE AUX DEUX PLANCHES

- Cc. — Cavité cellulaire.
Hb, Hb 1, Hb 2..... — Houille brillante (= Vitrain) (les exposants indiquent l'ordre de la superposition).
Hm. — Houille mate (= Durain).
Hs. — Houille semi-brillante (= Clarain).
P. — Pâte (substance amorphe).
Py. — Pyrite (FeS 2).
R. — Corps résineux.
S. S 1, S 2. — pseudo-spores.
Tl, Tl 1..... — Lame ligneuse (bois sclérenchyme) ou menus débris de tissu ligneux.
S. horiz. — Section horizontale (toutes les figures, sauf les microphotographies 5 et 6, sont des sections verticales (normales au plan de stratification)).

M. A.-P. Dutertre fait la communication suivante :

Les Végétaux de la Grande Oolithe du Boulonnais
par **A.-P. Dutertre**

Les collections du Musée géologique du Boulonnais renferment une série d'empreintes végétales de la Grande Oolithe des environs de Marquise qui ont été étudiées par R. Zeiller (1) et dont voici la liste d'après cet auteur :

WILLIAMSONIALES :

Otozamites Bechei Brongn.

deux fragments de frondes et une foliole isolée dont les nervures sont très apparentes.

ARAUCARIALES :

Pagiophyllum uncifolium Phillips,

un rameau garni de feuilles en crochet falciforme avec une branche latérale.

(1) R. ZEILLER. — Sur quelques végétaux fossiles de la Grande Oolithe de Marquise. *Bull. Soc. Acad. Boulogne-sur-Mer*, 9^e vol., 4^e livr., 1912, p. 675-686.

Cette note a été analysée par M. Paul BERTRAND, in *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XLI, 1912, p. 160.

PINALES :

Cupressacées,

Thuyites expansus Sternberg,

7 rameaux et ramules latéraux.

Phyllocladinées,

Protophyllocladus sp.,

une lame foliacée dont les nervures sont assez apparentes.

R. Zeiller signale aussi une empreinte dont la détermination est incertaine (fronde de Fougère ou rameau de Conifère ?)

Il ne donne aucune indication sur la provenance précise (niveau stratigraphique et gisement) de ces fossiles; d'après les indications inscrites sur le catalogue du Musée, ces échantillons proviennent de la « Grande Oolithe inférieure de Leulinghen », les uns ont été récoltés par Edm. Rigaux, les autres achetés aux carriers.

M. John Pringle, du *Geological Survey*, de Grande-Bretagne, a trouvé en 1921, dans la Grande Oolithe, à Leulinghen-Bernes (carrière du four à chaux de M. Lecamus, sur le côté E. de la route nationale n° 1 de Paris à Calais, au N. du ruisseau de Blacourt), une portion assez importante d'une fronde de Williamsoniale identique à celles attribuées par R. Zeiller à *Otozamites Bechei* Brong.

Cette empreinte comprend le sommet de la fronde et, d'un côté, 19 folioles entières ou partielles.

Cet échantillon fait partie des collections de Paléobotanique de l'Institut de Géologie de l'Université de Lille.

M. L. Bourguillaut de Kerhervé, biologiste. (Manoir de Dalles à Laeres, près Samer, P.-d.-C.), a bien voulu me remettre pour le Musée géologique du Boulonnais, une empreinte de la même espèce qu'il a trouvée dans la tranchée de la gare de Rinxent-Marquise.

Cette empreinte montre le sommet d'une fronde avec dix folioles d'un côté; la roche de cet échantillon est le calcaire oolithique de Rinxent à *Rhynchonella concinna* Sow.

Grâce à l'obligeance de M. Lecamus, maître de carrières et fabricant de chaux à Leulinghen-Bernes, j'ai pu augmenter la collection d'empreintes végétales de la Grande Oolithe du Musée boulonnais.

Parmi les échantillons que j'ai ramassés, M. Paul Bertrand a reconnu la présence du « genre » *Brachyphyllum*, représenté par un rameau long de 0 m. 14 avec deux fragments de rameaux latéraux en connexion; les autres empreintes sont celles de frondes d'*Otozamites Bechei* Brongn. et de rameaux de *Thuyites expansus* Sternb. qui paraissent être les espèces dominantes de la flore de la Grande Oolithe du Boulonnais.

Il y a lieu de rappeler que le Marquis de Saporta (1) a rangé dans son genre *Palaeocyparis* les empreintes que R. Zeiller et M. A. C. Seward attribuent provisoirement au genre *Thuyites*.

Toutes ces empreintes proviennent d'un banc de calcaire oolithique à grain fin situé à la base de l'assise des calcaires blancs de Marquise à *Rhynchonella Hopkinsi* Davids., qui affleure vers le haut de la carrière de M. Lecamus à Leulinghen-Bernes: c'est de ce niveau que proviennent la plupart des échantillons étudiés par R. Zeiller car la roche est identique. Pour préciser encore sa position, j'indiquerai que ce banc à empreintes végétales se trouve sous le premier gros banc de calcaire blanc à grosses oolites renfermant *Cardium pes bovis* d'Arch. (fossile que j'ai observé *in situ*); ce niveau à empreintes végétales est donc à la limite entre l'assise du calcaire oolithique à *Rhynchonella concinna* Sow. et l'assise du calcaire oolithique blanc de Marquise à *Rhynchonella Hopkinsi* Davids.

En 1928, au cours de l'excursion de la Faculté des Sciences de Lille, M. Paul Corsin a trouvé dans les sables

(1) G. DE SAPORTA. — Paléontologie française, Plantes jurassiques, III, pl. LXXXI.

d'Hydrequent, recouvrant le calcaire viséen à la grande carrière de Basse-Normandie à Hydrequent (côté E. de la voie ferrée de Boulogne à Calais), quelques empreintes végétales malheureusement très incomplètes et peu nettes, parmi lesquelles il a cru pouvoir reconnaître deux folioles de *Zamites* sp. et un petit fragment de fronde de Fougère comprenant une dizaine de pinnules rappelant beaucoup l'aspect des pinnules fertiles d'une Osmondacée, que M. A.-C. Seward (1) a rangée dans son genre *Todites*.

Enfin, je rappellerai que les collections du Musée boulonnais renferment aussi un fossile identique à ceux des *Stonesfield slates* décrits par W. Carruthers (2) sous le nom de « *Aroides Stutterdi* » et sur lequel j'ai déjà appelé l'attention (3).

Cet échantillon a été trouvé par G. Legay à Leulinghen-Bernes dans la « Grande Oolithe inférieure » (assise à *Rhynch. concinna* Sow.).

Il est constitué par un fragment de calcaire jaunâtre à grain fin, portant sur l'une de ses faces une soixantaine de petites plaques à contour sinueux avec indentations, disposées en quinconce et formant neuf rangées juxtaposées.

Après examen de quelques échantillons d'« *Aroides Stutterdi* » des *Stonesfield slates* conservés dans les collections du *British Museum* et du *Geological Survey* à Londres, et d'une belle série de *Goniolina* conservés dans les collections de Paléobotanique du Museum de Paris et de l'École nationale des Mines de Paris, j'ai acquis la certitude que les « *Aroides Stutterdi* » sont les plaques externes d'une algue dasycladacée très voisine du genre

(1) A.-C. SEWARD. — Fossil plants. Vol. II 1910, p. 338.

(2) W. CARRUTHERS. — On an Aroideous Fruit from Stonesfield Slate. *Geol. Magaz.*, IV, 1867, p. 146-147, pl. VIII, fig. 2-3.

(3) A.-P. DUTERTRE. — Découverte d'un *Aroides* dans l'étage bathonien du Boulonnais. *C. R. Somm. Soc. géol. Fr.*, 1926, n° 4 (15 févr.), p. 32-33.

Goniolina (1) et surtout de *Goniolina cylindrica* Lignier (2), espèce du Bathonien de Mamers (Sarthe), que M. Julius Pia (3) place dans le genre *Stichoporella* qu'il a créé pour elle.

M. W.-N. Edwards (4) a pratiqué une coupe transversale et une coupe longitudinale dans l'échantillon-type d'« *Aroides Stutterdi* » de W. Carruthers et a constaté que cet organisme est constitué par des tubes calcaires de section hexagonale serrés les uns contre les autres et fermés chacun à l'extérieur par une pellicule calcaire de forme à peu près hexagonale ; ces observations ont conduit cet auteur à confirmer l'opinion que les « *Aroides Stutterdi* » sont des algues dasycladées qu'il attribue au genre *Stichoporella* et qu'il considère comme très voisines de *Stichoporella cylindrica* Lignier.

M. P. Bertrand fait la communication suivante :

M. P. Bertrand présente à la Société des silex à végétaux recueillis par M. Edmond Bruet, Ingénieur, dans les calcaires marins à *Zeilleria digona* d'Arc-en-Barrois (Haute-Marne). Trois gisements ont été explorés par

(1) A.-P. DUTERTRE. — Excursion géologique du 4 mai 1926 aux environs d'Aubenton et de Rumigny. *Bull. Soc. Hist. nat. des Ardennes*, t. XXI, 1926.

A.-P. DUTERTRE. — Compte-rendu sommaire de l'excursion du 5 juin 1927 (du Museum de Paris) aux environs d'Aubenton et de Rumigny. *Bull. Museum Hist. Nat.*, 1927, n° 5 (1927), p. 398-401.

(2) O. LIGNIER. — Végétaux fossiles de Normandie. VI. Flore jurassique de Mamers (Sarthe). *Mém. Soc. linn. Normand.*, XXIV^e vol., (1^{re} sér., 1^{er} vol.), 1^{er} fasc., 1911, p. 1-48, pls 1 et 2 (voir p. 6-7 et pl. 1, figs 8-A et 8-B).

O. LIGNIER. — Contribution à la Flore Jurassique. *Mém. Soc. linn. Normand.*, XXIV^e vol., 2^e fasc., 1913, p. 69-105, pl. IX.

(3) Julius PIA. — Einige Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Geschichte der Siphonae verticillatae. *Zeitsch. für induktive Abstamm. und Vererbungs.* Bd. XXX Hft 1/2, 1922, p. 63-98. 1 tabl. h. t.

(4) W.-N. EDWARDS. — On the Algal nature of *Aroides Stutterdi* Carruthers : *Ann. et Mag. of Nat. Hist.*, sér. 10, vol. I, p. 79-81, pl. III, 5 figs (janvier 1928).

M. Bruet. La flore contenue dans les silex ne comprend jusqu'ici que deux sortes de plantes : des fragments de feuilles de *Williamsonia pecten* Phillips et des rameaux de *Brachyphyllum*. Ces derniers sont dans un état de conservation remarquable. La description de ces végétaux fera l'objet d'une communication ultérieure.

Il convient, en attendant, de féliciter notre collègue de ses intéressantes découvertes.

M. **Vacheron** annonce la découverte qu'il vient de faire des fossiles du niveau marin de Rimbart, dans la concession de Dourgès.

Séance du 4 juin 1930

Présidence de M. A. Carpentier, ancien Président

Sont élus membres de la Société :

MM. **Claude Jacob**, Ingénieur des Mines de Mons, présenté par MM. Delépine et Marlière.

Bibliothèque municipale de St-Omer, présentée par MM. Dutertre et Dr Leblond.

J. Fanshawe, Docteur ès Sciences, présenté par MM. P. Pruvost et Duparque.

*
**

Centenaire de la Société géologique de France

Les membres de la Société géologique du Nord décident de prendre part aux solennités organisées par les géologues français, à l'occasion du centenaire de la Société géologique de France.

La Société adjoint aux membres du Bureau, à cette occasion, comme délégués, MM. Delépine et Carpentier, et décide que le Président en exercice, M. P. Bertrand, présentera au nom de la Société géologique du Nord une adresse de félicitations à la Société géologique de France, au jour de son centenaire.

M. A. Carpentier fait la communication suivante :

Note sur des péridermes d'âge wealdien
trouvés à Féron-Glageon (Nord)
par **Alfred Carpentier**
Planche X

Les fragments de bois silicifiés de conifères ne sont pas rares dans les sables de Féron-Glageon (1) ; ils sont d'ordinaire finement striés dans le sens de la longueur et offrent, en coupe transversale, des zones concentriques régulières. Tout autre est l'aspect des fragments végétaux, dont il est question, qui proviennent de la Sablière Millot (2) et d'une sablière récemment ouverte au lieu-dit « la Tape Jean ».

DESCRIPTION MACROSCOPIQUE. — La surface la plus large du plus grand échantillon, mesurant 17 cm. de longueur, montre des bosselures ovoïdes, plus ou moins entourées de bordures saillantes en forme d'ares ou de croissants (Fig. 1). Sur une coupe normale à cette surface on observe de nombreux arcs se recouvrant plus ou moins les uns les autres ; on compte 16 arcs sur une épaisseur de 32 mm.

ETUDE MICROSCOPIQUE (Pl. I, fig. 2 et 3). — Chaque arc se montre formé d'une zone d'ordinaire très nette de cellules tabulaires, disposées en séries radiales juxtaposées, attestant du jeu d'une assise génératrice ; l'épaisseur de certaines zones est de 570 μ , 855 μ . Le cambium donnait naissance vers l'intérieur à des cellules polyédriques, de tailles variables (diamètre 52 μ , 82 μ), disposées en traînées. Il s'agit, ce semble, d'arcs *générateurs* successifs, donnant des *péridermes partiels*, chevauchant les uns sur les autres. Quelques coupes radiales montrent des trachéides dont les ponctuations sont mal conservées

(1) Cf. *Mém. Soc. géol. du Nord*, t. X, Mém. I, p. 86-96, 1927.

(2) *Ibid.*, Fig. 1, en 7.

(diamètre 57μ); ces trachéides font sans doute partie des traces foliaires.

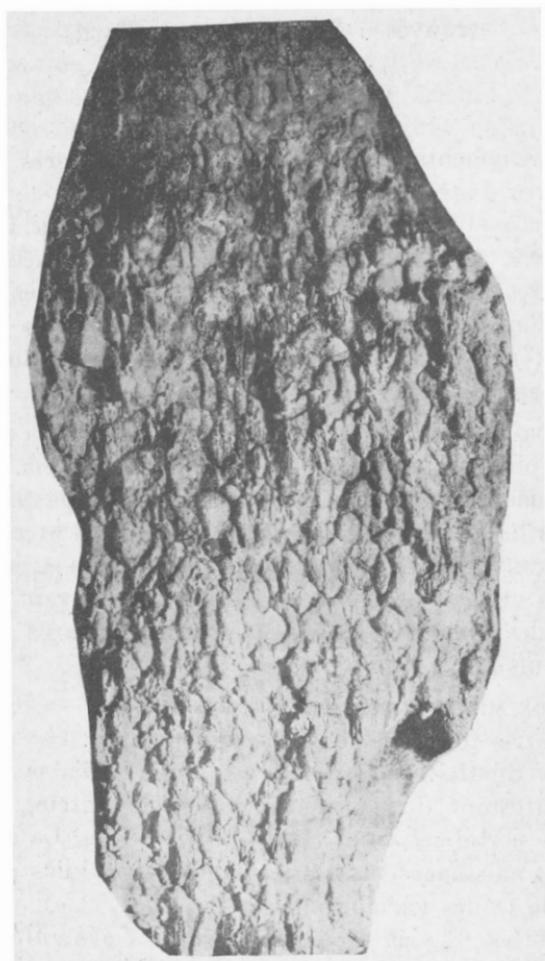


FIG. 1. — Fragment silicifié de péridermes, vue superficielle; gr. 3/2.

ATTRIBUTION. — Ces écorces fossiles n'appartiendraient-elles pas aux tiges de conifères dont on trouve si fré-

quemment les bois dans les sables wealdiens de Féron-Clageon ? C'est possible, car dans la nature actuelle, on observe de ces sortes de *péridermes partiels* chez les *Abiétacées* (g. *Pinus*, par exemple) ; or cette famille, et en particulier le genre *Pinus*, sont représentés dans la flore wealdienne de Féron. Cependant j'incline plutôt à voir dans ces fragments de péridermes des structures comparables à celles que M. Endo (1) a décrites chez son *Cycadeoidea nipponica* et qu'il interprète comme « un péridermis interne » dont les couches sont très ondulées, divisées en arcs ou « lentilles », par suite de la compression. Les fragments silicifiés de Féron représentent donc des péridermes de gymnosperme, sans doute d'un *Cycadeoidea*.

PLANCHE X

FIG. 1. — Vue superficielle d'un fragment silicifié, d'aspect écailleux; gr. 3/1.

FIG. 2. — Coupe transversale, montrant les péridermes successifs; gr. 9/1.

FIG. 3. — Un arc plus grossi de la même coupe.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Le Sillon de Bretagne

par Ch. Barrois (2)

Le Sillon de Bretagne est un des traits topographiques classiques de la presqu'île armoricaine. Il a été tracé par les géographes sur toutes les cartes, comme une chaîne continue de collines, longue de 50 kil., de N.W. à S.E., de Pont-Château à Savenay, Saint-Etienne-de-Montluc et la rive droite de la Loire, vers Nantes. De tout temps, cet

(1) S. ENDO. — Nilssonia-bed of Hokkaido and its flora. (*Tohoku Imperial University. Science Reports. Second series (Geology)*), VII, n° 3, p. 63, pl. XVI, fig. 2, 1925).

(2) Communication faite en la séance du 4 Décembre 1929 (voir: *Annales de la Société*, LIV, p. 204). Manuscrit remis en Octobre 1930.

accident a attiré l'attention des géographes, par sa curieuse disposition en ligne droite, indiquée par son nom et jalonnée par l'alignement de petits sommets granitiques de 60 à 80 m., atteignant 91 m. près du Temple de Bretagne.

Ce qui donne à ce relief son caractère essentiel et son principal intérêt, ce ne sont ni l'élévation de ses sommets, ni la correspondance de sa situation avec la ligne de partage des eaux de la Loire et de la Vilaine, mais la forme remarquablement droite de son tracé, celle de sa surface, brusquement dénivelée des deux côtés de la chaîne, de part et autre d'un même plan vertical médian.

La différence est assez marquée pour saisir même le voyageur désœuvré qui suit le pied du Sillon, en chemin de fer, de St-Etienne-de-Montluc à Pont-Château; il est frappé d'avoir la vue arrêtée au N.E. par un escarpement continu, tandis qu'elle s'étend librement au loin au S.W., vers la vallée de la Loire, en plaine.

Le modelé résultant rappelle celui d'un voussoir où deux compartiments de la surface topographique, également constitués par des couches horizontales, sont séparés par une flexure ou un pli monoclin.

Décrit par tous les géographes, remarqué de tous les passants, le *sillon de Bretagne* a peu attiré l'attention des géologues; ils ont étudié sa composition lithologique plus qu'ils n'ont cherché à interpréter le rythme de sa formation, à fixer sa relation avec les lignes tectoniques du pays.

Le sol du sillon est uniformément granitique. Il a été décrit en 1897 sur la feuille de St-Nazaire de la carte géologique de France au 1/80.000^e (1) comme une granulite riche en orthose, mica blanc, quartz, avec plagioclase et mica noir, de texture grenue ou feuilletée. Elle appartient à une venue de roches feuilletées, continue d'Herbi-

(1) Feuille de St-Nazaire de la carte géol. de France, au 1/80.000, n° 104, Paris 1897 (Légende).

gnae à la Chapelle-sur-Erdre, admettant des culots grenus, elliptiques, des boutonnières allongées, noyées dans une masse feuilletée, inégalement développée suivant les points, et principalement vers les salbandes. L'alignement, les transitions graduelles de ces structures grenues et feuilletées entre elles, font présumer la continuité souterraine des premières, qui ne seraient distinctes qu'en surface. Les variétés feuilletées, à feuilletés voisins de la verticale, sont dominantes, gneissiques, glanduleuses, rubanées, généralement pauvres en minéraux accessoires, riches en mica blanc ou noir et en feldspaths fragmentés, quartz granitique en grains étirés, en gouttelettes, en nappes étendues parfois.

Ces nappes lenticulaires de quartz, répandues dans ces granites feuilletés, sont d'étendue variable, suffisantes dans certains cas pour former des filons, qu'on peut suivre et tracer sur la carte. Un faisceau de ces filons a pu être tracé par notre lever (voir carte géologique détaillée) sur une longueur de 200 kil., de Chantenay-sur-Loire à Rosporden (Finistère).

L'aspect feuilleté de ces roches, leur nature bréchoïde au microscope, apprennent à l'œil averti qu'une action mécanique s'est superposée au laminage déterminé par l'injection d'éléments nouveaux à l'époque du plissement carbonifère, dans le Sillon.

Le Général Jourdy (1) est l'auteur de la plus importante monographie écrite sur le Sillon de Bretagne; il a judicieusement exprimé le résultat de ses observations en concluant que « le *Sillon de Bretagne* apparaît comme une » sorte d'énigme qui peut se résoudre par l'intrusion » de la roche cristalline dans le plissement » (2). En effet, les crêtes et les dépression de la région, alignées

(1) Général JOURDY. — Le Sillon de Bretagne. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, 4^e sér., t. IX, p. 41, fig. 13, Nantes 1909.

id. : *Bull. Soc. géol. de France*, t. VIII, p. 603, 1908.

(2) id. : Tectonique de la Bretagne. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, 4^e sér., t. IX, p. 106, Nantes 1929.

parallèlement à la direction des couches redressées, témoignent en faveur de leur dépendance génétique. De son côté, la coïncidence des points culminants avec les roches les plus dures (granite, quartz) atteste de l'action des dénudations subaériennes sur ce modelé.

C'était donc à juste titre que l'on rapportait la formation du Sillon de Bretagne, à l'action de la dénudation, sur un faisceau de roches inégalement résistantes, correspondant à l'allongement de venues intrusives granulitiques, parmi des micaschistes.

On peut cependant se demander, en présence de la pente si raide qui sépare les deux compartiments de la surface dénivelée du Sillon, s'il n'est pas d'action plus récente qui soit venue se superposer à la première pour imposer au modelé du terrain, un contour plus vigoureux, une fraîcheur nouvelle ? La jeunesse des contours est inusitée dans la région. Il ne faut pas perdre de vue que le nombre des venues granulitiques injectées dans les micaschistes régionaux, à la façon du Sillon de Bretagne et à la même époque carbonifère, est très grand dans le Plateau méridional de la Bretagne, et que la forme de leur affleurement, le modelé de leur contour diffèrent de celui du Sillon de Bretagne. Toujours ils présentent, sur leurs bords, des pentes douces, des versants lavés, loin d'être comme dans le cas présent limités par un abrupt.

C'est à une réouverture récente des lèvres de ces plis carbonifères que nous paraissent attribuables l'explication de la fraîcheur relative et celle du ressaut plus marqué qui distinguent le modelé du Sillon de Bretagne de celui des autres ellipses granitiques régionales. L'observation sur le terrain décèle en effet l'existence de dénivellations postérieures à l'époque cénomaniennne.

Elle est établie par la découverte de fossiles cénomaniens au pied du sillon, sur sa lèvre abaissée. Les fossiles recueillis (*Gryphaea columba* var. *minor*) sont silicifiés et leur préservation est parfaite: ils n'ont pas été usés ni

roulés sur un rivage, mais sont descendus doucement sur place, lors de la dissolution et oxydation subaériennes du Cénomaniens qui recouvrait la surface d'un manteau avant cette réouverture. Quand celle-ci s'est produite, les fossiles cénomaniens sont descendus dans la fosse ouverte par la lèvre affaissée, où ils gisent, remaniés sur place à l'époque quaternaire (1). On les suit sur tout le flanc S.W. du Sillon de Bretagne, ainsi que sur diverses buttes éparses à l'Ouest de cette ligne (La Chapelle des Marais, Ste-Reine, Crossac) où elle atteint 30 m. d'altitude.

La découverte de fossiles cénomaniens ensevelis dans la fosse ouverte au pied du Sillon de Bretagne est venue établir la réouverture, après cette époque, des cassures où s'étaient logés les grands filons de quartz à l'époque carbonifère.

Ces filons nous ont permis de tracer ces failles au loin, vers le S.E., de Nantes à Aigrefeuille, St-Fulgent et le nord du bassin houiller de Vouvant. C'est l'une d'elles, dirigée à 130 m., comme nous l'avons montré en 1897, qui limite brusquement au nord ce bassin houiller (2). Suivant toute sa longueur, qui est grande (300 kil.), c'est uniformément la lèvre méridionale qui est abaissée.

Au S. W. de cette *faille du Sillon*, on en voit une autre, décrite par nous (l. c.) en 1897, sous le nom de *faille de Chantonay*, dirigée à 130° comme elle, à la limite du bassin houiller, qui fait buter les couches houillères ou jurassiques contre les gneiss granulitiques redressés, verticaux, suivant une longue ligne droite. Mais à l'inverse de la précédente, c'est la lèvre sud de la faille qui est cette fois relevée, tandis que son bord nord s'affaissait. C'est dans la fosse ainsi descendue

(1) Ch. BARROIS. — Feuille de St-Nazaire. *Bulletin des Services de la carte géologique de France*, t. XXV, n° 43, p. 47, Paris 1920-21.

(2) id. *Annal. Soc. géol. du Nord*, t. XXVI, p. 7, 10, 1897. Voir notamment Pl. 1, fig. 4, 5, les coupes données au travers du bassin houiller de Vendée.

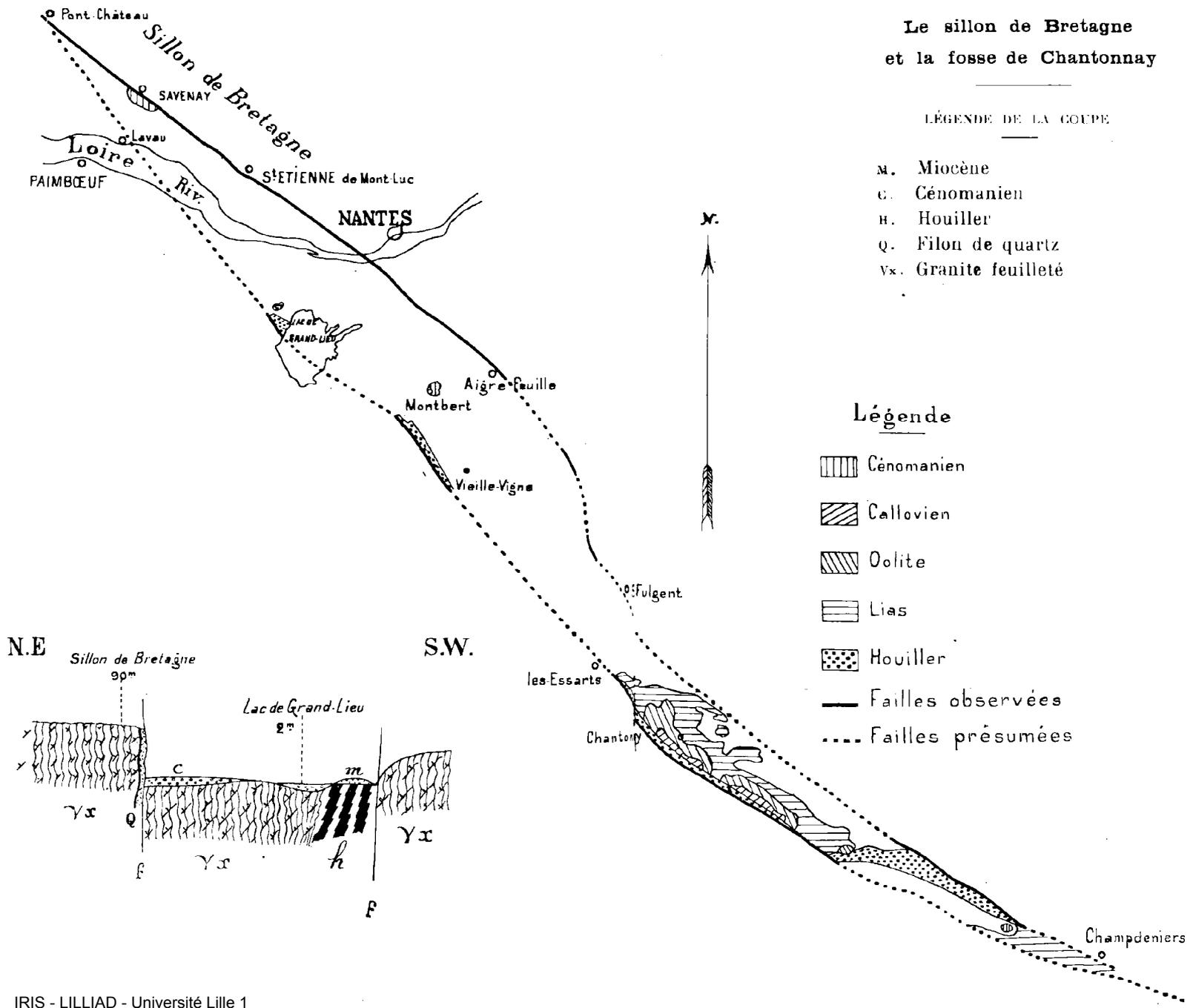
**Le sillon de Bretagne
et la fosse de Chantonnay**

LÉGENDE DE LA COUPE

- m. Miocène
- c. Cénomannien
- h. Houiller
- q. Filon de quartz
- vx. Granite feuilleté

Légende

-  Cénoannien
-  Callovien
-  Oolite
-  Lias
-  Houiller
-  Failles observées
-  Failles présumées



entre les deux failles du sillon de Bretagne et de Chantonay, que se sont conservés à l'abri des dénudations le bassin houiller de Faymoreau, le bassin jurassique de Chantonay, les fossiles cénomaniens de Savenay.

Ces deux failles ont semblablement rejoué deux fois. La première fois après l'époque houillère, la seconde, plus tard que le dépôt cénomanien. On ne peut apprécier l'amplitude de la première, ouverte en couches voisines de la verticale. L'ordre de grandeur de la seconde, ouverte dans des couches voisines de l'horizontale, est d'environ 100 m., à en juger par l'altitude de la surface au-dessus du niveau de la mer; on ne sait à quel moment exact elle s'est produite, après le Céno-manien.

Il y a même des raisons de croire qu'elle est beaucoup plus jeune que les dépôts céno-manien, attendu que l'on trouve autour du Lac de Grandlieu des débris des formations crétacées et des formations éocènes, silicifiées comme au pied du Sillon de Bretagne (1).

Durant toute l'époque tertiaire, jusqu'au temps de l'invasion marine miocène, cette région resta en prise aux actions destructives des agents atmosphériques. Certains éléments du sol furent décomposés, d'autres, fossiles et roches, furent silicifiés, à la façon des argiles à silex du Bassin de Paris et descendirent sur place (loco natali) après la régression de la mer pliocène. Ils se trouvent remaniés sur place, dans la région, à la base du Quaternaire.

Les faluns redoniens, décalcifiés ou non, reconnus par MM. L. Bureau et Ferronnière (2), effondrés dans la fosse, entre les failles, à St-Aignan, La Chevrolière, Bouguenais, établissent que la descente est postérieure au Miocène.

(1) L. BUREAU et FERRONNIÈRE. — Feuille géologique de Nantes, n° 117. Paris 1926.

(2) A Pierre-aiguë. Buissonnerie (en St-Aignan), au Château de La Freudière (en La Chevrolière), à La Gouretterie (en Bouguenais).

Une étude plus approfondie des sables ferrugineux de l'Anjou permettra peut-être même de rapporter l'âge du dernier plissement breton à la fin du Pliocène, comme Clement Reid (1), Couffon et Dollfus (2) l'ont déjà dit, comme Welsh (3) l'a très bien indiqué, dans sa coupe de Vasles, montrant le Pliocène descendu de 100 mètres.

En tous cas, les failles sont au moins postérieures au Miocène et ces failles, suivant lesquelles sont descendus les paquets de cet âge, ne sont pas limitées au massif du Sillon de Bretagne. On en reconnaît de même style, marquées par des affleurements miocènes mieux conservés, dans l'étroite et longue fosse qui s'étend parallèlement à la précédente, de Doué-la-Fontaine à Chalennes.

Les deux failles entre lesquelles est descendu le compartiment miocène de Doué-la-Fontaine ont été tracées par M. L. Bureau sur la carte géologique au 1/80.000 de Saumur. Ces paquets houillers jurassiques et céno-maniens qui y sont conservés de Saint-Georges-Chatelaisson, Beaugé-les-fours et Montreuil-Bellay, reproduisent exactement la disposition de ceux de la fosse que nous avons décrite, du Sillon de Bretagne à Chantonmay.

Les gisements miocènes se montrent localisés, de l'Anjou à la Bretagne, en d'étroites fissures rectilignes dirigées de N.W. à S.E., ouvertes longtemps après les temps paléozoïques (4). Ils apprennent que les derniers mouvements

(1) CLEMENT REID. — Pliocene Deposits of Britain, 1890 (*Mem. geol. Survey*).

(2) DOLLFUS. — Ondulations, etc. *Service de la carte géol.*, t. 2, 1891, p. 172.

(3) WELSH. — Dislocations du Poitou. *B. S. G. F.*, 4^e sér., t. III, 1903, fig. II, p. 798, 1.023.

(4) La multiplicité en Bretagne de ces gisements miocènes alignés, effondrés entre des failles, rend plutôt incertaines les conclusions relatives à leur extension basées sur leurs altitudes, généralement acceptées cependant. Leur niveau ne permet pas de conclure avec certitude, à leur dépôt originel dans des vallées d'érosion ou des fiords, puisque leur gisement a été affecté, postérieurement à leur dépôt, par des dérangements, sur lesquels Puillon-Boblaye avait déjà attiré l'attention en 1837. (Réunion de la Soc. géol. de France, à Alençon, en 1837).

du vieux massif armoricain ont obéi au même rythme que ceux des autres massifs anciens de la zone hercynienne (1), du Plateau Central en particulier, où Michel-Lévy avait déjà reconnu en 1891 une série de plis à grands rayons de courbure datant de l'époque tertiaire et déformés en voussoirs avec flexures et plis failles (2).

CONCLUSION: Le modelé du curieux *Sillon de Bretagne*, décrit par tous les géographes, est relativement récent ; il ne remonte pas plus loin que le Miocène et peut même lui être postérieur. Les cassures qui le limitent étaient tracées dans l'espace, dès la fin des temps carbonifères, elles ont rejoué après le Miocène.

M. J.-W. Laverdière fait la communication suivante :

Les formations paléozoïques de la vallée du Lauribar

(Basses-Pyrénées)

par J.-W. Laverdière

Le Dévonien supérieur n'a pas encore été signalé dans la partie des Pyrénées occidentales qui correspond à la feuille de St-Jean-Pied-de-Port ; mais il existe plus à l'Est dans la vallée du Lauribar où il est en affleurements bien développés et richement fossilifères.

L'esquisse géologique levée à l'échelle du 1/20.000^e et présentée par l'auteur à la Société, montre l'extension géographique du Dévonien supérieur au Sud et au Sud-Est de Lecumberry, et la distribution des horizons qui le surmontent. Dans cette vallée du Lauribar, la succession lithologique est la suivante, en allant de bas en haut : 1) grès et grauwaekes à *Spirifer Verneuli* ; 2) schistes noirs gréseux avec quelques intercalations calcaires ; 3) griottes ; 4) lydiennes ; 5) schistes renfermant quel-

(1) DE MARTONNE. — *Traité de Géogr. physique*. 2^e éd., p. 497.

(2) MICHEL-LÉVY. — VIII^e Congrès géol. international. Guide géologique, Paris 1900.

ques minces lits calcaires, puis des schistes verdâtres avec goniatites: *Eumorphoceras bisulcatum*, etc. (Namurien inférieur); 6) calcaires attribués au Namurien.

Dans cette région, les formations d'âge dinantien atteignent environ 60 mètres d'épaisseur et se réduisent aux lydiennes et aux schistes qui les surmontent. Le Namurien inférieur est représenté par des formations marines.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Le conglomérat de Roucourt du bassin houiller du Nord
par

Ch. Barrois, P. Bertrand, P. Pruvost.

Le creusement des fosses de Roucourt est venu poser en 1875 pour le bassin houiller du Nord de la France, un problème que ni les travaux des ingénieurs de la mine, ni les hypothèses des géologues, ne sont arrivés à résoudre. Invités à exposer à Liège l'état actuel de la question, nous en donnerons un aperçu sommaire aux membres de la Société géologique du Nord.

Les deux puits de Roucourt, situés à 1.800 m. au S. de la Fosse St-René de la Compagnie d'Aniche, à 600 m. d'un sondage qui avait touché le terrain houiller, devaient rencontrer en direction, à 165 m., le riche faisceau des fosses voisines de Vuillemin, Delloye et Azincourt.

A la surprise générale, le puits rencontra à la profondeur de 165 m., au lieu du charbon escompté, un conglomérat puissant, énigmatique, sans analogue, qui n'avait été observé encore en aucun point du bassin franco-belge. Les travaux furent poursuivis dans ce conglomérat sur 75 m. d'épaisseur, éclairés par diverses bowettes, et finalement abandonnés à 240 m., sans qu'on put comprendre cette anomalie.

Les travaux avaient permis à Gosselet (1) de reconnaître l'analogie singulière de ce conglomérat avec les *tillites permienues* du sud africain, et il avait pour ce motif conclu à leur origine glaciaire et à leur âge permien.

Depuis cette époque, le développement des travaux de la Compagnie d'Aniche est venu apporter de nouvelles informations, aux arguments que Gosselet avait mis en valeur.

La grande majorité des galets trouvés dans le conglomérat provient du terrain westphalien régional même, puis par ordre décroissant du Dinantien et du Dévonien. Ces galets sont arrondis et roulés, suivant les cas, ou tricornes, comme ceux d'origine désertique ou glaciaire. Leur volume varie de quelques millimètres à plusieurs tonnes (2), dans la pâte rougeâtre du conglomérat où ils sont réunis pêle-mêle. Le contact de ce dernier avec les terrains houillers voisins exploités, découvert par des bowettes en six points différents, se fait suivant une faille, inclinée de 50° à 70° vers le Sud. Sa haute inclinaison empêche d'y voir le plan d'un charriage lointain.

Le conglomérat se présente en banes distincts, sur une épaisseur globale de 300 m., alternant avec des lits de schiste charbonneux, en couches peu inclinées, ondulant autour de l'horizontale. L'étude qui put être faite de la flore de ces schistes, interstratifiés dans le conglomérat, schistes avec *toits* et *murs* et minces *passées* de charbon, ainsi que celle de quelques plantes flottées dans la pâte même du conglomérat, apporta une surprise nouvelle.

Aucune des plantes recueillies à Roucourt, dans ces conditions, ne put être assimilée aux espèces de l'époque

(1) J. GOSSELET. — Compte rendu de l'excursion de la Société géologique du Nord à Roucourt. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. IV, 1877, p. 283.

(2) Un grand nombre de ces galets est conservé au Musée houiller de Lille. La Compagnie des Mines d'Aniche a bien voulu extraire du fond et offrir à ce Musée un des plus volumineux galets rencontrés, du poids de 3 tonnes, formé de grès houiller, polyédrique et subarrondi.

permienne. Elles ne présentaient de relations qu'avec celles trouvées dans le faisceau des veines westphaliennes de l'assise de Bruay. La flore des Tillites de Roucourt n'était pas permienne, mais westphalienne, et ses plus grandes analogies étaient avec celles de l'assise de Bruay. Ce sont :

Neuropteris Scheuchzeri Hoffmann.

Pecopteris avoldensis, Stur.

Sphenopteris nummularia, Gutbier.

Sphenopteris Roucourtensis, nov. sp.

Sphenophyllum majus, Bronn.

Ces déterminations obligent de rapporter le conglomérat de Roucourt au *Westphalien supérieur* et non plus au Permien. Et comme ce conglomérat se montre formé surtout de gros galets d'âge westphalien, de galets plus petits, d'âge dinantien, et en plus faible proportion de galets dévoniens, il s'en suit nécessairement que ce conglomérat est polygénique.

Les blocs géants, polyédriques, en grès houïler, des banes de conglomérat correspondent à des débris corrodés à l'air libre, dénudés, démantelés et morcelés *sur place*, de banes de grès déposés dans les eaux westphaliennes et depuis abandonnés par ces mêmes eaux lors de mouvements de régression.

Les blocs plus petits, roulés, de roches dinantiennes ou dévoniennes, correspondent à des galets roulés par les eaux, ou charriés par les glaces, et tombés lors d'un mouvement transgressif des eaux houïlières sur un sol asséché où gisaient épars les blocs épargnés des grès démantelés. Leur mélange eut pour résultat la formation du conglomérat de Roucourt.

Ainsi, au cours du Westphalien, les rivages du bassin du Nord étaient alternativement sous l'eau et à l'air libre; des sédiments s'y accumulaient tour à tour, en banes d'argile, sable, grès, ou étaient dénudés, laissant sur place des banes démantelés, découpés en compartiments, en blocs géants, autochtones. Simultanément, les

versants montagneux du Condros formés de roches dinantiennes et dévoniennes étaient soulevés, au midi du bassin, et les torrents qui sillonnaient leurs flancs charriaient les galets destinés au conglomérat de Roucourt.

La surrection de la crête du Condros (chaîne hereynienne) ne s'est pas opérée en un acte, entre le Westphalien et le Stéphanien, elle s'est poursuivie d'une façon lente et continue pendant toute la durée du Westphalien. C'est ce que prouvent la présence de galets westphaliens non seulement dans le conglomérat de Roucourt, mais dans toute l'épaisseur du bassin, dans les veines et dans les toits et murs des stampes. Ils y sont clairsemés, il est vrai, alors qu'ils sont abondants dans le conglomérat de Roucourt, mais ils sont de nature identique, tous présentent les mêmes particularités de forme, de volume, de composition, et témoignent de même façon de l'importance et de la généralité dans ce bassin de dénudations intrà-westphaliennes.

Dans les intervalles des diverses sédimentations, des conglomérats stériles subaériens s'empilaient à Roucourt, tandis que le charbon se déposait à Bruay, dans un même bassin marécageux. Du début à la fin du Westphalien, des troubles laissaient tomber périodiquement leur charge dans le bassin, en des points antérieurement asséchés et érodés à l'air libre, où ils se mêlaient aux géants autochtones, loin qu'on puisse voir dans l'arrivée des blocs erratiques, comme on le croyait, l'aurore des temps nouveaux du Permien. Entre les moments des décharges des banes de galets successifs et ceux des dénudations subaériennes, des plantes poussaient à Roucourt sur les alluvions caillouteuses, les mêmes qu'à Bruay, capables comme là, de donner naissance à la formation des veines de charbon à *Nevropteris Scheuchzeri*, veines qu'il sera peut-être possible de trouver un jour entre les banes inférieurs du Poudingue de Roucourt.

M. A. Duparque fait la communication suivante :

Sur les clivages des houilles et des schistes

par

André Duparque

J'ai décrit et figuré, antérieurement, dans l'un des volumes de la Société géologique du Nord (1), certaines structures particulières des houilles que mes observations m'ont conduit à considérer comme étant *le résultat d'une schistosité* due soit à l'action directe des poussées tangentielles qui ont entraîné le plissement des strates houillères, soit aux tensions internes développées dans la masse des veines de houille au cours de leur déformation ou de leur dislocation ou postérieurement au développement de ces phénomènes.

En m'appuyant sur cette étude et sur celle des Veines de houille déformées (2), j'ai été amené à émettre les conclusions que j'ai développées, soit dans le premier mémoire cité, soit dans une étude présentée à la Société géologique de France (3), *que les actions mécaniques intenses qui ont provoqué le plissement et la dislocation du gisement n'ont joué qu'un rôle négligeable dans la différenciation des diverses variétés de houille du Nord de la France.*

En soutenant cette opinion, conforme à celle antérieurement émise par M. Charles Barrois (4), *que le classe-*

(1) A. DUPARQUE. — La schistosité de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927, p. 225 à 260, pl. A, B, C (dans le texte) et IV (hors texte), Lille, 1927.

(2) A. DUPARQUE. — Étude de la Quatrième Veine et de la Veine Sainte-Barbe de la Cie des Mines de Nœux, dans le voisinage d'étreintes. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927, p. 212 à 225, 3 tableaux, Lille, 1927.

(3) A. DUPARQUE. — Le rôle des actions mécaniques dans l'évolution des couches de houille. *Bull. Soc. Géol. France*, 4^e série, t. XXVIII, p. 455 à 491, 2 pl. in-4°, Paris, 1928.

(4) Charles BARROIS. — Sur le mode de formation de la houille du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXIII, 1904, p. 171.

ment des houilles du Nord de la France est antérieur à l'ouverture des failles, j'ai donc pu montrer que dans le cas particulier de ces roches combustibles, le dynamométamorphisme déforme, mais ne transforme pas.

Dans la présente note, comme dans mes mémoires antérieurs, le terme *schistosité* a été employé dans le sens général qu'on lui donne ordinairement et sert uniquement à désigner un clivage particulier se développant dans la masse d'une roche suivant une direction quelconque, qui dans les sédiments peut être totalement différente de celle de la stratification. C'est cette *schistosité* que Daubrée (1) considérait comme « le premier terme des transformations plus profondes » qui caractérisent les roches métamorphiques et qu'il avait pu reproduire artificiellement dans la masse du verre en soumettant cette substance à l'action de l'eau surchauffée (2). — C'est également cette *schistosité* que Delesse (3) a signalée parmi de nombreuses roches combustibles (lignite, houilles, anthracites, cokes naturels, graphites) et dans certaines roches non combustibles (calcaires, grès, argiles, schistes) métamorphisées au contact de roches ignées de filons ou de massifs. — La lecture du mémoire de Delesse ne permet guère de douter que la *structure prismatique* que cet auteur considère comme une preuve du métamorphisme des roches combustibles qui la présentent (4), s'identifie avec les *structures fusiformes, fibreuses* et en *cone in cone* que j'ai décrites récemment comme résultant du développement dans la masse de la houille de clivages schisteux orientés suivant plusieurs directions (5)

(1) A. DAUBRÉE. — Sur le métamorphisme et recherches expérimentales sur quelques-uns des agents qui ont pu le produire. *Annales des Mines*, 5^e série, Mémoires, tome XII p. 324, Paris, 1857.

(2) A. DAUBRÉE. *loc. cit.*, p. 321.

(3) DELESSE. — Etudes sur le métamorphisme. *Annales des Mines*, 5^e série, Mémoires, t. XII, p. 89 à 288, p. 417 à 516, p. 705 à 772, pl. IV à VI, Paris 1857.

(4) DELESSE, *loc. cit.*, p. 126.

(5) A. DUPARQUE, *loc. cit.*, voir les 1^{er} et 3^e mémoires cités.

Cette identité est évidente en ce qui concerne une houille de Swansea que Delesse considère comme ayant été « *légèrement altérée au contact d'un filon pyriteux* » et qu'il décrit de la façon suivante (1)... « *Puis vient une houille brillante qui se divise en prismes triangulaires ou plutôt en cônes. Ces cônes ressemblent à ceux qui se rencontrent dans diverses couches du terrain houiller d'Angleterre et qui sont nommés cone in cone corals. Leur axe est à peu près perpendiculaire à la salbande sur laquelle s'appuie leur base. Ils portent des stries très fines à leur surface, mais dans leur intérieur la houille est compacte. Ils présentent l'apparence d'une scie* ».

Cette description, jointe à la figure publiée par Delesse qui désigne sur sa planche VI le charbon de Swansea sous le nom de « *houille conique* », montre bien qu'il s'agit exactement des mêmes structures que R. Potonié (2) avait représentées et définies sous le nom de « *Pyramidenkohlen* » et que j'ai moi-même figurées et décrites sous l'appellation de *cone in cone* en essayant, grâce à une étude microscopique, d'en expliquer la formation.

Enfin, c'est cette même schistosité que Daubrée a reproduite artificiellement dans des expériences restées célèbres exposées dans ses mémoires de géologie synthétique (3) et qu'il attribuait dans la nature à l'action de pressions engendrées soit par les poussées tangentielles, soit par d'autres causes plus localisées.

La *structure schisteuse*, ou son équivalent dans les

(1) DELESSE, *loc. cit.*, p. 715, pl. VI, fig. 4.

(2) R. POTONIÉ. — Einführung in die allgemeine Kohlenpetrographie. Impr. Borntraeger, Berlin, 1924, p. 63, fig. 17.

(3) A. DAUBRÉE. — Etudes et expériences synthétiques sur le métamorphisme et sur la formation des roches cristallines. *Mém. Académie des Sciences*, XVII, p. 1 à 126, 1862.

— Etudes synthétiques de Géologie expérimentale. 1 vol. in-8°, 828 p., 181 fig., Paris, 1879.

roches à grands éléments, la *structure gneissique* étant surtout développée dans les séries métamorphiques presque toujours fortement plissées, certains auteurs ont cru pouvoir conclure que le métamorphisme était dû au plissement lui-même et avait par conséquent une origine dynamique. C'est ainsi que sous l'impulsion des travaux de Rosenbusch (1) et de ses élèves s'est développée la *théorie du dynamométamorphisme* qui a été invoquée pour expliquer la différenciation des divers types de houille d'un même gisement (2).

Cette théorie du dynamométamorphisme n'est plus guère admise par les pétrographes français depuis que les admirables travaux de Pierre Termier sur la tectonique des Alpes sont venus démontrer que le métamorphisme dynamique *déforme* les terrains, mais *ne les transforme pas* (3), thèse qui vient d'être à nouveau vérifiée par E. Raguin dans son beau mémoire sur la Haute Tarentaise et la Haute-Maurienne (4).

(1) H. ROSEBUSCH. — Zur auffassung des Grundgebirges. *N. Jahrbuch*, 1889, II, p. 81 à 97.

(2) David WHITE. — Quelques relations entre les charbons de différentes espèces et la composition des dépôts sédimentaires originels (traduction française de M. Legraye). *Soc. Géol. de Belgique, Livre jubilaire*, t. I, fasc. II, p. 365 à 378, Liège 1924.

David WHITE. — Progressive regional Carbonization of Coals. *Trans. Am. Inst. Min. and Metal. Engineers*, n° 1414-1, février 1925.

M. LEGRAYE. — Contribution à l'étude de l'évolution des combustibles du Bassin houiller de Liège. *Rev. Un. des Mines*, 1930, p. 7.

Erich STACH. — Matrkohlengenhalt und Inkohlungs grad der Ruhrkohlenflöze. *Glückauf*, année 1930, n° 43, p. 1465 à 1470.

(3) Pierre TERMIER. — Les schistes cristallins des Alpes occidentales. *C. R. IX^e Congrès géol. int.*, Vienne, 1903. — Sur la genèse des terrains crystallophylliens. *C. R. XI^e Congrès géol. int.*, Stockholm, 1912.

(4) Eugène RAGUIN. — Haute-Tarentaise et Haute-Maurienne (Alpes de Savoie). *Mém. Carte Géol. France*, Paris, 1930.

Le *développement de la schistosité* et la *déformation des couches* sont sans contredit les manifestations les plus nettes des actions mécaniques subies par une roche au cours de son évolution et mesurent en quelque sorte l'intensité du dynamométamorphisme qui s'est exercé sur elle. Dans ces conditions, les recherches qui ont fait l'objet des mémoires cités au début de cette note (1) présentaient un autre intérêt que celui d'une question de pure morphologie puisqu'elles permettent d'apporter une contribution à l'étude du mode d'action du métamorphisme dynamique sur les houilles, roches particulièrement sensibles aux agents transformateurs.

En démontrant que la schistosité peut affecter de façon identique les houilles à hautes teneurs en matières volatiles (houilles bitumineuses) et les houilles très pauvres en hydrocarbures gazeux ou liquides (houilles maigres et anthracites) et que dans les zones très déformées des veines de charbon la roche combustible conserve les caractères lithologiques et chimiques des zones normales voisines, j'ai donc pu vérifier dans le cas très spécial de ces roches combustibles, que, pour employer une formule de Pierre Termier, *le dynamométamorphisme déforme, mais ne transforme pas* en ce sens que les modifications imposées aux houilles dans de telles conditions sont trop faibles, si elles existent, pour expliquer la différenciation des divers types de houilles associées dans un même gisement.

Lorsque j'ai décrit dans des mémoires précédents les structures ou cassures schisteuses des houilles j'ai pris soin de spécifier qu'il s'agissait bien d'une *schistosité particulière* de façon à souligner à la fois les différences qui existent entre ces clivages des charbons et ceux que l'on observe ordinairement dans les schistes proprement dits d'une part et d'autre part l'identité des phénomènes

(1) A. DUPARQUE, *loc. cit.*, voir les trois premiers mémoires cités.

considérés en eux-mêmes. Depuis cette époque il m'a été donné d'observer dans des schistes typiques les mêmes structures particulières que j'ai décrites précédemment dans les houilles et de vérifier ainsi l'exactitude de mon interprétation antérieure des dites structures.

Les trois mémoires que j'ai cités au début de cette note ont eu surtout pour but de *décrire* et de *figurer* les structures résultant des actions mécaniques qui ont affecté les couches de houille postérieurement à leur dépôt et de montrer que ces mêmes actions *n'ont eu que très peu d'influence sur l'évolution chimique des roches combustibles* dans les gisements du Nord et du Pas-de-Calais.

Le but du présent mémoire est de signaler et de décrire des échantillons de schistes montrant des structures identiques à celles que l'on rencontre si fréquemment dans les houilles, de souligner les analogies qui existent entre les clivages schisteux des charbons et des schistes et de préciser mes idées sur la genèse de ces structures.

Cette note comprendra trois parties consacrées respectivement à la description rapide des cassures particulières des houilles, à celle de l'antracite œillé de Messeix et de schistes houillers, cambriens ou archéens à structure œillée fibreuse ou en *cone in cone*. Une quatrième partie traitera de l'origine de ces délits schisteux particuliers.

I. — STRUCTURES OU CASSURES PARTICULIÈRES DES HOUILLES

Ces cassures ayant été décrites en détail antérieurement (1) seront rappelés très brièvement ici.

La *cassure normale* présente des caractères différents suivant la variété de houille considérée. *Grenue* ou au moins *chagrinée* dans les houilles à hautes teneurs en matières volatiles (M. V.) > 26 % qui appartiennent presque toutes dans notre bassin houiller à la catégorie

(1) *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. LII, p. 225 à 260.

des houilles de cutine (h. de spores et h. de cuticules) ; elle est souvent *lisse* et *brillante* dans les houilles à teneurs moyennes en matières volatiles (26 % > M. V. > 18 %) ou houilles à coke et surtout dans les houilles à faibles teneurs en matières volatiles (M. V. < 18 %) comprenant les houilles maigres, les houilles anthraciteuses et les anthracites dont la grande majorité et même la quasi totalité entrent au contraire dans la catégorie des houilles ligno-cellulosiques. Dans tous les cas ces cassures normales d'aspects assez différents présentent un caractère commun : *celui de permettre d'observer très facilement la structure stratifiée de la roche combustible*, même quand cette dernière, comme certains anthracites, paraît à première vue compacte et homogène.

Au contraire, les *cassures particulières* que j'ai décrites se retrouvent identiques à elles-mêmes *dans toutes les variétés de houille* des charbons flambants aux anthracites, et sont capables de *masquer complètement* la stratification de la houille et son véritable aspect ; des houilles mates pouvant acquérir grâce à une cassure conchoïdale un aspect brillant, tandis que des houilles brillantes peuvent perdre sous l'influence de certaines cassures fibreuses l'éclat qui les caractérise (1).

Ces cassures particulières qui modifient parfois complètement l'aspect réel des houilles peuvent se rapporter à deux types :

A. — *Cassures du type conchoïdal*

Elles se subdivisent naturellement en trois types secondaires :

- a) Les *cassures conchoïdales proprement dites* intéres-

(1) Il est probable que la plupart des anthracites mats qui ont été signalés par certains auteurs sont en réalité des anthracites normaux formés en majorité de charbon brillant, mais se débitant suivant des surfaces à cassures fibreuses et ternes.

sent de nombreux lits élémentaires de houille et peuvent se développer suivant des plages plus ou moins importantes (0 m. 05, 0 m. 10 et parfois plus). Quelle que soit la nature de la houille (mate ou brillante), elle donne naissance à des *surfaces brillantes* largement onduleuses présentant des *stries concentriques* et parfois des *stries radiaires* masquant le plus souvent la stratification des lits élémentaires même lorsqu'elle se développe normalement à cette stratification. Elles peuvent faire croire fréquemment au caractère amorphe et homogène (non stratifié) de houilles parfaitement stratifiées et hétérogènes.

b) Les *cassures en languettes* présentent le même aspect que les précédentes, mais s'en distinguent par un développement moindre, leur surface de forme rectangulaire étant toujours assez réduite pour n'affecter que quelques lits d'un échantillon (1), caractère qui permet leur répétition dans la masse d'une même gaillette. Douées d'un éclat assez vif ces languettes, lorsqu'elles sont continues, peuvent donner une *fausse allure stratifiée* suivant des directions quelconques obliques ou parallèles au plan de stratification réel du charbon. Ces languettes imitent parfois à s'y méprendre l'aspect des lits de houille brillante (Vitrain).

c) Les *cassures œillées* sont des cassures conchoïdales qui se développent suivant des petites plages arrondies dont les dimensions ne dépassent guère quelques millimètres, mais peuvent atteindre un centimètre et même plus. Ces plages sont souvent fort nombreuses et se répètent suivant des plans parallèles, donnant une apparence écailleuse rappelant, dans certains cas, l'empilement des tuiles d'un

(1) De telles cassures en languettes sont visibles à la partie supérieure et à la partie inférieure de l'échantillon représenté par la figure 1, planche A (p. 232) parue dans les *Annales de la Société Géologique du Nord* (tome LII, 1927). Dans la partie supérieure des languettes se répètent parallèlement à elles-mêmes. Dans la partie inférieure la languette unique imite un lit de houille brillante (Vitrain).

toit, (1). Chaque plage peut présenter des stries concentriques et des stries radiaires qui rappellent le tracé des figures de percussion bien connues des minéralogistes.

Quelle que soit la nature des lits intéressés (houille mate = Durain; houille semi-brillante = Clarain; houille brillante = Vitrain) les surfaces ou les plages des cassures conchoïdales, en languettes ou œillées, sont uniformément brillantes et paraissent homogènes. Seuls les lits ou lentilles de Fusain, inaptes à prendre leur lustre particulier, conservent leur aspect primitif.

B. — *Cassures du type fibreux*

Ces cassures sont caractérisées par des surfaces de facile éparation, limitant parfois de toutes parts certaines gaillettes de houille, ayant pour caractère essentiel une *structure fibreuse fine ou grossière*, passant quelquefois à une véritable *structure cannelée*. Ces surfaces, souvent très complexes, prennent des aspects différents suivant l'arrangement des fibres. On peut ainsi distinguer :

a) Les *cassures fibreuses* où les fibres sont sensiblement parallèles.

b) Les *cassures fusiformes* où les fibres sont disposées en fuseaux (2).

c) Les *cassures en « cone in cone »* où les fibres sont disposées de façon à donner cet aspect si caractéristique de cônes en creux ou en relief emboîtés les uns dans les autres (3).

Les surfaces à cassures fibreuses fusiformes ou en *cone in cone* sont tantôt *brillantes* et tantôt *ternes* sans que ce caractère paraisse lié à la nature mate ou brillante de la houille qui les présente dont elles masquent complètement l'aspect stratifié et l'hétérogénéité. Elles se

(1) Voir : *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, pl. A, p. 232. et la figure 2 du texte.

(2) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927, pl. C, p. 240.

(3) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927 pl. B, p. 233.

développent uniformément, sauf sur le passage des lits de Fusain qui ne sont pas affectés par elles.

Les cassures en *cone in cone* qui, contrairement à l'opinion de Twenhofel (1), sont *extrêmement fréquentes dans les houilles*, se rencontrent indifféremment dans toutes les variétés de charbon, des houilles les plus grasses aux anthracites les plus maigres.

Les cassures des deux types (type conchoïdal et type fibreux) se répètent toujours parallèlement à elles-mêmes et constituent des *délits schisteux* de nature particulière. Ordinairement on observe dans la masse d'un échantillon plusieurs de ces délits schisteux dont le mieux marqué correspond vraisemblablement à une direction normale à la poussée tangentielle. Assez fréquemment les deux types de cassures peuvent coexister dans un même échantillon.

Les cassures du type conchoïdal semblent bien dériver de phénomènes de compression sans glissement appréciable des parties en contact.

Les cassures du type fibreux proviendraient, au contraire, de pressions accompagnées de phénomènes de glissement d'amplitudes variables qui se sont produits suivant une direction sensiblement normale à celle de la force génératrice de la schistosité. L'existence fréquente de *petites failles* très souvent observables au microscope et parfois à l'œil nu dans les échantillons qui présentent cette cassure, confirme cette manière de voir.

Les cassures du type fibreux passent insensiblement par toute une série de formes intermédiaires aux surfaces courbes ou planes à éclat spéculaire, connues sous le nom de *miroirs de glissement* fréquemment observables dans

(1) TWENHOFEL. — Treatise on sédimentation, p. 515. L'auteur dit en substance: *Cone in cone is a structural feature found in shales and rarely in coal*. Si l'on en juge par nos houilles et par les schistes des Ardennes, il faudrait dire, au contraire, que les *cone in cone* très fréquents dans les houilles sont au moins relativement rares dans les schistes.

certaines parties des veines de houille, caractère qui vient renforcer l'hypothèse que les dites cassures se sont bien produites lorsque la compression a provoqué non seulement des phénomènes de lamination, mais encore un certain décalage (petites failles) des masses lamellaires déterminées.

Les surfaces à cassures particulières sont le plus souvent exemptes de tous minéraux secondaires. Ces derniers n'existent que dans le cas particulier où il y a eu *décollement* suivant les plans de clivage et formation de vides où sont venues cristalliser certaines substances postérieurement au phénomène qui a donné naissance à la schistosité. Ce caractère est bien mis en évidence par le fait que les formes cristallines de la Pyrite et de la Marcassite (1). ne sont pas toujours en rapport avec l'allure des cassures (2).

En règle générale, les cassures particulières bien visibles à l'œil nu *passent inaperçues* à l'observation microscopique, la structure des houilles qui les présentent étant absolument normale et identique en tous points à celle des houilles analogues à cassures ordinaires (3). Seules les petites failles et les fentes à remplissages de minéraux secondaires peuvent dans certains cas les déceler, encore que de tels accidents se rencontrent aussi

(1) Ces deux formes du bisulfure de fer sont les minéraux les plus fréquents que l'on observe suivant les surfaces de clivage schisteux des houilles. La Calcite, la Sidérose et des sulfates de fer sont des minéraux de remplissage que l'on rencontre plus rarement.

(2) Ces cristaux, souvent globuleux, ne sont pas en rapport par leurs formes et par leurs dispositions avec les stries concentriques ou radiales des cassures conchoïdales ou avec les fibres ou stries des cassures fibreuses. Il est évident que dans la plupart des cas les minéraux constituent un remplissage de vides préexistants.

(3) Voir les figures 6 à 9 (*Ann. Soc. Géol. Nord.* t. LII, 1927. pl. IV) qui représentent la structure microscopique de houilles à cassures particulières appartenant aux quatre grands types de charbons du Nord de la France.

fréquemment dans les houilles à cassures normales. Ce caractère (invisibilité au microscope des surfaces à cassures particulières ou tout au moins de leurs traces), montre bien la véritable nature de ces cassures et des causes qui les ont déterminées. *Il n'est pas douteux que le phénomène résulte du développement, dans la masse des houilles qui les présentent, de surfaces de grande cohésion auxquelles correspondent au contraire, suivant une direction sensiblement perpendiculaire, un minimum de cohésion.* Le fait que ces surfaces de grande cohésion (délits schisteux ou clivages) se manifestent le plus souvent dans un même échantillon *selon plusieurs directions, indique bien que l'arrangement de la matière qui leur a donné naissance résulte de tensions internes que seuls des phénomènes de compression permettent d'expliquer dans le cas particulier des houilles et que justifie pleinement la structure du gisement du Nord de la France, structure attestant le développement de plissements orogéniques intenses.*

Le mode de gisement des houilles à cassures particulières vient confirmer cette manière de voir. Ces houilles se rencontrent indifféremment *dans toutes les parties du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais*, aussi bien dans les régions disloquées du bord sud où s'observent des phénomènes de renversement, de charriage et de plissement intense générateur des grandes failles, que dans les zones beaucoup moins tourmentées de la bordure nord. En règle générale ces houilles à cassures spéciales se rencontrent dans des parties des veines de charbon comprises entre des zones où la houille est normale et d'autres où la roche combustible, broyée et laminée, fortement imprégnée de substances minérales par suite d'infiltrations secondaires, présente une fragilité et des teneurs en cendres telles qu'elle n'est plus commercialement exploitable. Il est donc évident que ces cassures particulières se sont développées dans des zones localisées où les veines de houille ont subi de fortes pressions, mais

ont su résister dans une certaine mesure aux actions qui tendaient à les déformer, cette résistance étant rendue possible par le développement d'une schistosité.

Comme je l'ai montré dans mes notes antérieures, le développement des cassures particulières n'a pas sensiblement affecté la composition chimique des houilles et s'observe indifféremment dans toutes les variétés de houille des charbons gras flambants (M. V. = 40 à 45 %) aux houilles anthraciteuses les plus maigres (M.V. = 8 %).

En résumé, l'étude des houilles à cassures particulières conduit à cette conclusion que ces cassures résultent d'une véritable *schistosité* en rapport avec les phénomènes orogéniques qui ont donné au bassin houiller sa structure actuelle, schistosité qui s'est développée *sans modifier sensiblement les caractères pétrographiques et chimiques des houilles où on l'observe.*

II.— ANTHRACITE A CASSURES CONCHOÏDALES, EN LANGUETTES ET A CASSURES OÛILLÉES DE MESSEIX (PUY-DE-DÔME)

Le Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais ne contient pas de combustibles classés par les techniciens dans la catégorie des anthracites, les charbons les plus maigres exploités sur le bord nord du gisement appartenant au type des houilles anthraciteuses (M.V. = 8 à 10 %).

L'étude de l'anthracite de Messeix va donc me permettre d'étendre mes observations concernant les charbons oûillés à une catégorie de combustibles que je n'avais pu examiner jusqu'ici.

Le charbon de Messeix (Puy-de-Dôme) est un *anthracite typique* dont la haute valeur marchande fait la richesse de la concession qui l'exploite, concession dont l'exiguïté se trouve compensée par la grande épaisseur des veines de combustible. Au point de vue pétrographique, cet anthracite, que j'ai étudié en collaboration avec

Mlle Simone Lefranc (1), est identique à la majorité des houilles anthraciteuses du Nord de la France et appartient à la catégorie des charbons ligno-cellulosiques.

Je suis en possession d'un certain nombre d'échantillons d'anthracite de Messeix (2) qui montrent des cassures particulières remarquables.

La plupart sont du type conchoïdal ou en languettes, mais un certain nombre du type œillé sont d'une rare beauté. Elles ne sont pas sensiblement différentes de celles que j'ai figurées antérieurement et les croquis schématiques et explicatifs que j'ai donnés peuvent leur être appliqués (3). Ces cas ures œillées qui seront figurées dans un mémoire ultérieur (4) peuvent être rapportées à deux variétés. La première présente des contours ovulaires, des zones concentriques et des stries radiaires, rappelle à première vue des sections de tiges, de branches ou de pétioles (5). La deuxième variété identique à la précédente comporte en plus autour des zones concentriques, une large auréole plane de forme grossièrement rectangulaire montrant seulement quelques stries radiaires. Ces ensembles présentent l'aspect typique des figures de percussion ou de compression. Comme dans les houilles du Nord de la France, ces cassures œillées se manifestent

(1) Simone LEFRANC et André DUPARQUE. — Etude lithologique de houilles de Langeac et de Messeix. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LV, 1930, p. 86 à 99, Lille, 1930.

(2) Je dois ces échantillons à l'amabilité de M. Paul BERTRAND auquel je suis heureux d'exprimer ici tous mes remerciements.

(3) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII (1927), fig. 1, (pl. A); figure schématique 2, p. 228.

(4) *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. XI, pl. LXV (en cours de publication).

(5) Je rappellerai ici que mes recherches microscopiques poursuivies depuis plus de sept années, grâce à une méthode qui a fait ses preuves, ne m'ont jamais permis d'observer dans la houille des sections de tiges, de rameaux ou de pétioles que certains auteurs prétendent avoir reconnues antérieurement, mais qu'ils n'ont jamais figurées.

suivant plusieurs plans parallèles et possèdent tous les caractères d'une schistosité à allure particulière qui s'est développée obliquement par rapport au plan de stratification de la veine d'anhracite.

Cette étude de l'anhracite œillé de Mes. six vient heureusement compléter mes publications antérieures, en montrant que des anhracites vrais peuvent présenter cette cassure particulière que l'on observe aussi bien dans les houilles grasses que dans les houilles maigres. Elle vient confirmer mes précédentes conclusions que cette cassure est une *structure secondairement acquise* qui ne justifie pas la distinction de la catégorie des *charbons œillés* (Augenkohle des auteurs allemands), cette structure secondaire pouvant affecter tous les types de roches combustibles et se rencontrant aussi bien dans les anhracites que dans les houilles bitumineuses, les cannel-coals ou gayets et les lignites.

III. — SCHISTES A STRUCTURES OÏLLÉES, FIBREUSES ET EN « CONE IN CONE »

Je décrirai dans la troisième partie de cette note des échantillons de schiste présentant respectivement des cassures œillées, fibreuses et en *cone in cone* en tous points comparables à celles que montrent les houilles dont j'ai parlé précédemment, description qui me permettra de vérifier dans le cas particulier de ces schistes l'opinion que j'ai émise antérieurement concernant *l'origine purement mécanique* de ces structures secondaires des houilles et des autres roches combustibles.

A. — Schiste à structure œillée

J'ai rencontré fréquemment la cassure œillée dans les houilles où on l'observe, il est vrai, beaucoup plus rarement que la cassure fibreuse. Le Musée houiller de Lille en possède néanmoins de très beaux échantillons provenant des concessions de Bruay (houilles très grasses) et d'Ostricourt (houilles maigres).

Elle a été décrite dans les Cannel Coals américains par Ashley (1) qui l'a figurée sous le nom de « curly » ou de « Bird's-Eye » Cannel Coal.

La structure œillée est également assez fréquente dans les combustibles d'âges secondaire et tertiaire où elle se manifeste surtout dans des lignites (Braunkohle) du type *Pechkohle* que les auteurs allemands nomment *Augenkohle*. Elle a été figurée notamment par Hofmann (2), Stutzer (3) et R. Potonié (4).

La récente trouvaille dans un schiste houiller d'une cassure œillée typique me permet aujourd'hui de montrer que cette structure secondaire particulière se retrouve identique à elle-même dans une roche sédimentaire à grain fin bien différente des lignites, des Cannel-Coals et des houilles.

Avant de décrire cet échantillon de schiste, je tiens à bien spécifier que le terme *structure œillée* que je lui appliquerai est conforme à la terminologie que j'ai du reste empruntée aux auteurs allemands en ce qui concerne les charbons. Malgré son homonymie ce terme désigne donc des aspects analogues ayant une toute autre origine que la structure œillée si fréquente dans les roches schisto-cristallines, notamment dans les gneiss, où elle est due à la présence de cristaux de feldspath de taille beaucoup plus grande que les éléments cristallins dominants.

L'échantillon en question a été trouvé par M. Pierre Pruvost lors du débitage de schistes provenant du toit de la 1^{re} Passée au mur de la Veine *Julie*, à la Fosse N^o 5 des Mines de Nœux.

(1) GEORGE H. ASHLEY. — Cannel Coal in the United States. U. S. Geological Survey. Bull. 659, Washington, 1918.

(2) A. HOFMANN. — Ueber Kreis-oder Augenkohlen in Braun- und Swarzkohlenflöze. *Sitzungber. Kgl. böhm. Ges. d. Wiss.*, 1909.

(3) O. STUTZER. — Allgemeine Kohlengeologie, 1923.

(4) R. POTONIÉ. — Einführung in die Allgemeine Kohlenpetrographie, p. 53 à 61, figures 11 à 14.

Cette roche houillère est un schiste à grain assez fin, à empreintes végétales flottées, étalées bien à plat parallèlement au plan de stratification et parmi lesquelles j'ai pu déterminer une feuille de Cordaïte. Un délit schisteux très imparfait, sensiblement perpendiculaire à la stratification, détermine son débitage en blocs assez irréguliers. C'est suivant ce délit schisteux que s'est manifestée une *structure œillée typique* ⁽¹⁾ présentant des stries concentriques et des stries radiales en tous points comparables à celles des houilles.

La cassure œillée se trouve ici en relation étroite avec la schistosité générale de la roche, schistosité typique qui s'est développée presque normalement au plan de stratification du schiste en question.

B. — *Schiste à structure fibreuse ou fusiforme*

L'échantillon que je décrirai ici est exposé dans les collections générales du Musée géologique de la Ville de Lille. Il a été recueilli en 1873 par Jules Gosselet, à Morlaix (Bretagne). Ce schiste azoïque est catalogué comme « *Schiste gaufré* ».

Ce schiste est de couleur verte, avec çà et là des reflets lustrés à éclat vif, sériciteux. Les deux faces dominantes de l'échantillon sont des surfaces complexes représentant la direction de la schistosité et montrant une *structure cannelée, fibreuse*, identique à celle que j'ai décrite antérieurement dans certaines houilles. Abstraction faite de la couleur des échantillons, ce schiste azoïque possède un *aspect rigoureusement identique* à celui de la houille à cassure fusiforme de la Veine N° 25 de la Cie des Mines de l'Escarpelle que j'ai figurée antérieurement ⁽²⁾.

(1) Cette cassure particulière des schistes comme les suivantes seront représentées ultérieurement dans un mémoire en cours de publication. (*Mém. Soc. Géol. Nord*, t. XI, pl. LXV).

(2) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927, pl. C, p. 240.

Ici encore la structure cannelée, fibreuse, décrite antérieurement comme structure gaufrée, apparaît incontestablement comme une manifestation particulière de la schistosité vraie du schiste en question.

C. — *Schiste à structure en « cone in cone »*

La roche qui fera l'objet de la description suivante figure dans les vitrines du Musée Gosselet, où elle est désignée comme la précédente par le qualificatif de *schiste gaufré*. Elle provient de la zone de Givonne; elle est attribuée au Revinien de Dumont et a été recueillie par Gosselet lui-même en 1879 à Givonne (Ardennes).

L'aspect de cette roche correspond à peu près à celui des schistes de la zone des quartzites de Givonne qu'a décrits Gosselet comme étant « *pailletés par des lamelles de phyllites, luisants, ondulés à la surface et comme gaufrés par un nombre immense de petits plis* » (1).

L'échantillon que je décrirai est un schiste à grain très fin, de couleur verte, à éclat soyeux franchement sériciteux par place, là où les lamelles de phyllites (vraisemblablement de séricite) sont plus nombreuses. Les faces dominantes du fragment qui correspondent évidemment à la direction de la schistosité sont des surfaces présentant des ondulations assez larges offrant l'allure typique des *cone in cone* et rappelant de très près l'aspect de la cassure particulière de la houille de la Veine Ste-Aline de la Cie des Mines de Marles que j'ai figurée antérieurement (2). Dans ce schiste les surfaces des cones montrent de fines stries onduleuses.

L'examen attentif de l'échantillon permet de se rendre compte que la structure en « cone in cone » ne représente ici qu'une forme particulière de schistosité.

(1) J. GOSSELET. — Esquisse géologique du Nord de la France, fasc. 1, p. 28, Lille, 1880.

(2) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LII, 1927, pl. B, p. 233.

En résumé de l'étude précédente, il résulte :

a) Que *certain*s schistes présentent les structures particulières que j'ai décrites dans les houilles sous les noms de cassures *œillées*, *fibreuses*, *fusiformes* ou en *cone in cone*.

b) Que dans les schistes étudiés ces cassures spéciales *doivent être considérées comme des manifestations particulières de schistosité* et dérivent par conséquent des actions mécaniques qui ont donné naissance à cette schistosité.

c) Que dans les schistes comme dans les houilles, les cassures *œillées* (variété de cassures conchoïdales) *sont beaucoup moins fréquentes que les cassures du type fibreux* (cassures fibreuses, fusiformes ou en *cone in cone*). Les schistes gaufrés sont en effet assez fréquents et les structures en *cone in cone* s'observant assez souvent dans les schistes (1), tandis que dans les houilles l'abondance des structures similaires repose sur l'ensemble de mes propres observations.

d) Que les termes de *cassures fibreuses*, *fusiformes* et *en cone in cone*, que j'ai employés dans la nomenclature au sujet des charbons, sont, à mon avis, dans le cas des schistes d'un emploi plus avantageux que le terme de *cassure gaufrée* employé pour désigner certains schistes, puisqu'ils permettent de distinguer parmi les schistes gaufrés des variétés aussi disparates que les deux échantillons des musées de Lille.

e) Ces constatations viennent confirmer l'opinion que j'ai émise antérieurement *que les cassures particulières des houilles résultent bien d'actions mécaniques (dynamométamorphisme) et correspondent à une véritable schistosité*.

(1) TWENHOFEL. — Treatise on sedimentation p. 515.

IV. — MÉCANISME DE LA FORMATION DES CASSURES
OU STRUCTURES PARTICULIÈRES DES HOUILLES
ET DES SCHISTES

Les observations précédentes me permettent de préciser certains points du mécanisme de la formation des cassures particulières des houilles et des schistes.

Les *cassures du type conchoïdal* (c. conchoïdale, en languettes ou œillée) se déduisent facilement d'une schistosité ordinaire par le seul fait qu'on admet que dans ce cas particulier le clivage schisteux, au lieu de se développer suivant des plans d'une certaine étendue, se manifeste seulement *suivant des plages plus ou moins réduites*. Il suffit alors de supposer l'action d'une force s'exerçant perpendiculairement à un plan parallèle au clivage pour expliquer une disposition spéciale des particules matérielles qui après certains frottements mutuels ont constitué finalement des surfaces de grande cohésion provoquant lors de la rupture la formation de plages brillantes plus ou moins parfaites, présentant à la fois des stries concentriques et radiaires qui indiquent que certaines forces de réaction se sont opposées à ces frottements.

L'explication de la formation *par simple action mécanique des cassures du type fibreux*, surtout des structures en *cone in cone*, paraît à première vue plus difficile, mais peut en réalité être donnée de façon fort simple.

On explique le développement de la schistosité grâce à une théorie émise presque simultanément par Baur, en Allemagne (1846), et en Angleterre par Sharpe (1847) (1) *qui admet que le clivage schisteux est dû à une tension interne qui se produit lorsque les couches étant soumises à une pression ne peuvent céder davantage à celle-ci.*

(1) J. DE LAPPARENT. — Leçons de pétrographie, p. 405, Paris, 1923.

Cette théorie a été vérifiée depuis par Daubrée (1) qui a reproduit artificiellement des phénomènes de lamination analogues à la schistosité naturelle en comprimant énergiquement des masses plastiques telles que des argiles compactes non stratifiées.

En ce qui concerne les houilles, cette conception se trouve vérifiée par le fait que j'ai pu observer le passage fréquent des cassures du type fibreux et en particulier des cassures en *cone in cone* aux miroirs de glissements. Ces derniers se manifestant surtout dans des veines de houille ou des parties de veines de houille broyées, laminées et mylonitisées (2), représentent sans contredit les cas où la roche a subi des pressions considérables ou a mal résisté à des pressions ordinaires. Au contraire, il est non moins évident que dans le cas des cassures fusiformes ou en *cone in cone*, les houilles ayant subi des déformations beaucoup moins importantes ont su mieux résister aux pressions qui les ont affectées. *Dans ces conditions, le développement d'une schistosité particulière n'apparaîtrait que comme un moyen de s'opposer à la force qui tendait à déformer les couches de houille.*

Or, dans une masse soumise à une forte pression résultant d'une poussée tangentielle, de la charge des sédiments qui la recouvre ou d'une cause locale quelconque, il n'est pas douteux qu'en même temps que se développaient les tensions internes génératrices de la schistosité, avaient lieu des glissements et des déplacements (3) de masses

(1) A. DAUBRÉE. — Etudes synthétiques de géologie expérimentale, Paris, 1879.

(2) J'aurai occasion de figurer dans un prochain mémoire en cours de publication (*Mém. Soc. Géol. Nord.* t. XI, pl. LI) une houille transformée en mylonite ou brèche d'écrasement.

(3) Au sujet des causes du *clivage schisteux*, P. FOURMARIER a écrit: « Partout il y a tendance au *refoulement de la matière* vers la zone axiale des grands synclinaux et le clivage schisteux marque qu'il en est bien ainsi, puisque ses plans convergent vers le centre du pli principal », et « On peut, d'ailleurs,

élémentaires, glissements et déplacements mis en évidence par l'existence des petites failles dont j'ai parlé précédemment; *ces phénomènes complexes tendant tous à atteindre un même but, celui, en amenant une décompression, d'enrayer l'action des forces déformantes.*

Il est évident que les glissements et les déplacements susceptibles d'amener une décompression, se trouvaient grandement facilités *lorsque les masses élémentaires affectaient la forme de cônes opposés par le sommet* qui, en jouant les uns par rapport aux autres, étaient susceptibles d'amener localement des diminutions d'intensité des tensions internes.

La formation de ces structures ou cassures particulières peut s'expliquer par le schéma de Haug destiné à rendre compte des causes de l'inclinaison uniforme de la schistosité dans une série plissée (1). Ce schéma montre bien la décomposition en deux forces de la poussée tangentielle, forces dont l'une a fait naître perpendiculairement à sa direction des plans ou des surfaces de schistosité, tandis que l'autre agissant dans une direction sensiblement perpendiculaire à la première a été susceptible de provoquer les glissements (petites failles) dont j'ai parlé plus haut.

En dernière analyse, la formation de surfaces schisteuses en *cone in cone* ou fusiforme, de même que les contours fusiformes des fibres élémentaires de ces mêmes sur-

montrer par des faits plus localisés que le *clivage schisteux est bien dû à un véritable flux de la matière* ». Consulter :

P. FOURMARIER. — Le clivage schisteux dans les terrains paléozoïques de la Belgique. *Congrès Géol. Int.*, XIII^e Session, Belgique, 1922 comptes-rendus, 1^{er} fascicule, p. 527.

En ce qui concerne les houilles, mes propres observations me permettent d'affirmer que le clivage schisteux s'est développé non seulement par *refoulement de la matière*, mais encore par une *division de la roche en compartiments, compartiments qui ont joué les uns par rapport aux autres* et dont l'existence est prouvée par la présence de petites failles.

(1) E. HAUG. — *Traité de Géologie*, t. I, p. 227, figure 84.

faces (1), auraient eu surtout pour but la réalisation dans la masse des roches soumises à de fortes pressions de compartiments à formes géométriques telles qu'elles facilitaient considérablement la résistance de ces roches aux pressions déformantes en rendant plus facile le jeu de ces compartiments les uns par rapport aux autres. Cette formation ne serait donc qu'une manifestation de la tendance qu'ont les particules de matières à s'écouler vers les zones de moindre compression qu'a invoquée P. Fourmarier (2) et qu'ont mis en évidence les expériences de Daubrée.

Les cassures du type fibreux et en particulier les cassures en *cone in cone* (3), si fréquentes dans les houilles

(1) J'ai insisté antérieurement sur le fait que les fibres ou cannelures caractéristiques des cassures simplement fibreuses, mais qui caractérisent également les cassures fusiformes et en *cone in cone* s'amincissent vers leurs extrémités et affectent elles-mêmes l'allure de fuseaux. (Voir: *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. LII, 1927, p. 250).

(2) P. FOURMARIER. — *loc. cit.*, p. 317.

(3) C'est à dessein que j'ai employé ici le terme *cassure en cone in cone* et non le terme *cone in cone*. Je n'entends expliquer de la façon indiquée que les structures en *cone in cone* que j'ai observées dans les houilles et dans les schistes que j'ai examinés. J'estime que ces explications sont valables pour la plupart des schistes gaufrés, mais n'ai nullement la prétention d'affirmer que toutes les structures en *cone in cone* des schistes ont cette même origine.

N'ayant pas envisagé la question des *cone in cone* dans sa généralité, il ne m'a pas paru nécessaire de donner dans cette note la bibliographie de cette question, bibliographie que j'ai d'ailleurs publiée dans un mémoire antérieur. Consulter à ce point de vue :

A. DUPARQUE. — *Bull. Soc. Géol. France*, 4^e série, t. XXVIII 1928, p. 481, note infrapaginale 3.

Je rappellerai simplement que Twenhofel (*loc. cit.*, p. 517-518) semble attribuer la formation des *cone in cone* à des phénomènes de cristallisation, d'épigénie cristalline et à certains déplacements mécaniques. Dans les cas que j'ai étudiés (houilles et schistes gaufrés), les phénomènes peuvent s'expliquer beaucoup plus simplement par le seul jeu des pressions génératrices de la schistosité.

et plus rares dans les schistes, représenteraient donc *une forme de schistosité très particulière* susceptible d'avoir permis à ces roches de mieux résister aux fortes pressions qu'elles ont subi *et n'admettraient d'autres causes que les actions mécaniques résultant de ces pressions elles-mêmes*. Elles doivent toutes être considérées comme les résultantes d'un *dynamométamorphisme*.

Mes observations tendent donc à démontrer que dans le complexe sédimentaire houiller formé de couches alternantes de grès, de schiste et de charbon, la houille a été de toute évidence la roche qui s'est montrée la plus apte à acquérir la *schistosité* sous l'action des pressions qui se sont exercées lors des plissements qui ont déformé l'ensemble du gisement.

J'ai en effet pu constater que la schistosité si fréquente et si nette sous les formes que j'ai définies et décrites est bien plus développée dans les charbons que dans les schistes houillers où elle est le plus souvent très grossière quand elle ne fait pas complètement défaut. C'est un fait bien connu que la plupart des schistes houillers du Nord de la France et de la Belgique ne présentent pas une *schistosité véritable*, la division en lamelles étant presque toujours due à une *lamination parallèle au plan de stratification* qui n'est pas, comme l'a justement rappelé P. Fourmarier, un phénomène comparable à la division en feuillets suivant une orientation déterminée indépendante de la direction des strates (1).

La fréquence de la structure schisteuse que j'ai pu mettre ainsi en évidence dans les houilles du Nord de la France vient confirmer les opinions émises antérieurement sur les causes du développement inégal du clivage schisteux dans les roches différentes qui ont été soumises en même temps à de fortes pressions. P. Fourmarier a

(1) P. FOURMARIER, *loc. cit.*, p. 520.

en effet admis (1) que la schistosité n'a pu se développer dans la masse de roches soumises aux pressions consécutives aux poussées tangentielles *qu'autant que la charge* résultant de l'action des terrains surincombants *était suffisante pour assurer à ces roches une certaine plasticité.*

Ces considérations expliquent d'une façon très simple pourquoi dans un complexe sédimentaire, comprenant par exemple des alternances de schistes, de grès et de calcaires, seuls les schistes ont été capables d'acquérir le clivage schisteux, tandis que les mêmes forces déterminaient seulement une division en banes parallèles, plus ou moins épais, des couches gréseuses ou calcaireuses. Dans les cas envisagés la charge était bien suffisante pour permettre le développement de la schistosité dans les schistes et les roches de type voisins (grès psammites et schistes calcaireux), mais restait toujours beaucoup trop faible pour rendre possible la réalisation des mêmes phénomènes dans les grès et les calcaires.

La série sédimentaire houillère comprenant des houilles des schistes et des grès, nous offre un exemple tout aussi frappant que le précédent. Des connaissances antérieurement acquises sur les schistes et les grès qui forment les stampes stériles et de l'ensemble de mes observations sur les houilles il résulte que lors de la poussée hercynienne, où des plissements moins importants qui l'ont précédée, la charge du fait des sédiments surincombants était bien trop faible pour déterminer l'apparition du clivage schisteux dans les schistes houillers comme l'a très bien montré P. Fourmarier, *mais était néanmoins*

(1) P. FOURMARIER. — Les clivages schisteux dans les terrains paléozoïques de la Belgique, *loc. cit.*

— P. FOURMARIER. — De l'importance de la charge dans le développement du clivage schisteux. *Ac. Roy. Belgique, Bull. de la Classe des Sciences*, séance du 13 octobre 1923, n° 10, p. 454 à 458.

suffisante pour permettre le développement d'une schistosité très nette, bien que d'un type particulier, dans les houilles et les roches combustibles voisines (1).

Cette aptitude exceptionnelle des houilles à acquérir beaucoup plus facilement que les schistes eux-mêmes un clivage schisteux doit être rapprochée de ces observations de P. Fourmarier (2) qu'à différents niveaux du terrain houiller exploité « *certaines couches de schiste charbonneux, tendre, friable, se débitent en gros feuilletés inclinés sur la stratification* et présentent par conséquent, une schistosité véritable. La plasticité plus grande de ces schistes charbonneux, eu égard à celle des schistes houillers ordinaires, semble bien liée à *leur grande richesse relative en substances organiques d'origine végétale* et souligne ce fait bien connu, mais qu'il n'est peut-être pas inutile de rappeler à propos du cas particulier des houilles, que la nature de la roche est le principal facteur qui rend possible ou contrarie le développement du clivage schisteux.

De l'exposé précédent on peut tirer certaines conclusions qui permettent de donner une explication plus précise de l'aptitude de certaines roches à acquérir la schistosité, que celle qui consiste à admettre que ces roches étaient, toutes choses égales d'ailleurs, plus plastiques que leurs voisines, *explication susceptible de mettre en évidence les causes de cette plasticité même.*

Les roches houillères à clivages schisteux dont j'ai parlé précédemment contiennent toutes en proportions variables des *substances colloïdales* de nature *minérale* (variétés d'argiles colloïdales des schistes, des grès psam-

(1) J'ai rappelé antérieurement que la *structure aillée* avait été observée dans les Cannel-Coals. (Voir ASHLEY, *loc. cit.*). J'ai pu observer moi-même dans un pseudo-cannel-coal de la Concession d'Anzin une *caissure fibreuse* typique.

(2) P. FOURMARIER, *loc. cit.*, (Les clivages schisteux dans les terrains etc...), p. 520.

mitiques argileux et des schistes calcaireux) ou *organique* (substances colloïdales d'origine végétale ou animale des houilles et des charbons spéciaux (Bogheads, Cannel-Coals).

Or, nous avons vu d'une part *que les houilles constituées uniquement de substances colloïdales sont plus aptes que les schistes à acquérir le clivage schisteux* et que, d'autre part, *les schistes charbonneux plus riches que les schistes houillers ordinaires en ces mêmes substances colloïdales, acquièrent une schistosité grossière, mais vraie, qui fait presque complètement défaut dans ces derniers.*

Dans ces conditions, il paraît évident que dans la série de roches envisagée (schistes et roches voisines, houilles et combustibles spéciaux), *la plasticité résultant de la charge des sédiments surincombants qui s'identifie avec l'aptitude à acquérir la schistosité semble liée aux quantités de substances colloïdales en présence et se trouve en quelque sorte mesurée par le pourcentage de ces substances colloïdales entrant dans la composition d'une quelconque de ces roches.* Cette aptitude, très grande pour les houilles constituées presque intégralement de substances colloïdales reste encore appréciable dans les schistes charbonneux qui renferment de notables proportions de ces mêmes substances et devient presque nulle dans les schistes houillers ordinaires qui en contiennent beaucoup moins.

La fréquence des délits schisteux des houilles serait donc en rapport, à mon avis, avec la *nature essentiellement colloïdale* de ces roches combustibles, nature qui se prêtait particulièrement bien au développement de tels phénomènes générateurs de structures secondaires.

CONCLUSIONS

De l'étude précédente, on peut tirer les conclusions suivantes :

- 1° Les *structures particulières* (s. œillées, fibreuses ou

en *cone in cone*) que j'ai décrites antérieurement dans les houilles s'observent plus rarement, il est vrai, *dans certains schistes*.

2° Dans ces schistes, ces structures apparaissent nettement *comme des manifestations particulières de la schistosité* et ont incontestablement une origine *purement mécanique*.

3° Ces observations viennent entièrement confirmer mes conclusions antérieures qui attribuaient à une *véritable schistosité* les structures ou cassures particulières des houilles.

4° Malgré certaines contradictions récentes, mes observations me permettent d'affirmer que le *dynamométamorphisme*, générateur de cette schistosité, n'a exercé aucune action transformatrice appréciable sur les compositions pétrographiques et chimiques des houilles qui l'ont subi. Dans le domaine très spécial des houilles paléozoïques j'ai donc pu vérifier cette opinion de l'École pétrographique française *que le métamorphisme dynamique déforme, mais ne transforme pas*.

5° Dans la série sédimentaire houillère le *développement du clivage schisteux affecte de façon beaucoup plus parfaite les houilles que les schistes qui leur sont associés*. Il est donc certain que dans les conditions où la schistosité a pris naissance, les *houilles étaient plus aptes à acquérir cette schistosité* que les schistes eux-mêmes, cette aptitude étant à mon avis en rapport avec la *nature essentiellement colloïdale* de ces roches combustibles.

6° Les partisans de la *théorie autochtone* (théorie de la formation sur place ou formation par tourbage) ont maintes fois affirmé que la houille présente une stratification grossière qui pourrait bien n'être due qu'à une *sorte de schistosité* déterminée par le tassement ou la compression. En mettant en évidence les caractères vrais de la schistosité qui affecte certaines houilles, mes observations sont venues démontrer qu'au contraire *cette*

schistosité, quand elle existe, est une schistosité vraie qui tend à masquer complètement la stratification réelle de la houille, stratification qui, comme l'a toujours affirmé M. X. Stainier en ce qui concerne les nombreux charbons belges qu'il a observés est dans toutes les houilles que j'ai examinées jusqu'ici la plus fine et la plus parfaite qu'on puisse imaginer.

M. **Jouniaux** fait une communication sur le mode de formation du graphite.

M. P. Deleau (1) fait la communication suivante :

**Etude morphologique de sables du
Crétacé inférieur et moyen**
par **Paul Deleau**
(Pl. XI-XII)

L'étude que nous présentons est un essai de détermination des formes des grains de quartz des sables à l'aide d'une technique simple. Les grains nus, placés sur fond noir, éclairés latéralement par une lampe à arc, sont examinés à l'aide d'un microscope binoculaire.

I. — RÉSUMÉ DE QUELQUES ÉTUDES RÉCENTES
SUR LES SABLES.

Depuis quelques années, l'attention des géologues est attirée par la forme que peuvent donner aux grains de sable les divers agents du géodynamisme externe: vent, mer, eau de ruissellement.

En 1926, M. L. Cayeux communique au Congrès géologique de Madrid une belle étude sur les sables des déserts du Sahara et de Libye. Voici ses conclusions (2) :

(1) Communication faite en séance du 6 Novembre 1929 (voir Annales de la Société, LIV, p. 200). Manuscrit remis en Octobre 1930.

(2) L. CAYEUX. — Origine des sables des dunes sahariennes. Congrès géologique international, XIV^e session, 3^e fasc., p. 784-786, 1926.

1° La forme arrondie des grains de quartz ne peut être considérée comme le criterium des sables éoliens ,

2° Les grains les plus petits flottent dans l'atmosphère et restent anguleux.

3° Les éléments suffisamment gros s'arrondissent et revêtent un caractère dépoli remarquable.

M. Bourcart et M. V. Malycheff ont fait paraître en 1926 une étude sur les sables du Sahara (1). De l'examen des sables soumis à une action éolienne, ils tirent les conclusions suivantes :

1° Les plus gros éléments présentent un dépoli, un chagrinage et une forme sphérique remarquables ;

2° Au-dessous de 0 mm. 2 les éléments, toujours anguleux, paraissent être de éclats de formation récente.

Avant la publication des travaux précédents, en 1924, M. E.-B. Bailey avait abordé l'étude de la morphologie des sables en rapport avec leur origine.

Il s'était adressé à des sables fossiles, ceux du Crétacé du Morven (Ecosse) (2).

Les grains de quartz sont globuleux, leur surface est dépolie et chagrinée. Il remarque l'existence à peu près constante de grains de quartz globuleux dans la craie d'Irlande et d'Angleterre.

M. E.-B. Bailey a émis l'hypothèse d'une formation désertique de ces sables et de là à conclure à l'existence d'un désert au début du Crétacé il n'y avait qu'un pas. Il appuie cette hypothèse sur la silicification de la craie.

Généralement, les auteurs admettent que la forme du grain de quartz d'un sable dépend du genre d'érosion qu'il a subi.

La densité relative du grain par rapport au milieu

(1) J. BOURCART et V. MALYCHEFF. — Premiers résultats de recherches sur les sables du Sahara. *B. S. G. F.*, 4^e série, t. XXVI, p. 191-207, 1926.

(2) E.-B. BAILEY. — The desert shores of the chalk seas : extracted from the *Geological magazine*, vol. LXI p. 102-16, 1924.

joue un grand rôle dans l'élaboration de sa forme. Il faudra donc tenir compte de la force agissante (vent, courants marins et fluviale) et de la densité relative pour expliquer les différences de forme dans les grains.

II. — ETUDE DE SABLES ACTUELS

1° SABLES MARINS (Pl. 1, N° 1).

a) *origine* : plage de la côte N. de l'île de Batz; plage de Zuydeote; plage de Wimereux.

b) *aspect extérieur* : Les grains de quartz sont, en général anguleux, leurs facettes, soit qu'elles présentent une cassure fraîche et écaillée, ou un commencement de polissage, ont toujours l'éclat gras caractéristique du quartz. Les grains les plus gros (0 mm. 8, 1 mm.), arrondis, tendent souvent vers la forme galet; ils sont rarement subsphériques et jamais sphériques.

c) *grandeur en millimètres* : Le diamètre varie de 0 mm. 35 à 0 mm. 80, en général.

2° SABLES ÉOLIENS (Pl. 1, N°s 4., 5, 6) :

a) *origine* : Sable des dunes non fixées de Zuydeote, des dunes de formation récente de Wimereux, des dunes de Ste-Cécile (près de Dannes-Camiers), de la grande dune d'Aïn Sefra (Algérie, département d'Oran).

b) *aspect extérieur* : Les grains homométriques ont, en général, la forme de petites *sphérules*. Leur surface est *dépolie* et *chagrinée* et ne présente pas l'éclat gras caractéristique du quartz.

Les sables d'Aïn Sefra sont de couleur orange, couleur due à la patine.

a) *grandeur* : Le diamètre en millimètres est compris entre 0,25 et 0,60.

3° SABLES FLUVIATILES (Pl. 1, N°s 2, 3) :

a) *origine* : Sables de la Brame (sous-affluent de la Creuse, de la Creuse à Pionnat près de Guéret, de la Vienne à Aix-sur-Vienne.

b) *aspect extérieur* : Les grains sont hétérométriques, nous avons procédé à des tamisages dont les résultats moyens ont été reportés sur les graphiques ci-contre, la courbe présente un seul maximum.

Les grains de plus petit diamètre (jusqu'à 0 mm. 15) sont de petits éclats de quartz. La surface des éléments d'un diamètre supérieur à 0 mm. 15, est irrégulière, ce qui leur donne un *aspect saccharoïde*.

Les plus gros éléments (4 mm. \times 3 mm. \times 2 mm.) sont aplatis, ressemblent à des galets dépolis anguleux.

CONCLUSION. — En résumé, d'après cette étude :

1° Les *sables marins* sont formés de grains en général anguleux, leurs facettes présentent des cassures fraîches et conchoïdales et l'état *gras*.

2° Les *sables d'origine éolienne* ont des éléments arrondis, subarrondis, pas d'arêtes tranchantes, mais des parties saillantes usées. La surface des grains, dépolie et chagrinée, diffuse la lumière et l'éclat *gras* n'apparaît pas. La forme arrondie de l'élément tend vers la forme sphérule.

3° Les *sables fluviatiles* sont souvent anguleux, leur aspect est saccharoïde et ressemble beaucoup à celui du sucre de canne.

III. — ETUDE DE SABLES FOSSILES.

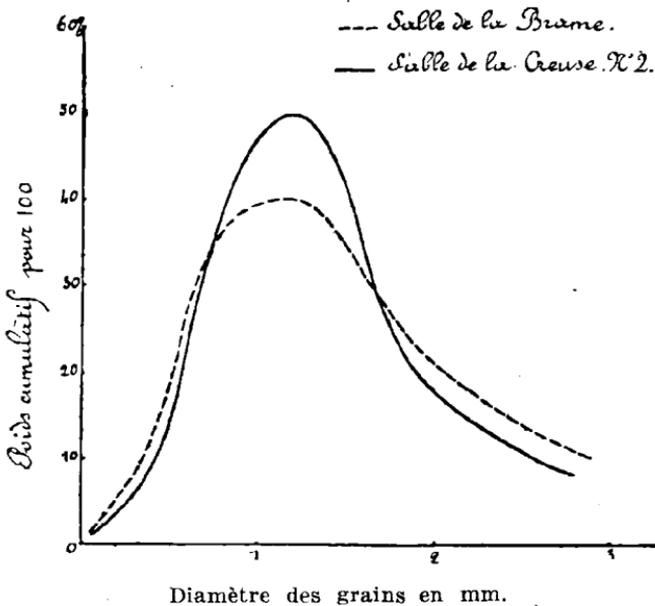
1° SABLES DU WEALDIEN (Pl. 2, N° 1). — Nous étudions sous ce vocable un certain nombre de sables remplissant ordinairement des poches dans les terrains primaires ou jurassiques et recouverts par des formations marines comprises entre l'Aptien et le Cénomaniens.

a) *Origine* : Hautrages (Belgique); falaise de Wimeux; Menty, près Samer; Menneville, près de Desvres; Néocomien de Rousies; Néocomien du Bois de Montaurieux (Avesnois); Aubrives (Ardennes); « Chaux Fours » (Tournai); Sondage Zémiards: torrent d'Anzin (concession d'Anzin); Néocomien de l'île de Wight.

b) *Aspect extérieur* : les grains sont, en général, hétérométriques non arrondis, mais sans arête vive, leur surface présente un aspect saccharoïde, des éclats de quartz forment une poussière abondante.

c) *Grandeur* : le diamètre suivant les échantillons varie de 0 mm. 01 à 1 mm. 8.

En résumé, les sables du Wealdien présentent tous les caractères des sables fluviaux.



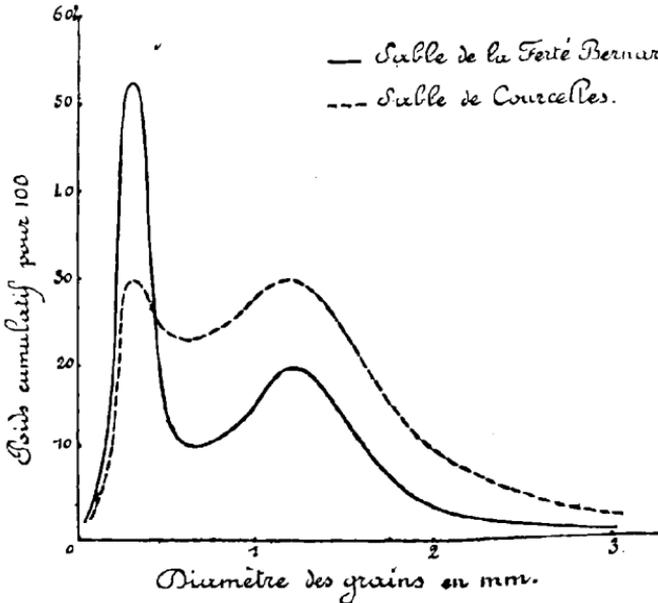
2° SABLES DU GAULT (Pl. 2, N° 2) :

a) *Origine* : Desvres, Wissant (Boulonnais); Grand-Pré (Ardennes) de la zone à *Douvilleiceras mamillare*.

Aspect extérieur : la couleur verte est due à des grains de glauconie de 0 mm. 30 de diamètre en moyenne, les éléments sont hétérométriques, en général, 80% des grains sont anguleux et à éclat gras, les autres sont arrondis en *sphérules*, *dépolies* et *chagrénées* et présentent l'aspect de grains roulés par le vent.

Grandeur : de 0 mm. 25 à 0 mm. 80, rarement 1 mm. et 2 mm. comme diamètre.

Nous remarquons la présence constante de quartz globuleux dépolis, chagrinés, d'un diamètre moyen de 0 mm. 30 à 0 mm. 40.



Ces grains sphériques globuleux présentent les caractères des sables éoliens. Ces grains probablement remaniés plusieurs fois auraient pu être polis pendant la période de dénudation pré-erétacée qui a intéressé le Boulonnais et l'Armorique.

3^o SABLES DU PERCHE (Pl. 2, Nos 3, 4, 5) :

Position stratigraphique (1) : Les sables du Perche constituent la partie supérieure du Cénomaniens, reposant sur une marne glauconieuse. l'étage des sables du

(1) A. DE LAPPARENT. — *Traité de géologie: géologie proprement dite*, t. II, p. 1328, 1900.

Perche est caractérisé par *Ammonites navicularis*, *Ostrea carinata*, *Rhynchonella compressa*, *Trigonia crenularis* et correspond à la zone à *Actinocamax plenus*.

Origine : La Ferté Bernard (carrière du Château de Plice à 400 m. de la route nationale de Paris au Mans. Les environs de Malicorne : Courcelles, Bousse et Arthèze.

Caractères généraux : les éléments sont toujours hétérométriques, les sables de la Ferté Bernard sont roux et ne contiennent pas de glauconie, ceux de Courcelles sont roux, mais on y trouve quelques grains de glauconie, ceux de Bousse et d'Arthèze sont jaune verdâtre, teinte due à la glauconie. Ces sables ont été tamisés, les résultats moyens des tamisages ont été reportés sur des graphiques, comme précédemment, pour les sables fluviaux, les courbes présentent deux maxima. Les éléments les plus petits (de 0 à 0 mm. 15) sont constitués par des éclats de quartz, les moyens de 0 mm. 15 à 0 mm. 60 sont subarrondis, les faces de choc tendent à disparaître sous un dépoli et une usure plus ou moins avancés.

Les grains de 0 mm. 6 à 1 mm. sont arrondis, leur surface est nettement dépolie, chagrinée, les parties saillantes présentent très peu l'éclat gras. Ces caractères sont des caractères de sables éoliens. Les éléments d'un diamètre supérieur à 1 mm. 5 sont arrondis et aplatis comme des galets de rivière.

IV. — CONCLUSION SUR LES SABLES DU PERCHE

En résumé, ils sont constitués :

1° par une poussière de quartz (diamètre : 0 mm. 01 à 0 mm. 15), petits éclats détachés des gros grains, beaucoup plus par une action torrentielle que par une action éolienne ;

2° des éléments fins et moyens anguleux, subanguleux, rarement subarrondis, ils ont un caractère fluvial, leur surface présente un aspect finement saccharoïde

masqué en partie pour les plus gros éléments de cette catégorie par une usure éolienne ;

3° des éléments gros (diamètre : 0 mm. 8 à 1 mm. 2) qui possèdent les caractéristiques éoliennes (sphérules à surface dépolie, chagrinée, patinée) ;

4° les plus gros ont la forme des galets des fins graviers de rivière, mais leur aspect arrondi et leur forme ellipsoïde permettent de supposer une usure éolienne.

Nous allons examiner les principaux caractères de ces sables.

1) CARACTÈRE ÉOLIEN :

a) *La patine.* — Les sables de Courcelles, de la Ferté Bernard sont patinés. Ceux de Bousse et d'Arthèze le sont peu. Cette patine concentrée dans les creux, donne une couleur rousse aux sables ; elle ne disparaît pas par un traitement de deux mois par l'acide chlorhydrique peu étendu.

« La patine est due à l'accumulation des sels dissous (sels riches en fer et en manganèse) dans la roche par l'eau qui vient s'évaporer à la surface » (1).

La patine indique un certain état de vieillesse du sable éolien.

« La patine qui recouvre les grains de quartz et donne aux grandes dunes cette couleur dorée ou rouge si surprenante contrastant avec le blanc des barkhanes et des mebkas qui sont des formes plus jeunes, indique que le sable est là depuis des siècles » (2).

La présence de ce vernis sur les grains de quartz indique une accumulation éolienne.

b) *Autres marques de l'action éolienne.* — La présence d'éléments arrondis, dépolis, chagrinés, d'un diamètre

(1) Emm. DE MARTONNE. — *Traité de géographie physique*. 4^e édition, p. 947.

(2) Emm. DE MARTONNE. — *Traité de géographie physique*, 4^e édition, p. 947.

moyen de 1 mm., d'éléments plus petits, 0 mm. 20 pouvant rester en suspension dans l'air assez longtemps, la présence de deux maxima à la courbe traduisant les résultats du tamisage (différente de celle des sables fluviatiles qui n'en présentent qu'un) et surtout la présence de la patine font apparaître une analogie entre les sables du Perche et les sables éoliens étudiés par M. L. Cayeux.

Le caractère éolien des sables du Perche ne peut paraître qu'évident si l'on se rappelle que les grains arrondis N° 4 (0 mm. 8 à 1 mm. 3) tendent vers la forme sphérule, les vents devaient alors être relativement violents, ce qui expliquerait la présence d'une grande quantité de quartz fin (0 mm. 20 de diamètre au maximum) non arrondi.

2) CARACTÈRE FLUVIATILE :

Mais nous ne pouvons passer sous silence le caractère originaire fluvial de ces sables, caractère qui apparaît comme le plus important à première vue. Comment expliquer la coexistence des caractères fluvial et éolien ?

En général, l'érosion fluviale précède l'érosion éolienne dans la décomposition des roches granitiques ou des roches mères des sables. Les grains de quartz acquièrent d'abord une forme fonction de leur origine, de l'érosion première fluviale, forme qu'ils perdent ensuite quand ils sont roulés par le vent et s'usent par friction.

L'hypothèse d'une période de pluies et de courants torrentiels antérieure aux dépôts des sables cénomaniens au Crétacé inférieur cadre bien avec nos résultats de recherches sur les sables wealdiens qui sont des sables fluviaux. Le très beau travail de M. le Chanoine Carpentier sur la flore wealdienne de Féron-Glageon (1) fournit encore une preuve à cette hypothèse: « Les Nilssonida de

(1) A. CARPENTIER. — La flore wealdienne de Féron-Glageon (Nord), *M. S. G. N.*, t. X, p. 111, 1927.

la flore de Féron, à feuilles coriaces, nous paraissent être des Xérophytes et le grand nombre de feuilles accumulées par place, plus ou moins brisées, donne l'impression de périodes de sécheresse suivies parfois brusquement de pluies et de courants d'eau torrentiels ».

Les grès grossiers, qu'on rencontre souvent à la base des dépôts wealdiens sont des témoins de cette érosion torrentielle active (1) et d'après M. le Chanoine A. Carpentier : « Cette érosion active est en relation avec l'existence de mouvements orogéniques, constatés en bordure N.-E. du bassin entre le Jurassique et le Crétacé (phase néocimmérienne de M. Stille) » (2).

M. Pruvost insiste sur ce point dans son étude sur la structure du Cap Gris-Nez (3) : « Les phénomènes de dénudation qui ont intéressé la région du Boulonnais pendant la période précrétacée ont commencé à se produire lors du mouvement épirogénique qui a provoqué le retrait de la mer portlandienne (4) ».

« Au Portlandien supérieur, la partie orientale du Boulonnais était soumise à l'érosion continentale. Ces phénomènes de dénudation ont duré jusqu'à l'époque hautérienne, ils n'ont pas suffi à conduire la région au stade de la pénéplaine. Cependant à certains indices on peut tout de même affirmer que l'érosion continentale a été relativement intense à cette époque ».

M. Pruvost cite un exemple typique dans le petit coin du territoire boulonnais compris entre Boursin, Couteville, Colembert, Bainghem. « Sur une surface de 25 km² une épaisseur de dépôts qui peut être évaluée à 75 m.

(1) A. CARPENTIER, *loc. cit.*

(2) Pierre PRUVOST. - Observations sur la structure du Cap Gris-Nez. *Bull. carte géologique de France*, XXVIII, 1923, Th. n° 156.

(3) Pierre PRUVOST, *l. c.* — Observations sur la structure du Cap Gris-Nez et sur les mouvements qui ont affecté le Pays boulonnais après le dépôt du Jurassique. *Bulletin carte géologique de France*, p. 169-237, 1925.

(4) P. PRUVOST, *l. c.*, p. 225.

en moyenne (totalité des étages rauracien, séquanien, partie de l'oxfordien et du kimméridgien) a été balayée par les agents atmosphériques. Ceci représente une masse de 1 million 875.000 m³ de matériaux, transportés par l'érosion précrétacée vers les lacs du Weald. Ce simple calcul, si imparfait soit-il, nous donne, parce qu'il représente un minimum, une idée de l'ampleur du phénomène dans le pays » (1).

Puis la mer crétacée envahit toute cette région au début de l'étage aptien (2).

En résumé, les sables du Perche seraient une arène provenant de la désagrégation des massifs granitiques et gneissiques de l'Armorique par des actions d'abord torrentielles, puis éoliennes et torrentielles combinées. Or, les sables du Perche sont des sables marins caractérisés par une faune marine et ils contiennent parfois de la glauconie.

3) CARACTÈRE MARIN :

Comment ces sables sont-ils devenus des sables marins? La transgression cénomaniennne ne peut expliquer ceci complètement (3), mais elle nous met en face d'un fait très important : la proximité de la mer. Ce massif armoricain méridional était en partie recouvert et, d'après M. L. Bertrand, « la brusque transgression cénomaniennne s'est d'ailleurs fait sentir sur la région orientale du massif armoricain. Un chenal a été envahi par les eaux du Cénomaniennne aux environs de Valognes séparant les terrains primaires du Cotentin de ceux du Massif armoricain proprement dit ».

(1) Pierre PRUVOST. — Observations sur la structure du Cap Gris-Nez et sur les mouvements qui ont affecté le Pays boulonnais après le dépôt du Jurassique. *Bulletin carte géologique de France*, 1925, p. 226.

(2) *Idem*, p. 227.

(3) Léon BERTRAND. — Histoire de la formation du sous-sol de la France. *Les anciennes mers de la France et leurs dépôts*, p. 151.

Cette proximité de la mer et l'existence probable de torrents temporaires dévalant des pentes assez raides, torrents alimentés par une recrudescence possible des pluies torrentielles à la fin de l'époque cénomaniennne, expliquent l'apport considérable de sables ayant des caractères éoliens et torrentiels dans la mer cénomaniennne, mer probablement calme, exempte de courants côtiers qui auraient pu trier et calibrer le sable, ou bien ce sable a été amené dans une sorte de golfe bien protégé.

Les sables du Perche constituent dans leur gisement actuel des sédiments marins caractérisés par *Acanthoceras navicularis*, *Ostrea carinata*,... et qui correspondraient à la zone à *Actinocamax plenus*. Nous venons d'expliquer comment on peut admettre leur présence dans la mer cénomaniennne. La glauconie qu'ils contiennent pourrait constituer une sérieuse objection à notre hypothèse, mais sa présence n'est pas générale, les sables de la Ferté Bernard n'en contiennent pas. Quand elle existe (sables des environs de Malicorne), elle est peu abondante, en petits grains et pourrait très bien provenir d'un remaniement des couches sous-jacentes: craie de Rouen, craie tuffeau à *Scaphites æqualis*, *Catopygus carinatus*, *Acanthoceras rotomagense*, *Turrilites costatus* et des marnes à *Acanthoceras mantelli* et *Pecten asper* (1).

La glauconie a dû avoir sa principale époque de formation dans les régions du Perche et avoisinantes durant l'Aptien, l'Albien, et le Cénomanienn inférieur et moyen. D'après Murray et Renard et M. E.-B. Bailey (2), « la glauconie semble apparaître dans sa forme la plus typique et la plus abondante le long des côtes escarpées où aucun grand fleuve n'apporte des matériaux détritiques dans la mer à une profondeur de moins de 2.000 m. et où les dépôts sédimentaires s'accroissent le plus lente-

(1) A. DE LAPPARENT. — Traité de géologie, Géologie proprement dite, t. II, 1900.

(2) E.-B. BAILEY. — The desert shores of the chalk seas, p. 102-103, 1924.

ment ». Selon M. E.-B. Bailey, les côtes de la mer crétaée ne sont pas nécessairement hautes, mais les rivières qui se jettent dans cette mer semblent de petites rivières et le climat, par sa sécheresse, en diminuant l'importance des rivières, a peut-être permis la formation dans cette mer de craie de sables verts. Ceci répond à la formation de la glauconie dans les mers de l'Aptien, de l'Albien et du Cénomanién inférieur.

Les rivières descendant de l'Armorique étaient nécessairement de petites rivières, mais à la fin du Cénomanién leur débit aurait pu être subitement accru et elles auraient pu entraîner dans la mer une grande quantité de sables et par cela même arrêter en ces endroits la formation de la glauconie. La présence de la glauconie, quand elle est peu abondante, peut être tout à fait accidentelle, nous en avons trouvée dans de nombreux échantillons recueillis sur la côte du Boulonnais et dans les dunes de Malo, près Dunkerque; cette glauconie vient très probablement de riches gisements des sables verts du Gault qui affleurent entre le Blanc-Nez et Wissant.

En résumé, ce travail décrit l'existence de grains de quartz ayant des caractères éoliens dans les sables de la base de la partie marine du Crétacé (Aptien, Albien, Cénomanién).

Dans la recherche des gisements primitifs de ces sables, nous pensons avoir démontré que les dépôts wealdiens ne sont pas de ce gisement, ils sont fluviaux.

Ces gisements ont-ils été complètement balayés, c'est possible, mais il est possible aussi, l'attention étant attirée sur ce point, que l'on puisse en retrouver.

Séance du 5 Novembre 1930

Présidence de M. Paul Bertrand

Le Président fait part à la Société de la mort de MM. **P. Termier**, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'École des Mines de Paris,

Directeur du Service de la Carte géologique de France ;
Ph. Glangeaud, Professeur de Géologie à la Faculté des
Sciences de Clermont-Ferrand.

La disparition prématurée de M. P. Termier met en deuil tous les géologues ; elle a été douloureusement ressentie par tous ceux qui ont approché l'illustre savant et qui ont pu jouir de son enseignement et de ses conseils affectueux. Ses travaux sur la tectonique alpine sont universellement connus. Notre collègue, M. P. Pruvost, a rempli le pénible devoir de représenter les géologues de Lille aux obsèques qui ont eu lieu à Grenoble.

M. Ph. Glangeaud est surtout connu par ses importants travaux sur les volcans du Massif central.

Sont élus membres de la Société :

M. **Edmond Bruet** Ingénieur diplômé, à Courbevoie (Seine) ;

Madame **Hélène Tchernowa**, Comité géologique russe, à Leningrad.

M. A. Briquet fait la communication suivante :

*Sur l'existence de sables marins
vers 30 ou 35 mètres d'altitude
à Saint-Valery-sur-Somme
par Abel Briquet.*

La présence de sables marins a été affirmée, au sud de Saint-Valery-sur-Somme, au niveau même des alluvions fluviales de la Somme dont la nappe couvre le plateau de Croix-l'Abbé.

Deux très petits fragments de bivalves marins auraient été recueillis dans ces sables. Ce serait donc là, à l'extrémité de la nappe alluviale, les débris d'un cordon littoral édifié par une mer dont le niveau a dû atteindre 32-33 mètres (1).

(1) DE LAMOTHE. — Les anciennes nappes alluviales et lignes de rivage du bassin de la Somme et leurs rapports avec celles de la Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. géol. de France*. 4^e sér., XVIII, 1918, notes et mémoires p. 24-25.

Les débris de coquilles marines auraient été découverts dans une tranchée qui recoupait un petit relief d'origine dunaire (1). Il n'en a pas fallu plus pour qu'on proclamât l'origine marine de tous les sables siliceux des deux rives de l'estuaire de la Somme, rapportés à une plage existant à 30 mètres d'altitude: première trace incontestable, assurait-on, de l'étage tyrrhénien sur la côte atlantique française (2).

L'observation remonte à une quinzaine d'années. Voici ce que montre actuellement le plateau de Croix-l'Abbé.

Il y a là, de 32 à 36 mètres d'altitude, les restes d'une nappe d'alluvions fluviales, formée de cailloux de silex et de sable et présentant une épaisseur d'environ 4 mètres. Ce sont les caractères habituels des alluvions anciennes de la vallée de la Somme. Le sommet des alluvions constitue la surface du plateau, leur base est sur des sables et argiles landéniens, eux-mêmes épais de 5 mètres au-dessus de la craie.

En certains points, alluvions quaternaires et sables tertiaires sont descendus au fond de poches ouvertes dans la craie par dissolution. Dans une poche de ce genre dont une des sablières du plateau montrait la coupe, on pouvait observer l'été dernier du beau sable blanc, meuble et bien calibré. Ce sable occupait le centre de la poche; il était sur chaque bord en contact avec les cailloux fluviaux, ceux-ci à leur tour avec le terrain tertiaire. Vers le fond de la poche cependant le sable blanc et meuble reposait sur du sable compact, jaunâtre et même noirâtre, peu épais et semblant rattaché à la nappe de cailloux. Ce pouvait être là un ancien sol formé par du sable d'alluvion fluviale, au-dessus des cailloux abandonnés par la rivière; le sable blanc recouvrit ensuite ce sol.

(1) C. DEPÉRET. — Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires. *C. R. Acad. des Sciences*, 167, 1918, p. 420.

(2) C. DEPÉRET, *ibid.*

Qu'il en soit ainsi ou non de ce dernier point, reste que du sable blanc s'est, sur une certaine épaisseur, déposé au-dessus des alluvions fluviales, avant d'être entraîné avec celles-ci par l'affaissement dans une poche de la craie. Mais le sable est fréquemment présent à la surface de la région littorale picarde, où il forme une couverture qui tient la place des limons plus argileux de l'intérieur : sorte de loess sableux dont les éléments auraient été empruntés aux plages marines contemporaines. Du sable éolien peut avoir ainsi recouvert les anciennes alluvions de la Somme.

S'il y a cependant un sédiment marin à Croix-l'Abbé, ce doit être ce sable blanc de la poche : son aspect ne dénie en rien une telle origine. La très grande rareté, pour ne pas dire plus, des coquilles s'expliquerait sans difficulté dans un dépôt d'âge quaternaire déjà ancien, où les eaux d'infiltration ont eu tout le temps d'en faire disparaître les traces. Dans la même région, ces coquilles manquent presque partout (1) dans les cordons littoraux pleistocènes ou pruques de la plaine maritime, pourtant moins élevés de niveau et donc plus récents.

Le sable qui a recouvert les alluvions fluviales de Saint-Valery est-il effectivement du sable marin ? Il faut alors admettre la succession suivante de faits. La mer est premièrement descendue assez bas pour permettre le creusement de la vallée de la Somme jusqu'au niveau du plateau, où se déposèrent les alluvions charriées par la rivière. Ensuite les eaux marines se sont relevées, de manière à envahir la partie inférieure de la vallée transformée en estuaire ; dans cet estuaire, elles ont abandonné le sable blanc, comme elles font maintenant le sable qui peu à peu comble l'estuaire actuel.

Un ensemble d'événements du même genre fut certai-

(1) G. DUBOIS. — Recherches sur le terrain quaternaire du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. du Nord*, VIII, 1, 1924, p. 191.

nement réalisé plus tard, lors du dépôt de sédiments marins sur une terrasse moins élevée de la vallée de la Somme, à Menchecourt, près d'Abbeville (1).

A Saint-Valery le sable, épais de plusieurs mètres sans doute au-dessus des cailloux, pouvait atteindre 40 mètres d'altitude. Mais il avait été abandonné par les eaux au moment de l'étale de haute mer, comme l'est maintenant le sable récent de l'estuaire. L'altitude de 40 mètres est celle de la haute mer d'alors, le niveau moyen de la mer se trouvait sans doute voisin de 35 mètres. Ce serait donc le même niveau qu'atteignit la mer à l'époque de la transgression tyrrhénienne en Méditerranée ; niveau qu'indiquent aussi les dépôts, d'origine certainement marine, des Downs de craie du sud de l'Angleterre, au voisinage de Portsmouth (2).

Toutes ces déductions n'ont rien d'in vraisemblable ; elles gagneraient cependant à s'étayer d'un appui moins frêle que la fugitive observation de deux fragments de coquilles.

M. J.-W. Laverdière fait la communication suivante :

**Contribution à l'étude des terrains paléozoïques
dans les Pyrénées Occidentales
par J.-W. Laverdière**

Ce travail, accompagné de neuf planches, a été présenté à la Société, qui a bien voulu l'insérer dans ses *Mémoires* in-4° (Mémoires de la Société Géologique du Nord, t. X, n° 2, 131 pages, 8 pl., 1 carte hors texte).

La région étudiée a pour centres principaux St-Jean-Pied-de-Port et St-Etienne de Baïgorry en France, Eli-

(1) A. BRIQUET. — Sur l'origine du Pas-de-Calais, *Ann. Soc. géol. du Nord*, XLVI, 1921, p. 142-143 ; Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique, Paris, 1930, p. 223-224.

(2) A. BRIQUET. — Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique, p. 40.

zondo en Espagne, et pour limites: au Nord, le massif gneissique du Labourd et celui de la Haya; au Sud, la frontière espagnole et la forêt d'Iraty; à l'Est, elle englobe la vallée du Lauribar jusqu'au pic de Béhorléguy; à l'Ouest, plusieurs coupes ont été relevées en territoire espagnol, dans les vallées affluentes de la haute Bidassoa, principalement celle de Bertiz.

Dans les terrains paléozoïques de cette région l'on ne connaissait jusqu'à présent que très peu de gisements fossilifères; ils avaient été signalés par E. Fournier et par Stuart-Menteth. Dans le présent mémoire plus de 70 gisements ont été repérés et reportés sur 8 cartons intercalés dans le texte.

Les faunes recueillies ont permis d'établir dans les terrains primaires une succession de niveaux qui n'avaient pas encore été reconnus dans cette partie des Pyrénées. Les résultats généraux sont enregistrés sur une carte d'ensemble de la région de St-Jean-Pied-de-Port (Pl. A).

Au point de vue stratigraphique, les conclusions générales de cette étude sont les suivantes :

1. Dans le Silurien, les étages ordovicien (Arenig et Caradoc) et gothlandien (Wenlock et Ludlow) sont représentés et caractérisés par leur faune.

2. Dans le Dévonien des Pyrénées basques, les faunes récoltées ont permis de distinguer deux divisions pour le Gédinnien et deux également pour le Coblencien, de reconnaître outre le Dévonien moyen, un Dévonien supérieur très développé et richement fossilifère.

3. Les calcaires, jusqu'à présent attribués au Dévonien moyen dans cette partie des Pyrénées, sont en réalité d'âge coblencien supérieur (Emsien).

4. Les schistes à nodules de la vallée de la Nive attribués jusqu'ici au Carbonifère par les auteurs et par la Carte géologique sont d'âge dévonien moyen.

5. Dans le Carbonifère de la vallée du Lauribar les

formations du Dinantien se réduisent aux lydiennes et aux schistes qui les surmontent. Les schistes et calcaires plus élevés appartiennent au Namurien inférieur.

La deuxième partie du travail est consacrée à la Paléontologie : elle contient la description d'un certain nombre d'espèces fossiles et leur extension verticale. L'étude des graptolites trouvés dans la région de Saint-Jean-Pied-de-Port est accompagnée d'une révision de graptolites pyrénéens. Pour les Pyrénées entières, cette révision qui a été dirigée et contrôlée à Cambridge par Miss Elles, élève de 22 à 52 le nombre des espèces connues de graptolites ; ce résultat a pu être obtenu grâce à l'appoint important représenté par la collection personnelle de M. Ch. Barrois.

Cette deuxième partie est accompagnée de 8 planches (avec 104 figures) dont 6 sont consacrées aux brachiopodes et 1 aux graptolites.

M. P. Bertrand fait la communication suivante :

Excursion dans les houillères anglaises

(Août 1930)

par **P. Bertrand et P. Corsin.**

La 5^e Session du Congrès international de Botanique se réunissait à Cambridge du 16 au 23 août, sous la présidence du Professeur A. C. Seward, chef de l'Ecole botanique de Cambridge. Plus de 800 botanistes sur 1.200 membres s'étaient rendus au Congrès. Nous avons pris part aux travaux de la section de Paléobotanique, présidée par le Dr D. H. Scott, auteur des *Studies in fossil Botany* et de nombreux travaux sur l'anatomie des plantes houillères, conservées dans les *coal-balls* du Lancashire.

Nous avons présenté des communications :

Sur la position systématique du *Pteridozamites zamioides* (P. Corsin) ;

Sur les relations des Ptéridospermées avec les Cycadées et les Fougères à graines ;

Sur les Algues des Bogheads (P. Bertrand).

Il ne nous est pas possible de parler ici des très intéressantes communications, apportées par nos collègues des différents pays et qui paraîtront d'ailleurs dans les comptes-rendus du Congrès. Nous signalerons seulement la communication de T. G. Halle, de Stockholm, sur *l'Origine des flores triasiques et jurassiques*: d'où provenaient les types végétaux, qui sont devenus tout à coup prédominants, à l'aurore de la période secondaire? L'opinion de Halle est que les éléments de ces flores existaient déjà côte à côte avec les éléments des flores houillères dans le Permien inférieur et même dans le Stéphanien et que l'évolution graduelle de la flore a consisté dans la réduction progressive des types houillers et l'envahissement de plus en plus complet des continents par les types jurassiques. L'origine des types jurassiques est donc très lointaine.

L'attention de la section de Paléobotanique s'est portée principalement: *sur les flores houillères et perméennes, sur leurs migrations dans le monde, et sur leur valeur stratigraphique.*

Sur ce dernier point, les membres de la section ont été unanimes à adopter les conclusions suivantes :

1° Valeur incontestable des plantes fossiles pour la détermination de l'âge des différentes assises du terrain houiller, aussi bien que du Culm et du Permien.

2° Nécessité d'envisager autant que possible *l'ensemble des espèces trouvées en association*, avant de fixer l'âge d'un faisceau de couches. Cette recommandation est encore plus formelle, quand il s'agit d'établir des synchronisations d'un bassin houiller à l'autre.

3° Nécessité de n'utiliser pour les conclusions stratigraphiques que des espèces connues et rigoureusement déterminées.

4° Bien entendu, contrôler les résultats obtenus au moyen des niveaux marins et des faunes d'eau douce, et de tout repère stratigraphique, quel qu'il soit.

Comme application pratique de ces principes, une excursion était organisée après le Congrès dans les houillères anglaises, en vue d'établir l'équivalence des divisions stratigraphiques adoptées en Angleterre et des divisions solidement établies dans les bassins houillers du continent depuis le Nord de la France jusqu'en Westphalie.

On sait qu'à cet égard, on éprouve d'assez grosses difficultés, non seulement à relier le terrain houiller d'Angleterre à celui du continent, mais surtout à établir une correspondance stratigraphique satisfaisante entre ce terrain houiller et celui d'Ecosse.

Notre excursion était dirigée d'une manière parfaite par E. N. Edwards, du British Museum. Ont pris part à cette excursion : A. Renier et Mme Ledoux, de Bruxelles; W. J. Jongmans, de Heerlen; T. G. Halle et L. von Post, de Stockholm; Höeg, de Trondjem; W. Gothan, de Berlin; Hirmer, de Munich; K. Rudolph, de Prague; Mlle E. Dix, de Swansea; G. R. Wieland, de l'Université de Yale; Arnold, de l'Université de Michigan; Szé, de Pékin; Bertrand et Corsin, de Lille, plus Mmes Bertrand, Jongmans et Hirmer.

Nous exposerons ci-après les résultats essentiels de l'excursion, résultats obtenus grâce à cette consultation contradictoire entre paléobotanistes anglais et paléobotanistes continentaux.

1. — BASSIN HOUILLER DU YORKSHIRE (Leeds, Barnsley).

Nous avons été guidés dans les houillères du Yorkshire et du Lancashire par notre collègue W. J. Jongmans, qui avait assumé la tâche ingrate de visiter préalablement les districts, en vue d'obtenir des propriétaires de mines les facilités nécessaires à nos études.

Houillères de Robin-hood et de Monkton. — Les niveaux étudiés sont compris entre la couche *Barnsley* et un niveau marin bien connu représentant *Poissonnière*; ils appartiennent à la base de notre assise d'Anzin. Les espèces les plus fréquentes sont: *Neuropt. heterophylla* et *N. pseudogigantea* Potonié; nous citerons en outre: *Mar. muricata*, *Sphen. neuropteroides* Boulay, *P. abbreviata*, *Sphenophyll. cuneifolium*, *Sigill. scutellata*. Les pennes de *Neuropteris* sont souvent incluses dans des nodules de carbonate de fer, disposés en lits horizontaux; ce sont les mêmes nodules, qui ont livré à Kidston les pennes de *N. heterophylla* (1), terminées par une graine et les microsporangés du *Sphen. Hæninghausi* (2).

Dans les carrières à ciel ouvert, nous avons pu voir des couches de schistes rubannés, remplies de ces nodules, si précieux pour les paléobotanistes, mais qui chez nous sont toujours stériles (clayats).

Ces mêmes nodules du Yorkshire ont fourni une collection d'œufs de Poissons: *Velocapsula* et *Palæoxyris*, objet d'une étude minutieuse de la part de R. Crookall.

Houillère Gawber. — Les terrains exploités sont voisins de l'horizon marin de Rimbart. Ils renferment: *Mariopt. latifolia*, *Aleth. lonchitifolia-Serli*, *Neur. obliqua*, forme voisine de *Linopt. Muensteri*.

2. — BASSIN HOUILLER DU LANCASHIRE.

Houillère de Bradford (dans les faubourgs de Manchester). — Les échantillons examinés proviennent encore des environs de Rimbart; ils renferment: *Mar. Sauvouri*, *Neur. pseudogigantea*, *N. cf. heterophylla*, *N. obliqua*, *Lin. Muensteri*, *Aleth. lonchitifolia Serli*, *A.* forme *decurrens*, *Sphen. nummularia* *Calamites semicircularis*.

(1) Il est admis aujourd'hui que les graines décrites par Kidston sont en réalité les organes mâles des *Neuropteris*.

(2) W. Jongmans a montré que ces microsporangés appartiennent en réalité à *Crossotheca Kidstoni*, forme très voisine de *Crossotheca schatzkarensis*.

3. — CONCLUSION DE L'ÉTUDE DES FLORES HOUILLÈRES
DU YORKSHIRE ET DU LANCASHIRE.

De cette étude rapide, nous retirons l'impression que les flores houillères d'Angleterre correspondent très sensiblement aux flores des mêmes assises, signalées sur le continent depuis le Nord de la France jusqu'en Westphalie. Le seul fait remarquable est la rareté du *Lonchopteris rugosa* Brongniart en Angleterre ; il y a tout de même de beaux exemplaires de cette espèce dans les collections du Musée d'Histoire naturelle de South Kensington, mais il est exact qu'on la cherche en vain dans les gisements, où on devrait la trouver. Dans notre bassin houiller, l'assise d'Anzin est caractérisée par les espèces suivantes : *Lonchopteris rugosa* (assez fréquent), *N. pseudogigantea* (très fréquent), *N. heterophylla* (fréquent vers le bas), *N. cf. callosa* Jongm. et Gothan (fréquent partout), *Sphenophyll. myriophyllum* Crépin. Ces caractères, signalés pour la première fois par notre collègue A. Carpentier, à Anzin, ont été relevés à nouveau, veine par veine, en 1926-27 dans le gisement des fosses Thiers et Cuvinot. Depuis lors, nous avons pu les constater avec la même certitude, en 1929-30, dans les sondages de Courrières et de Dourges, qui ont traversé toute l'épaisseur de l'assise moyenne, du niveau marin de Rimbart à celui de Poissonnière. Dans quatre sondages différents, jamais le *Lonch. rugosa* ne nous a fait défaut. Il est vrai que *N. pseudogigantea*, *N. cf. callosa* et *Sphenophyll. myriophyllum* sont beaucoup plus fréquents que le *Lonchopteris*. Mais cela n'enlève rien à la valeur de notre espèce-guide. En Angleterre, on constate seulement la très grande fréquence de *N. pseudogigantea* Potonié (1).

(1) C'est cette espèce qui a été longtemps appelée par les auteurs anglais *N. gigantea*. Le véritable *N. gigantea* Sternberg est probablement extrêmement rare en Angleterre.

4. — BASSIN HOUILLER DE SWANSEA

Nous avons été guidés dans le bassin de Swansea par nos collègues, M. A. Trueman et Mlle E. Dix, dont les travaux paléontologiques sur ce bassin font autorité.

Anthracitisation des couches de houille du bassin de Swansea. — M. A. Trueman nous a présenté de très intéressantes observations sur ce phénomène. D'une façon générale, l'anthracitisation atteint toutes les couches et s'accuse de plus en plus vers le Nord. C'est au N. que l'on trouve les couches, les plus inférieures, donc les plus anciennes, et qui fournissent l'anhracite le plus évolué. Les mêmes couches, renversées sur la bordure Sud, fourniraient des houilles demi-grasses.

Echelle stratigraphique du bassin de Swansea. — Le tableau ci-annexé a été dressé par M. A. Trueman. Les membres de l'excursion se sont bornés à compléter les listes d'espèces végétales, déjà relevées minutieusement par Mlle E. Dix.

Nous commencerons par les niveaux inférieurs :

Houillère de Rhonddha à Glyn-Neath. — Le toit de la couche: *Two foot nine seam* a fourni: *Neuropt. pseudogigantea* Potonié, *N. heterophylla*, *N. obliqua*, *Mar. muricata*, *M. hirta* Stur, *Aleth. decurrens*, *Sphen. nummularia*, *Sph. aff. Laurenti*, *Sigill. ovata*, *S. elongata*, *S. rugosa*, *Lepidod. rimosum*, *L. aculeatum*, *Ulod. Wortheni*, *Lepidostrobos squarrosus* Kidston.

Toutes ces espèces se trouvent dans l'assise moyenne ou assise d'Anzin du bassin houiller du Nord de la France. C'est la flore à *Lonchopteris* sans *Lonchopteris*.

Houillère d'Ystalifera. — Nous avons trouvé au toit de la *lower Pinchin seam*, qui est la première couche surmontant l'horizon marin de *Crownorse* (équivalent à Rimbart-Pt-Buisson) :

Neur. rarinervis et *Sph. striata*, en masse; *N. Scheuchzeri* (présent), *N. pseudogigantea*, *Mar. latifolia*, *M. Sau-*

veuri, *Aleth. lonchitifolia*-Serli, *Asolanus camptotænia*, *Sphenophyll. emarginatum*, *Calamites palæacea*.

Le toit de l'*upper Pinchin seam* renferme : *N. tenuifolia*, en masse ; *N. Scheuchzeri*, *Lin. Muensteri*, *Mar. cf. nervosa* Brongn., *Sphen. neuropteroides* Boulay.

Cette flore est incontestablement celle de notre assise de Bruay.

Houillère Morriston. Copper pit. — Le toit de la *3 foot seam* renferme :

N. Scheuchzeri, forme *major* (en masse), *Odontopteris* cf. *Lindleyana* (ne serait qu'une forme appartenant aux *Mixoneura*), *Mar. nervosa* Brongn. (non Zeiller!), *Sphen. aff. neuropteroides*, *Pecopt. abbreviata*, *P. tritoni* P. Bertr., *P. Plückeri*, *P. unita*, *P. aff. longifolia*.

C'est la flore des Flambants supérieurs de Sarrebrück, mais augmentée de *N. Scheuchzeri* en masse!

Houillère de Gorseinon. Mountain pit. — Le toit de la *4 foot seam* (= *Grovesend seam*) renferme les mêmes espèces que ci-dessus, mais nous trouvons en outre : *Mixoneura aff. ovata* et *Aleth. aff. Grandini*.

En résumé, le bassin houiller de Swansea nous offre de haut en bas, trois flores distinctes :

3. En haut, flore à *Neur. Scheuchzeri* avec *Mixoneura*, et espèces stéphaniennes, associées aux espèces des Flambants supérieurs de Sarrebrück.

2. Au milieu, zone des couches *Pinchin*, flore à *N. Scheuchzeri*, associée aux espèces caractéristiques de l'assise de Bruay.

1. En bas, flore de l'assise d'Anzin, mais sans *Lonchopteris*.

5. — BASSIN HOUILLER DE BRISTOL (environs de Bath)

Nous avons été guidés dans cette région par notre collègue Robert Crookall, du Geological Survey d'Angleterre. Nous avons recueilli les espèces suivantes :

Houillère de Parkfield (Pucklechurch). Farrington series. — Au toit de la couche *Top seam*: *Mixoneura* aff. *ovata* Hoffmann (1), *Neuropt. Scheuchzeri*, *Pecopt. polymorpha* Brongn., *P. cf. Fletti* Kidst., *Sigill. mamillaris* Brongn., *S. scutellata* Brongn., *Sphenophyll. majus.*, *Sph. oblongifolium*.

Au toit de la couche *Holly bush*, plus élevée que la précédente: *Mixoneura* aff. *ovata* (1) et *Pecopt. lamurensis* (Heer); cette dernière espèce en très beaux exemplaires, conformes à ceux du Gafld et de la Sarre.

Houillère de Camerton (district de Radstock). — Au toit d'une couche mal repérée: *Mixoneura* aff. *ovata* (1), *Neur. Scheuchzeri* Hoffm. (rare), *N. macrophylla* L. et H., *Mar. nervosa* Brongn., *Pecopt. abbreviata*, *P. cyathea pectinata* P. B., *P. polymorpha*, *Sphen.* genre *amoena*, *Lepidophyllum missouriense*, *Annul. stellata*, etc.

Houillère de Radstock (Farrington series). — Au toit de la cinquième couche: mêmes Neuroptéridées qu'à Camerton, plus: *A. lonchatifolia* Serli, *Pecopt. cf. Röhli* Stur., *L. aculeatum*, *L. rimosum*.

Au toit de la huitième couche: *Mixoneura* aff. *ovata*, *Neur. Scheuchzeri*, *N. macrophylla*, *A. Serli Grandini*, *Sphenopteris alata* (Brongn.) Kidston (2), *P. unita*, *P. Plückereti*, *P. lamurensis* (probable).

CONCLUSION. — De même que dans les couches les plus élevées du bassin houiller de Swansea, nous trouvons dans le bassin houiller de Bristol, au toit de couches appartenant aux séries célèbres de Radstock et de Farrington, des espèces stéphaniennes: *P. unita*, *P. lamurensis*, *P. cyathea*, *P. Plückereti*, *P. polymorpha*, etc., associées à des formes des Flambants supérieurs de Sarrebrück et

(1) Nous proposons pour cette variété régionale le nom de *Mixoneura anglica*.

(2) Un superbe exemplaire de cette espèce, portant une graine à l'extrémité de chaque pinnule, a été trouvé par P. Corsin et fera l'objet d'une description spéciale.

		<i>Principales couches</i>	<i>Zones végétales</i>	<i>Zones à Lamellibranches</i>
Staffordien	Radstockien	<i>Grovesend seams</i> 5 foot seam 3 foot seam	Zone à <i>N. Scheuchzeri</i> , <i>Mixaneura</i> , + espèces <i>stephaniennes</i>	<i>Anthracomya tenuis</i>
	Pennant Sandstone Series	<i>Serie gréseuse</i> N°2 Rhondda = <i>Penclawdd seam</i> <i>Upper Pinchin S.</i> <i>Lower Pinchin S.</i>	?	<i>A. Phillipsi</i>
Yorkien	Series	<i>Crown gorse bed</i>	+++++ <i>horizon marin</i>	<i>A. pulchra</i>
	Lower coal Series	2 foot nine seam 9 foot seam lower vein	Zone à <i>Lonchopteris</i>	<i>Carbonicola Similis</i>
				<i>A. modiolaris</i>
				<i>C. ovalis</i>
		<i>Millstone grit</i>		

aux trois espèces : *Neuropt. Scheuchzeri*, *N. macrophylla* et *Mixoneura anglica* P. B. et P. C., forme du groupe de l'*ovata* Hoffmann.

6. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Au cours de notre tournée très rapide dans les houillères anglaises, nous avons pu constater une correspondance satisfaisante avec les assises et les flores houillères admises et constatées sur le continent.

1° L'assise d'Anzin est nettement caractérisée en Angleterre par les mêmes espèces que dans le Nord de la France, avec cette restriction que le *Lonchopteris rugosa* y est excessivement rare et ne peut donc pas être utilisé comme espèce-guide.

2° Les espèces trouvées en Angleterre aux environs du niveau marin de Crownorse (= Mansfield marine band) sont sensiblement les mêmes que celles que l'on trouve en France aux environs de Rimbart.

3° L'assise de Bruay est caractérisée en Angleterre par les mêmes espèces qu'en France, c'est-à-dire par : *N. rarinervis*, *N. tenuifolia*, *Lin. Muensteri*, *Mar. latifolia*, *Sphen. neuropteroides*, etc. Mais déjà dans cette assise *N. Scheuchzeri* est plus fréquent qu'en France.

4° L'assise des Flambants inférieurs de Sarrebrück n'a pas été constatée jusqu'ici en Angleterre. Pour savoir si le *Pecopteridium Defrancei*, caractéristique de cette assise existe en Angleterre, il faudrait explorer soigneusement la flore des couches de Pennant. Cette série est malheureusement essentiellement gréseuse, mais renferme cependant quelques couches de charbon.

5° Les couches les plus élevées des bassins houillers de Swansea et de Bristol (série de Radstock, série de Farrington) représentent les Flambants supérieurs de Sarrebrück, c'est-à-dire le *Westphalien le plus élevé* et peut-être le début du *Stéphanien*. On y trouve, en effet, comme en Sarre et en Lorraine, plusieurs *Pecopteris* stéphaniens

notamment *P. lamurensis* et *P. polymorpha*, associés aux *Mariopteris* et aux *Mixoneura*. Mais tandis que dans les Flambants supérieurs de Sarrebrück les *Mixoneura* du groupe de l'*ovata* pullulent à tous les niveaux, dans la série de Radstock c'est le *Neuropteris Scheuchzeri* qui foisonne partout; cette espèce est accompagnée de *N. macrophylla* et de *Mixoneura anglica*, mais ces deux satellites ne jouent qu'un rôle tout à fait subordonné. En somme, *N. Scheuchzeri*, qui fait complètement défaut ou est rarissime dans les Flambants supérieurs de Sarrebrück, supplante presque complètement les *Mixoneura* dans l'assise correspondante d'Angleterre.

Pour expliquer ce phénomène, il faut admettre que l'aire de pullulation maxima de *N. Scheuchzeri* se trouvait soit en Angleterre, soit très à l'Ouest et peut-être en Amérique. C'est de là qu'il aurait poussé des colonies vers le continent européen, où il apparaît dès la base de l'assise de Bruay.

REMERCIEMENTS : C'est un devoir pour nous d'adresser ici nos vifs remerciements à W. J. Jongmans et à tous nos collègues anglais: E. N. Edwards, A. Trueman, Mlle E. Dix, R. Crookall, qui nous ont guidés de la manière la plus dévouée dans les houillères. Nous avons contracté également une dette de reconnaissance envers les Professeurs :

H. Thomas, de Cambridge, qui avait fait préparer pour nous les gisements de plantes jurassiques de Gristhorpe bay et de Cayton bay, rendus célèbres par les découvertes de A. G. Nathorst et de H. Thomas lui-même :

Weiss, de Manchester, qui nous a montré ses préparations de *Stigmaria* et de *Lepidophloios* ;

W. H. Lang, de Manchester, qui nous a montré ses curieuses préparations de plantes dévoniennes : *Zosterophyllum*, *Pachytheca*, etc., et des premiers végétaux vasculaires terrestres de Rhynie ;

J. Walton, de Glasgow, qui nous a fait visiter les car-

rières de Teilia et de Denbigh dans le Carbonifère inférieur du Pays de Galles. De cette dernière carrière, nous avons rapporté de beaux échantillons d'*Archæosigillaria Vanuxemi*, associés au *Daviesiella Llangollensis*.

M. P. Corsin (1) fait une communication sur les fructifications de *Sphenopteris (Diplotmema) alata* (Brongn.) Kidston.

Séance du 3 Décembre 1930

Présidence de M. Paul Bertrand, Président.

Est élue membre de la Société :

Mademoiselle **Sacha Popesco**, chimiste du Service géologique de Roumanie, à Bucarest.

M. le Secrétaire annonce à la Société que le Mémoire suivant, écrit par un de ses membres, vient de paraître dans sa collection, dont il forme le Tome X.

J.-W. Laverdière : Contribution à l'étude des terrains paléozoïques dans les Pyrénées Occidentales (Mémoires de la Société Géologique du Nord, t. X, n° 2).

Les membres de la Société peuvent se le procurer auprès du Trésorier, à prix réduit, pendant un an.

Mademoiselle **Le Maître**(2) fait une communication sur des Foraminifères du Terrain dévonien.

M. **G. Delépine** fait une communication sur les *Miche-
linia* du Tournaisien.

(1) Cette communication sera insérée dans le prochain fascicule, en raison de l'état des finances de la Société.

(2) Cette communication dont le manuscrit a été remis, en séance au Secrétariat, ne sera inséré que dans le fascicule suivant des Annales, pour la même raison.

Présentation d'ouvrages :

M. **Abel Briquet** offre à la Société géologique du Nord un exemplaire du mémoire qu'il vient de publier : *Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique*, suivi d'un appendice sur *L'évolution du rivage du Nord de la France et l'activité de l'homme* (Paris, librairie Armand Colin, 439 + 41 pages, 151 + 12 figures, 1 planche hors texte).

L'étude géologique qui est faite du littoral du Nord de la France reprend, en les complétant, les données amassées par de nombreux observateurs : parmi eux et en tout premier lieu, c'est un devoir de citer ici **J. Gosselet**, qui fut le créateur de cette partie de la géologie du Nord de la France comme de toutes les autres.

Ce par quoi l'étude présentée diffère de la plupart de celles qui l'ont précédée, est la place qu'elle fait à l'évolution du rivage. Les faits observés sont énoncés et groupés de manière à rendre manifestes les transformations de la côte et à les expliquer les unes par les autres, un peu comme les transformations d'un organisme vivant : à l'examen de l'anatomie du rivage s'ajoute, en quelque sorte, la recherche de sa physiologie.

Un autre caractère spécial à l'étude est la part qu'elle réserve, et il n'en pouvait être autrement puisqu'il s'agit d'une évolution géologique toute récente, à l'activité de l'homme contemporain de cette évolution. Mêlé aux transformations du rivage dont ses actes étaient, bien des fois, la conséquence ou même la cause, l'homme fut ainsi constitué le témoin auquel l'étude géologique elle-même aurait à demander des informations, celles-ci non moins sûres et révélatrices que les observations pratiquées sur le terrain. La part qui revient à l'activité de l'homme dans l'étude du rivage est mise en relief par l'appendice ajouté au mémoire principal.

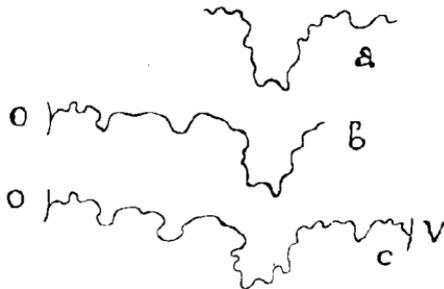
M. A.-P. Dutertre fait la communication suivante :

Metoicoceras Pontieri dans le Sud du Boulonnais

Note de A.-P. Dutertre.

Lors de sa dernière excursion dans le Boulonnais (juillet 1930), la Société géologique de France a visité les carrières des Usines à ciment de MM. Lavocat et Cie à Nesles et, à cette occasion, notre collègue, M. Paul Lavocat a eu l'amabilité d'offrir aux excursionnistes un lot d'ammonites du Cénomanién et du Turonien trouvées dans les carrières exploitées à Nesles par ces usines. Parmi ces fossiles, se trouvait un bel exemplaire de *Metoicoceras Pontieri* Leriche qui j'ai recueilli et déposé au Musée géologique du Boulonnais.

Cette ammonite mesure 75 mm. de diamètre et montre bien son ornementation caractéristique consistant en côtes flexueuses, ainsi que ses deux carènes dentées et parallèles à la face ventrale; les lignes suturales des dernières loges sont colorées par un enduit ferrugineux et apparaissent nettement d'un côté, ce qui me permet de donner ci-dessous un dessin de l'une de ces cloisons (a) et de



Metoicoceras Pontieri Leriche

a, b, c, lignes suturales des dernières loges

(Grand nat)

V, région ventrale; O, ombilic

compléter ainsi la reconstitution de cette ligne qui n'avait pu être déchiffrée dans la région ombilicale en raison de l'état de conservation des échantillons; j'ai reproduit

aussi deux autres lignes suturales (*b* et *c*) partiellement visibles, afin de montrer les variations de la selle externe.

Cette espèce découverte par M. le Dr G. Pontier dans les carrières de l'Usine à ciment de Lumbres (P.-de-C.), où elle se trouve au sommet du Cénomaniens dans la zone à *Actinocamax plenus*, a été décrite par M. Maurice Leriche (1). mais elle n'avait été, à ma connaissance, signalée en France dans aucun autre gisement.

Metoicoceras Pontieri a été retrouvé de l'autre côté du détroit du Pas-de-Calais, à Peters Pit et à Blue Bell Hill (Kent), dans la même zone à *Actinocamax plenus*, où il a été signalé par M. L. F. Spath (2) : cette zone constitue, d'après cet auteur, la base de l'héméra « *Mammitan* » qu'il place à la partie inférieure du Turonien.

La famille des *Metoicoceratidae*, créée par A. Hyatt, ne comprend que le seul genre *Metoicoceras* représenté par deux espèces, *M. Whitei* Hyatt (3) et *M. kanabense* Hyatt (4), dans l'étage du Colorado (Crétacé moyen) des États du Texas et d'Utah (États-Unis d'Amérique) ; deux autres espèces, *M. Swallowi* Shumard et *M. puercense* Herrick et Johnson ont été signalées récemment par W. T. Lee (5) dans les formations de *Rio Puerco*, à la partie inférieure des *Mancos shales* (Crétacé moyen) de l'État de New-Mexico (États-Unis d'Amérique).

(1) MAURICE LERICHE. — Sur la présence du genre *Metoicoceras* Hyatt dans la Craie du Nord de la France et sur une espèce nouvelle de ce genre (*Metoicoceras Pontieri*). *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, 1905, pp. 120-124. 3 figs et pl. II.

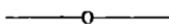
(2) L. F. SPATH. — On the zones of the Cenomanian and the uppermost Albian. *Proceed. Geol. Associat.*, vol. XXXVII, 1926, part. 4, (Déc. 1926), pp. 420-432 (voir pp. 425 et 428).

(3) A. HYATT. — Pseudoceratites of the Cretaceous. *Monographs U. S. Geol. Surv.*, vol. XLIV, 1903, p. 122, pl. XIII, figs. 3-5, pl. XIV, figs 1-10 et 15.

(4) A. HYATT. — Pseudoceratites of the Cretaceous (*ouvr. cit.*), pl. XV, figs 9-11.

(5) WILLIS T. LEE and F. H. KNOWLTON. — Geology and Palaeontology of the Raton Mesa and other regions in Colorado and New Mexico. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 101, 1917, pp. 176 et 195-199.

TABLE DES MATIERES



Activité de la Société

Election du Bureau pour 1930, 1. — Excursion annuelle de la Société à Paris, à l'occasion du Centenaire de la Société géologique de France, 144. — Rapport du Trésorier G. Dubar sur la situation financière, 26. — Publication des Mémoires de la Société, 214. — Excursions géologiques organisées par la Société, 41.

Rapports et discours

Prix Léonard Danel attribué en 1930 par la Société des Sciences de Lille à M. G. Bonnet, 10. — Prix Gosselet à M. G. Dubar, 1. — Prix Kuhlmann à M. F. Morvillez, 1. — Discours des Présidents: A. Carpentier, 26; P. Bertrand, 26.

Nécrologie

P. Termier, 201. — Ph. Glangeaud, 202.

Distinctions honorifiques

Lemay, 75. — Didier, 75. — Maréchal, 75.

Terrain silurien

Formations paléozoïques de la vallée du Lauribar (Basses-Pyrénées), par J.-W. Laverdière, 156. — Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales, par J.-W. Laverdière, 205, 218.

Terrain dévonien

Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales, par J.-W. Laverdière, 156, 205, 218. — Algues et Foraminifères du Terrain dévonien, par Le Maître, 42, 218.

Terrain carbonifère

Cyathoclisia tabernaculum à la base du Viséen de l'Avesnois, par Delépine, 27. — *Michelinia* du Tournaisien, par Delépine, 214. — Bassin houiller de Langeac (Haute-Loire), par Mathieu, 75. — Contribution à l'étude des Pyrénées occidentales, par J.-W. Laverdière, 156, 205, 218. — Structure microscopique du charbon de Marles, par Duparque, 99. — Clivages des houilles et des schistes, par Duparque, 160. — Présence de la passée marine de Rimbert à Dourges, par Vacheron, 144. — Conglomérat houiller de Roucourt, par Barrois, Bertrand et Pruvost, 157. — Excursion dans les houillères anglaises, par Bertrand et Corsin, 218. — Charbon de Langeac, par Duparque et Lefranc, 86. — Anthracite des Etats-Unis, par Duparque et Fanshawe, 111.

Terrain jurassique

Végétaux de la Grande Oolite du Boulonnais, par Dutertre, 139. — Silex à végétaux des calcaires à *Zeilleria digona* de la Haute-Marne, par P. Bertrand, 143.

Terrain crétacé

Présence de *Metoicoceras Pontieri* dans le Sud du Boulonnais, par A. Dutertre, 220. — Terrains traversés par la fosse Heurteau d'Anzin, par Mathieu, 30. — Craie bréchiforme de Montreuil-sur-Mer, par Dehay, 57. — Etude des sables du Crétacé inférieur et moyen, par P. Deleau, 189.

Terrain quaternaire

Kjökkenmodding dans l'argile poldérienne à Cappelle-la-Grande (Nord), par G. Dubois, 50. — Trouvailles dans la tourbe submergée de la Pointe-aux-Oies, près Wimeux, par A. Dutertre, 19. — Le Dolmen de la Pointe-aux-Oies, par A. Dutertre, 70. ✕ Existence de sables ma-

rins à 35 m. d'altitude à St-Valery-sur-Somme, par A. Briquet, 202. — Présentation de son mémoire sur le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique, par A. Briquet, 219.

Tectonique

Le Sillon de Bretagne, par C. Barrois, 147. — Terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales, par J.-W. Laverdière, 205, 218.

Paléobotanique

Flore stéphanienne du bassin de Langeac (Haute-Loire), par G. Mathieu, 75. — Péridermes d'âge wealdien de Féron-Glageon (Nord), par Carpentier, 145. — Excursion paléobotanique dans les houillères anglaises, par P. Bertrand et P. Corsin, 207. — Sur les fructifications de *Sphenopteris (Diplotmema) alata*, Kidston, par P. Corsin, 218.

Paléozoologie

Anomalies dentaires chez les Proboscidiens, par G. Pontier, 2. — Sur le *Cyathoclisia tabernaculum* Dingw. du Viséen de l'Avesnois, par Delépine, 27. — Sur *Michelinia* du Tournaisien, par Delépine, 218. — Faune paléozoïque des Pyrénées occidentales, par J.-W. Laverdière, 205, 218. — Plaque osseuse de *Heterosteus* du Frasnien de Trélon (Nord), par J.-W. Laverdière, 61.

Lithologie

Structure microscopique d'un charbon de Marles (Pas-de-Calais), par Duparque, 99. — Clivages des houilles et des schistes, par Duparque, 161. — Structure microscopique des anthracites américains, par Duparque et Fanshawe, 111. — Structure microscopique des houilles de Langeac, par Duparque et Lefranc, 86. — Etude microscopique de sables du Crétacé, par P. Deleau, 189.

Minéralogie

Cinabre aux environs de Givet, par P. Pruvost, 75.

Phénomènes actuels

Présentation de son mémoire sur le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique, par A. Briquet, 218. — Eboulements de la falaise de Boulogne, par Dutertre, 21. — Kjökkenmodding de Cappelle-la-Grande (Nord), par G. Dubois, 50.

—«O»—

TABLE DES AUTEURS

BARROIS (Ch.). — Le Sillon de Bretagne.....	147
BARROIS (Ch.), BERTRAND (P.) et PRUVOST (P.). — Le conglomérat houiller de Roucourt (Nord)	157
BERTRAND (P.). — Silex à végétaux des calcaires marins à <i>Zeilleria digona</i> de la Haute-Marne	143
BERTRAND (P.), BARROIS (Ch.) et PRUVOST (P.). — Voir Barrois, Bertrand et Pruvost	157
BERTRAND (P.) et CORSIN (P.). — Excursion dans les houillères anglaises (août 1930)	207
BRIQUET (A.). — Existence de sables marins vers 30 ou 35 mètres d'altitude à St-Valery-sur-Somme....	202
Présentation de son mémoire sur le Littoral du Nord de la France et son évolution morphologique....	218
CARPENTIER (A.). — Sur des péridermes d'âge wealdien de Féron-Glagcon (Nord), pl. X,	145
CORSIN (P.). — Sur les fructifications de <i>Sphenopteris (Diplomema) alata</i> (Brgt) Kidston (Titre)	218
CORSIN (P.) et BERTRAND (P.). — Voir Bertrand P. et Corsin P.,	207
DEHAY (C.). — Le calcaire bréchiforme des environs de Montreuil-sur-Mer	57

- DELEAU (P.). — Etude morphologique de sables du Crétacé inférieur et moyen, pl. XI, XII 189
- DELÉPINE (G.). — Présence de *Cyathoclisia tabernaculum* (Dingwall), à la base du Viséen de l'Avesnois, 27. — Sur les *Michelinia* du Tournaisien 218
- DUBOIS (G.). — Kjøkkenmodding dans l'argile poldérienne à Cappelle-la-Grande (Nord) 50
- DUPARQUE (A.). — Structure du bloc de charbon de Marles (Veine Henriette) offert au Musée géologique, 99, pl. VII. — Clivages des houilles et des schistes. . . 160
- DUPARQUE (A.) et FANSHAWE (J.). — Structure microscopique des anthracites américains, pl. VIII, IX, . . 111
- DUPARQUE (A.) et LEFRANC (S.). — Etude lithologique des houilles de Langeac (Haute-Loire) et de Messeix (Puy-de-Dôme). 86
- DUTERTRE (A.). — Trouvailles dans la tourbe submergée de la Pointe-au-Oies, près Wimereux, 19. — Eboulements de la falaise de Boulogne, 21. — Le Dolmen des dunes de la Pointe-aux-Oies, 70, pl. V. — Végétaux de la Grande Oolite du Boulonnais, 139. — *Metoicocebras Pontieri* dans le Sud du Boulonnais 220
- FANSHAWE (J.) et DUPARQUE (A.). — Voir Duparque et Fanshawe 111
- JOUNIAUX. — Origine du Graphite (Titre) 189
- LAVERDIÈRE (J.-W.). — Plaque osseuse de *Heterosteus* du Frasnien de Trélon (Nord), 61, pl. IV. — Formations paléozoïques de la Vallée du Lauribar (Basses-Pyrénées), 156. — Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales 205, 218
- LEFRANC (S.) et DUPARQUE (A.). — Voir Duparque et Lefranc 86
- LE MAITRE. — Sur les Algues et les Foraminifères des calcaires dévoniens, 42, pl. III. — Les Foraminifères du Terrain dévonien (Titre) 218
- MATHIEU (G.). — Terrains traversés par la fosse E. Heurteau d'Anzin, 30. — Flore stéphanienne du Bassin houiller de Langeac (Haute-Loire), pl. VI, 75

PONTIER (G.). — Anomalies dentaires observées chez les Proboscidiens, pl. I, II	2
PRUVOST (P.). — Prix Léonard Danel attribué en 1930 par la Société des Sciences de Lille à M. G. Bonnet, Directeur de la Société « L'Ammoniaque Synthétique » à Waziers.	10
PRUVOST (P.), BARROIS (Ch.) et BERTRAND (P.). — Voir Barrois, Bertrand et Pruvost	157
VACHERON. — Présence du niveau houiller de Rimbart à Dourges	144

ERRATA

- page 49, 1^{re} ligne. Au lieu de: Figure 1. *Endothyra*, coupe oblique, lisez: Figure 1. *Glomospira*.
20^e ligne. Au lieu de : Figure 7. *Endothyra*, coupe oblique, lisez: Figure 7. *Glomospira*.
- page 86, 7^e ligne. Au lieu de: qui leur a consacré une étude spéciale, lisez: qui a consacré une étude spéciale aux caractères paléontologiques du gisement de certains d'entre eux.

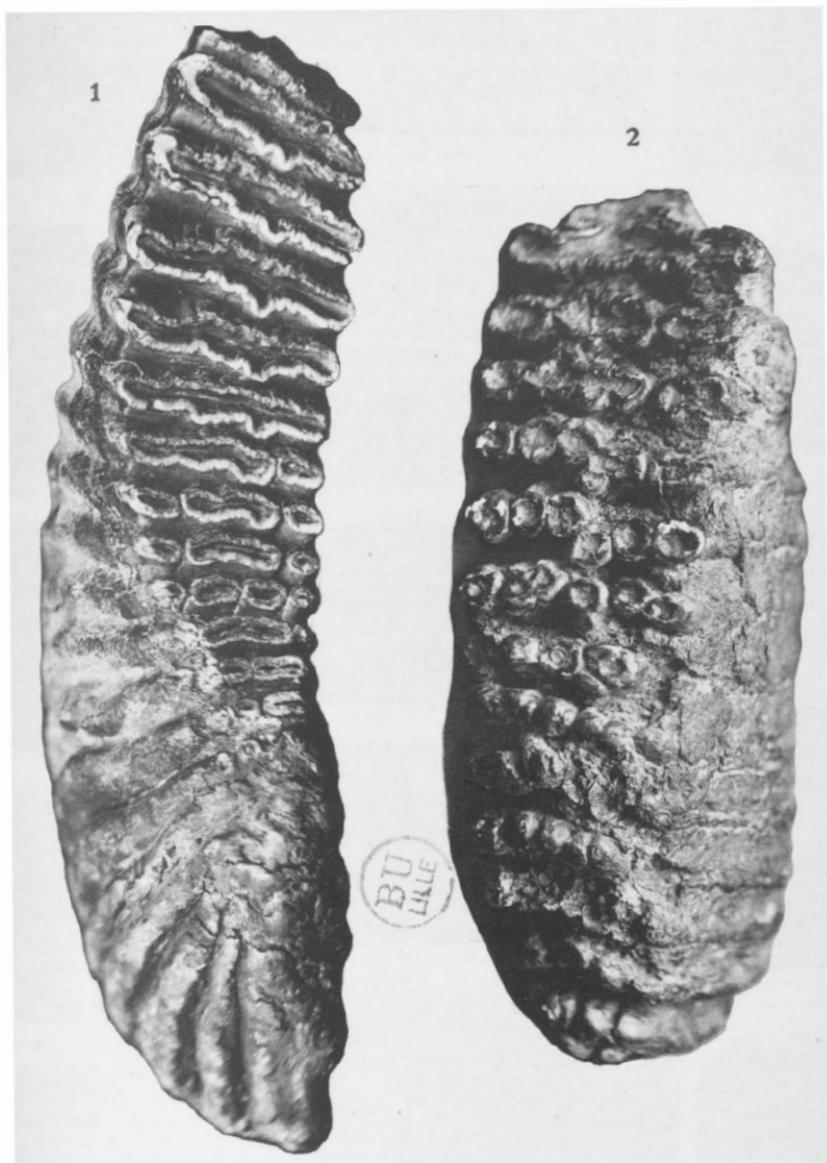
TABLE DES PLANCHES

PLANCHE	I. — P. PONTIER. — <i>Elephas Trogontherii</i> Pohlig, d'Arques, 3 ^e molaire de lait p. 2
»	II. — P. PONTIER. — 1. Arrière molaire infér. droite d' <i>Elephas indicus</i> . 2. Arrière molaire sup. droite d' <i>Elephas meridio-</i> <i>nalis</i> p. 2
»	III. — Mlle LE MAITRE. — Algues et Foramini- fères de calcaires dévoniens. p. 42
»	IV. — J.-W. LAVERDIÈRE. — Plaque antérieure dorso-latérale d' <i>Heterosteus</i> du Dévo- nien de Trélon p. 60
»	V. — A.-P. DUTERTRE. — Le Dolmen de la Pointe-au-Oies p. 70
»	VI. — G. MATHIEU. — Flore stéphanienne de Langeac p. 75
»	VII. — A. DUPARQUE. — Structure microscopi- que du charbon de la Veine Henriette de Marles p. 99
»	IX. — A. DUPARQUE et J. FANSHAWE. — Struc- ture microscopique d'antracites de Pénnsylvanie. p. 111
»	X. — A. CARPENTIER. — Péridermes wealdiens de Féron-Glageon. p. 145
»	XI. — P. DELEAU. — Sables modernes. . p. 193
»	XII. — P. DELEAU. — Sables d'âge crétacé. p. 194



Elephas Trogontherii, POHLIG

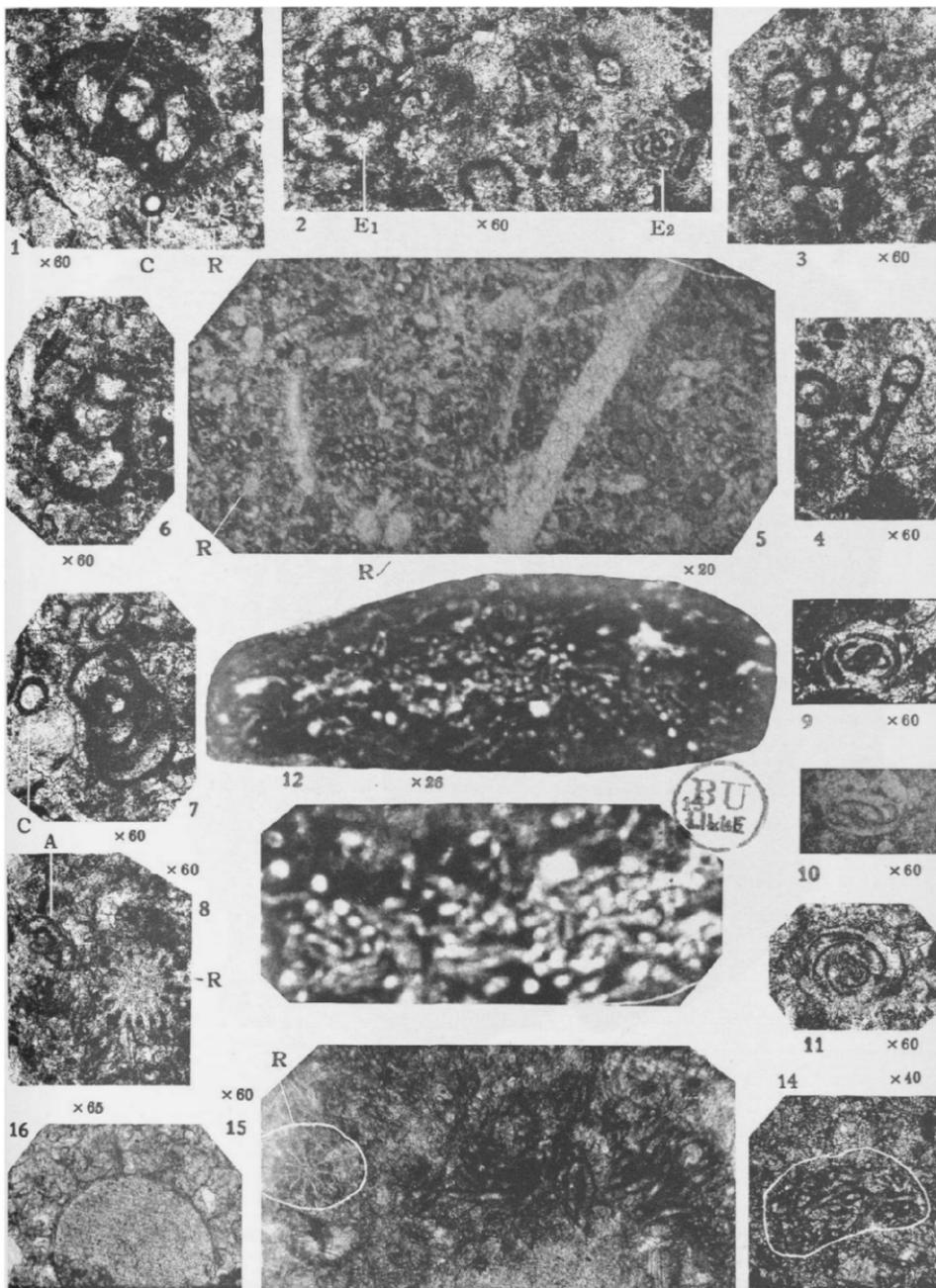
2/5



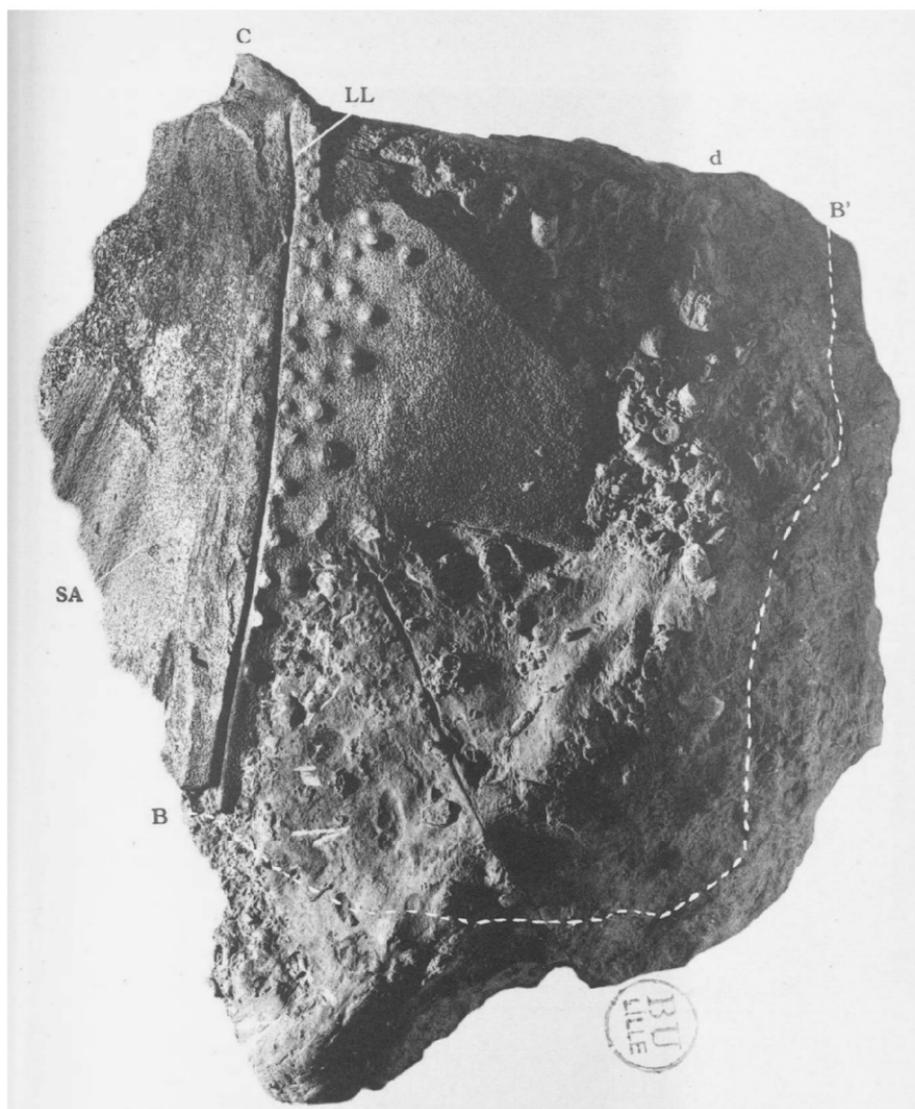
1. — *Elephas indicus*, CUVIER

2. — *Elephas meridionalis*, NESTI

2/5



Algues et Foraminifères des calcaires dévoniens

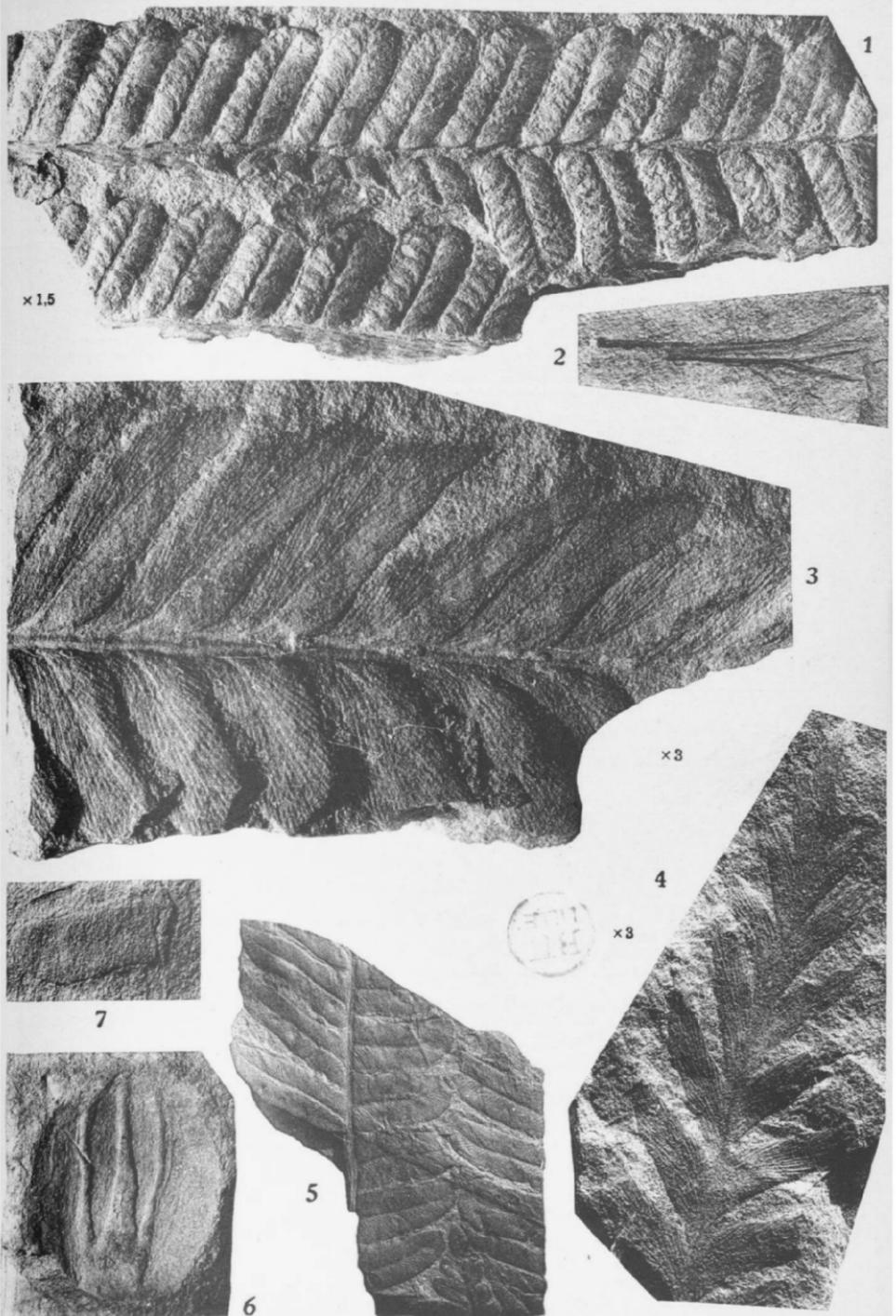


Plaque antérieure-dorso-latérale d'*Heterosteus*.

SA, surface d'articulation; C, condyle; LL, canal de la ligne latérale;
B B', limite de la partie osseuse.

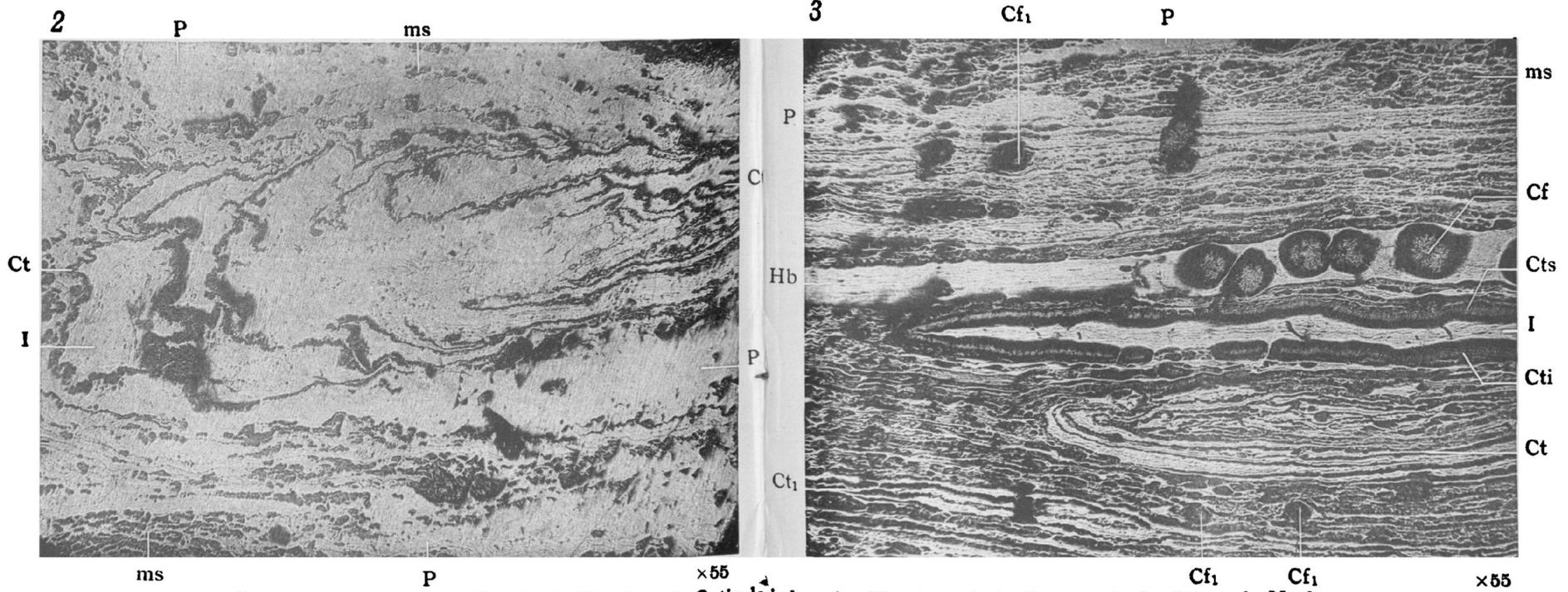
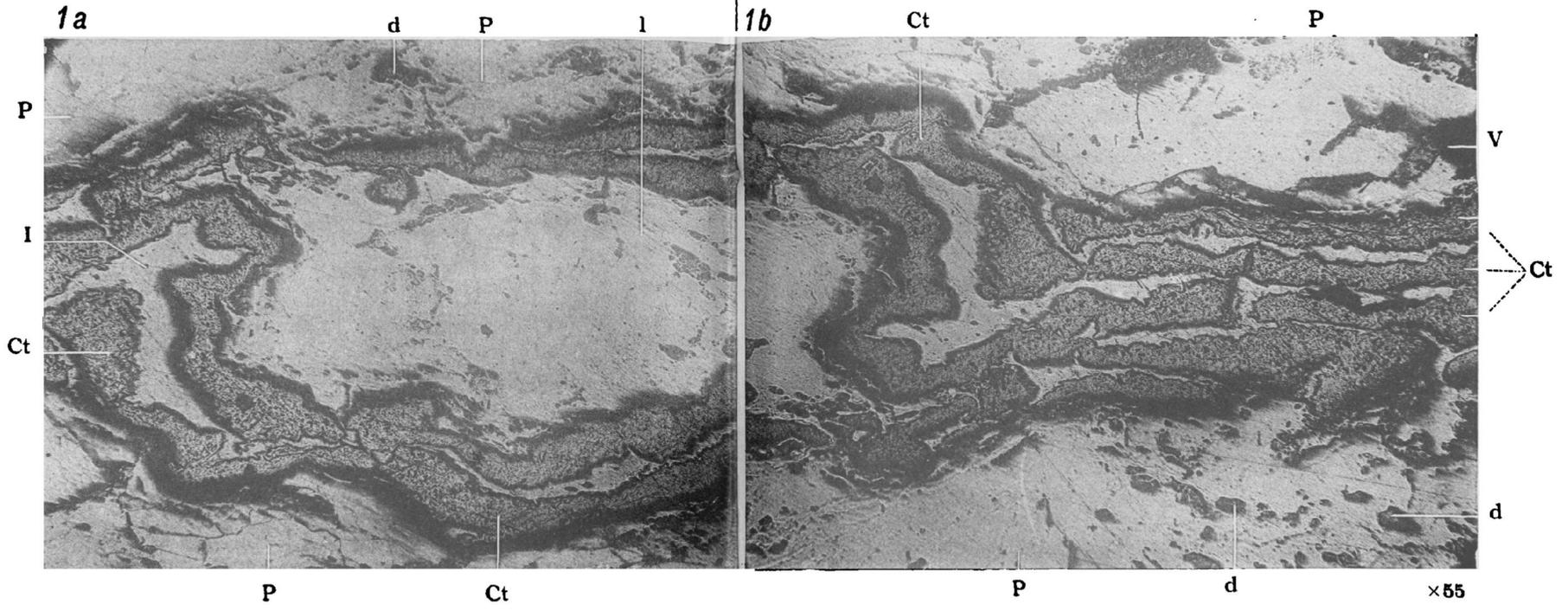


Le Dolmen des dunes de la Pointe-aux-Oies, près Wimereux

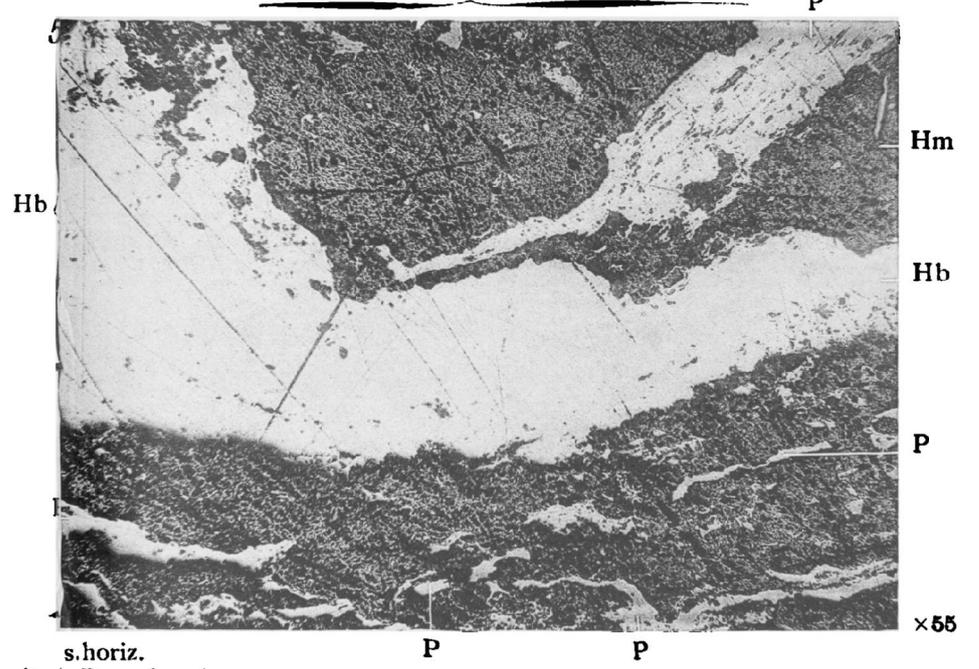
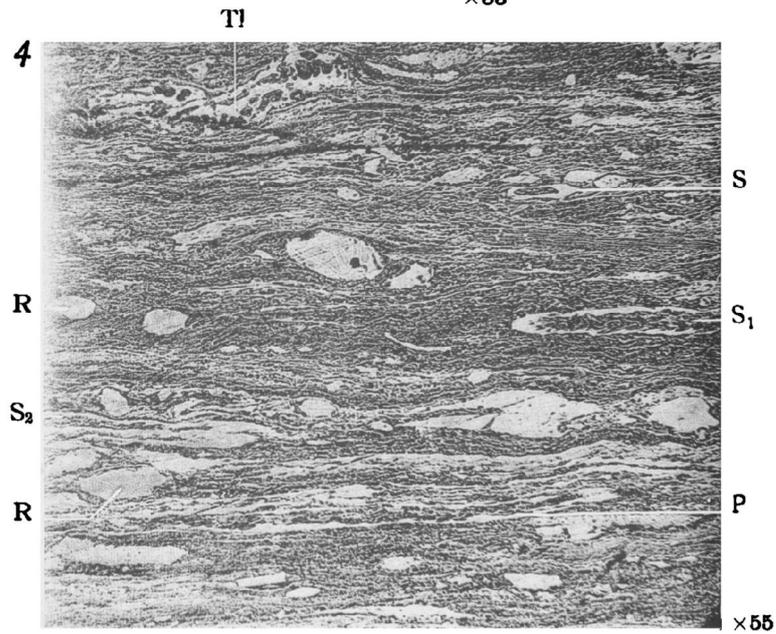
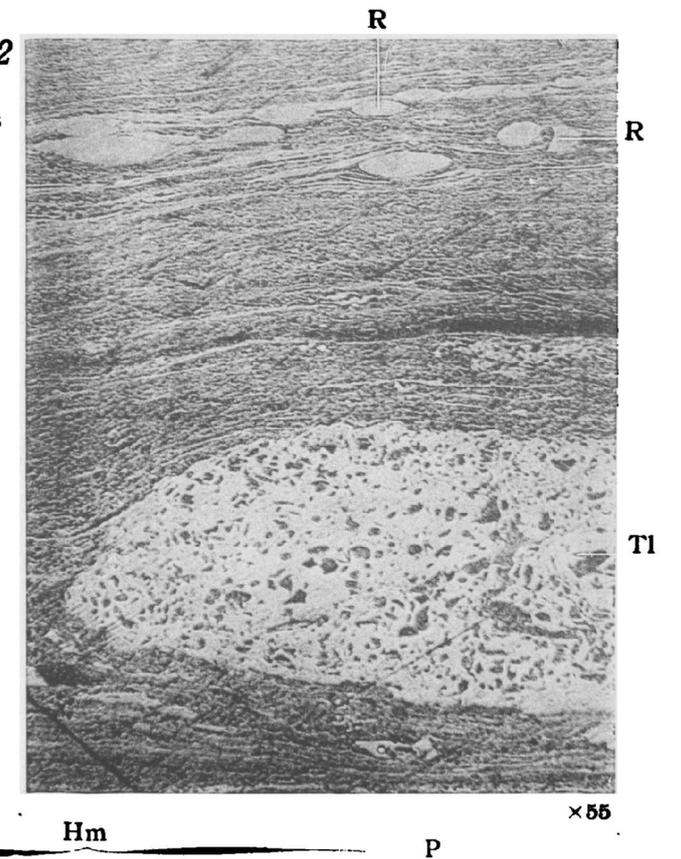
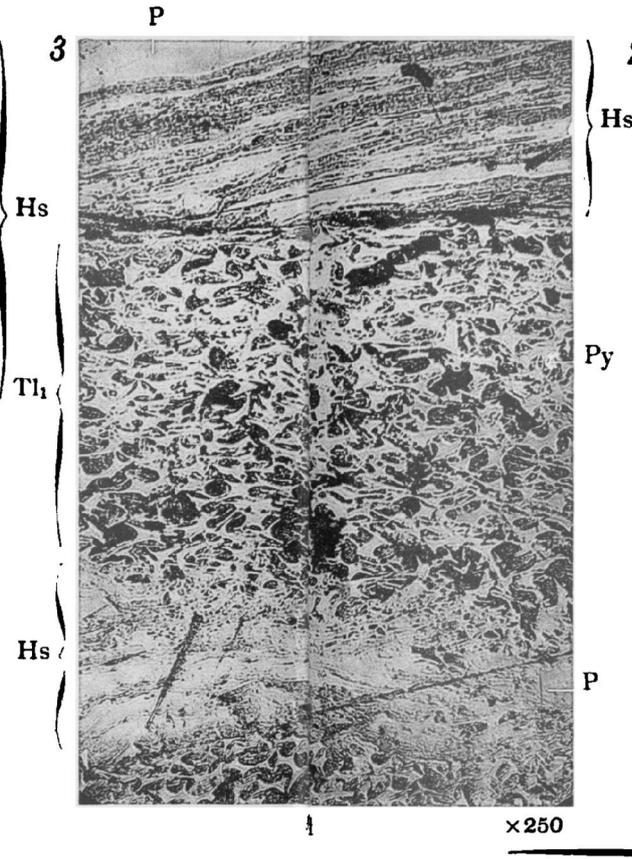
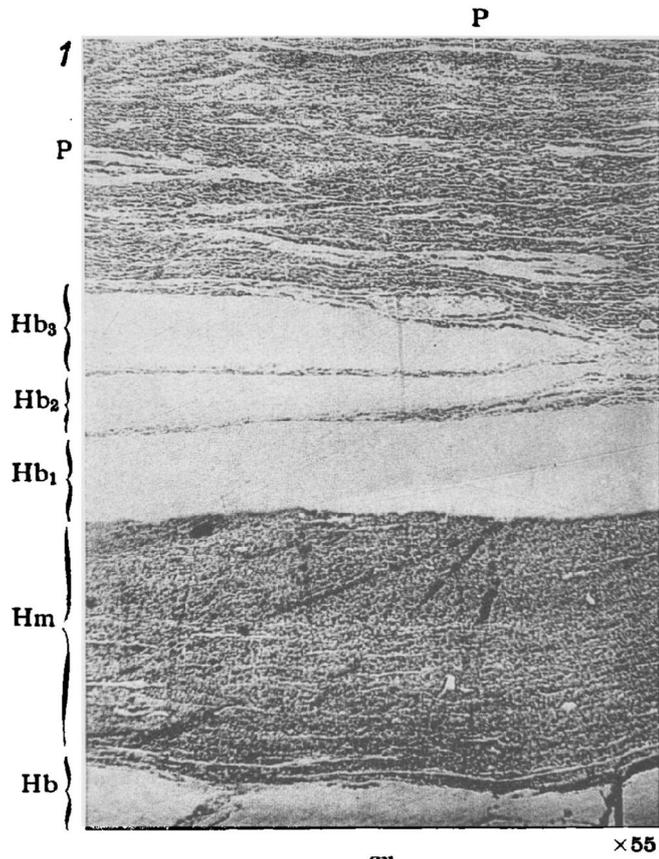


dit. G. Mathieu

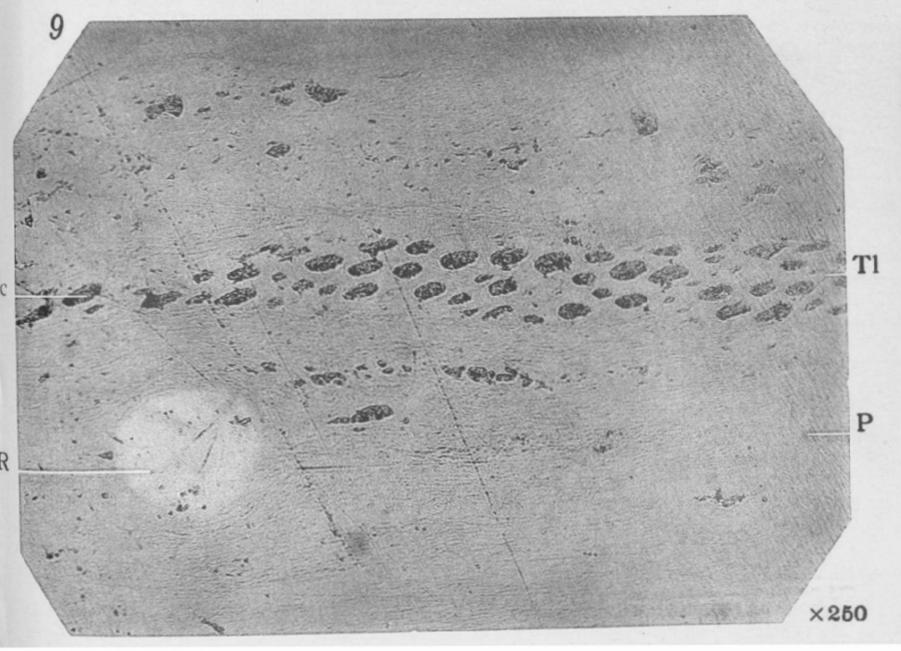
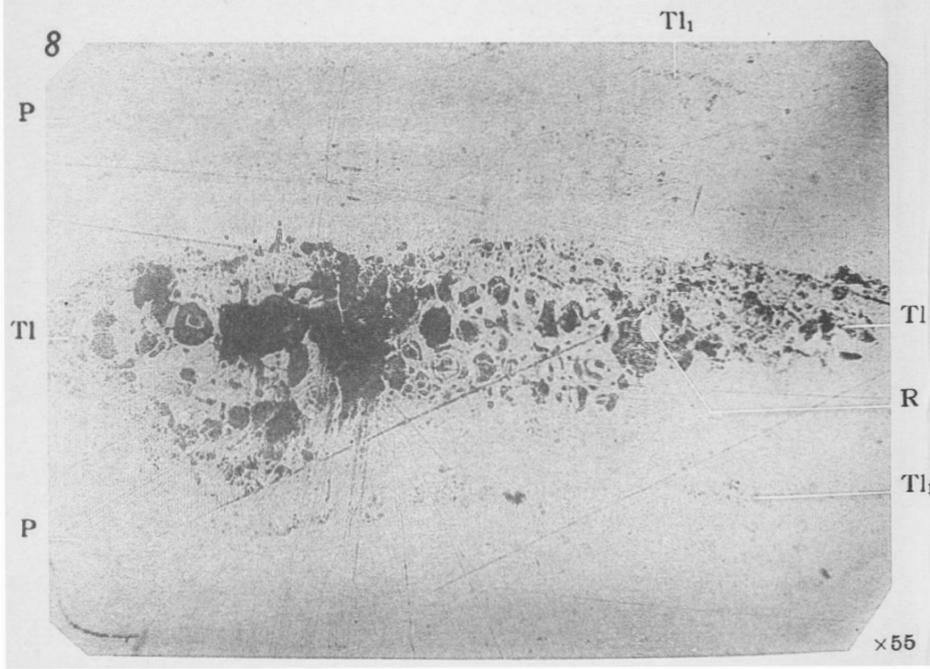
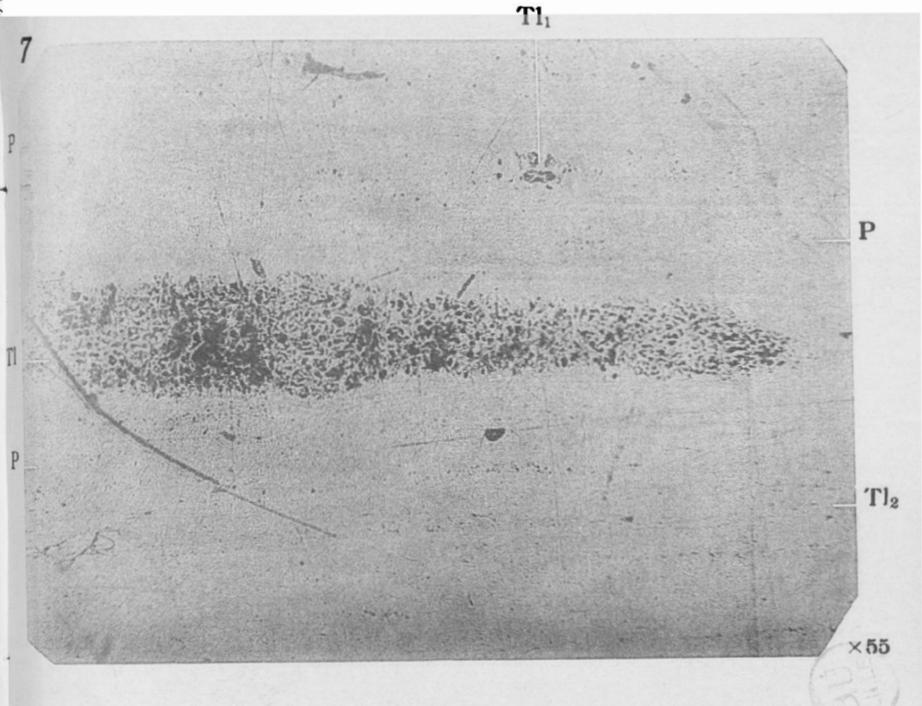
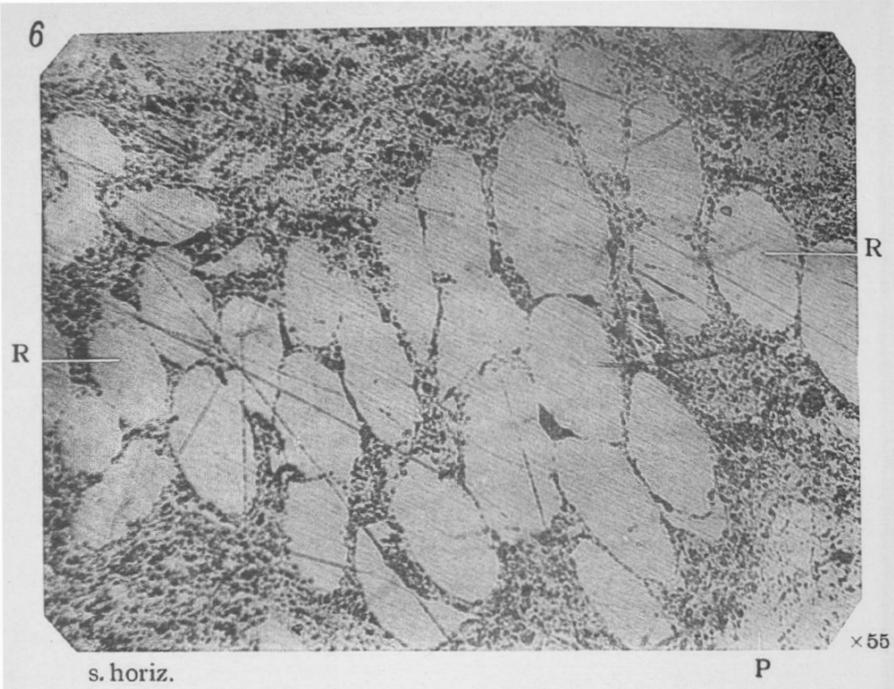
Impr. Mémin - Tortellier Arcueil (Seine)



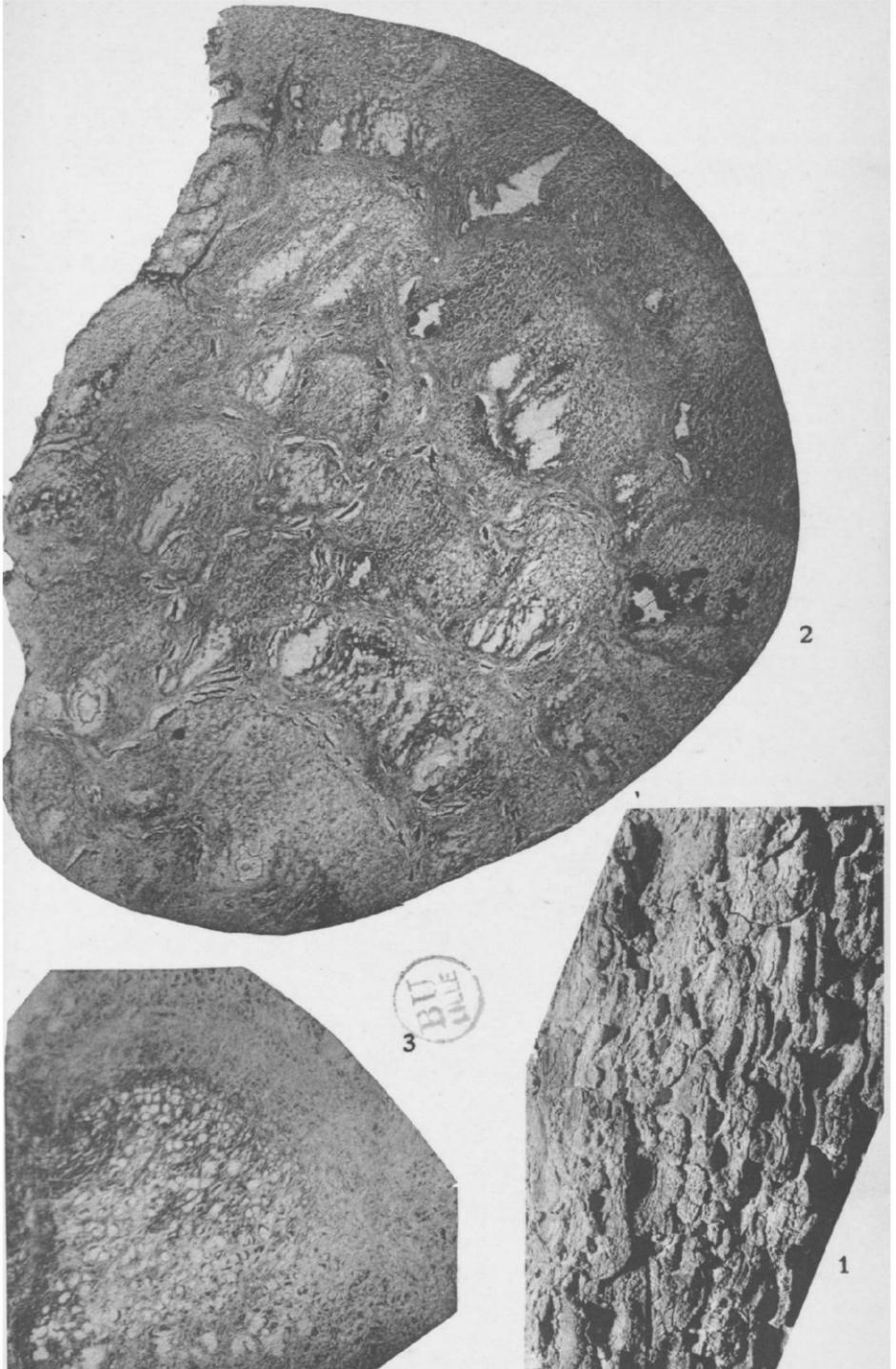
Structure microscopique d'un lit de Charbon de Cuticule de la veine Henriette de la Compagnie des Mines de Marles.



Anthracitesse Pensylvanie.

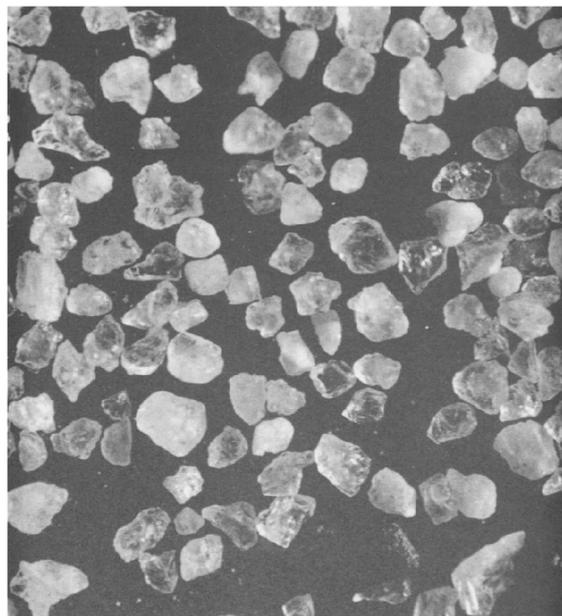


Anthracites de Pennsylvanie.

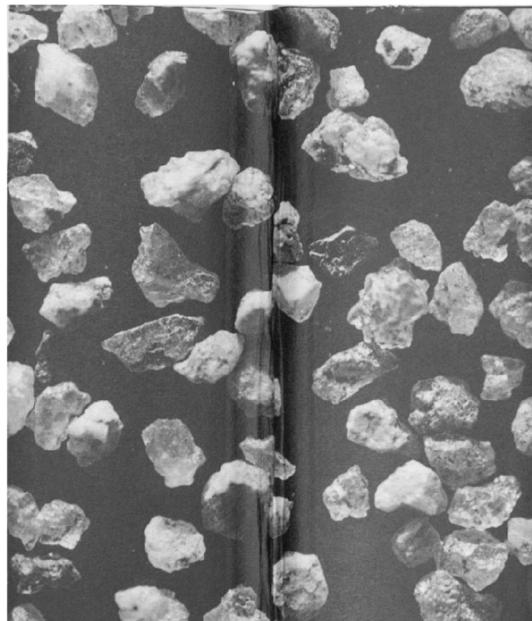


Péridermes wealdiens de Féron-Glaçon

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1



1. — Sable marin de l'île de Batz ×15



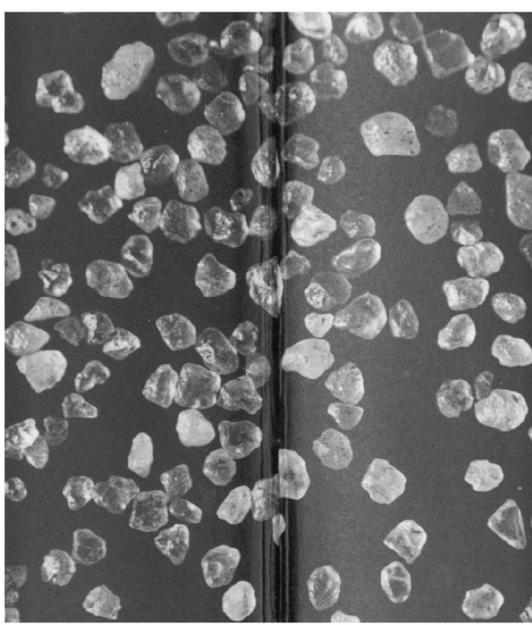
2. — Sable fluviale de la Brame ×15



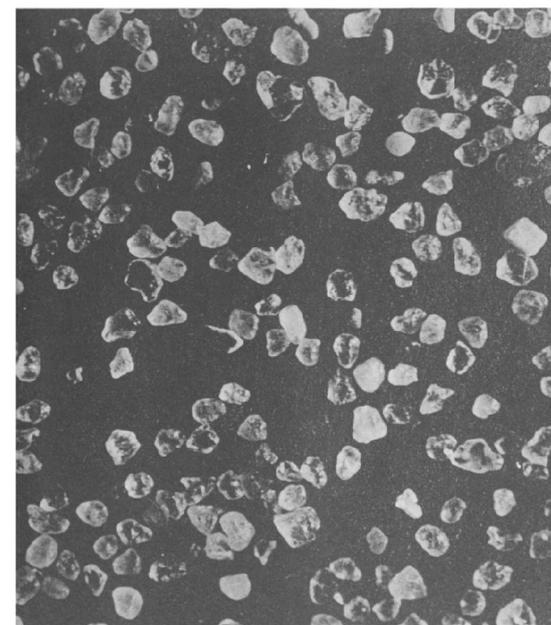
3. — Sable fluviale de la Brame ×7



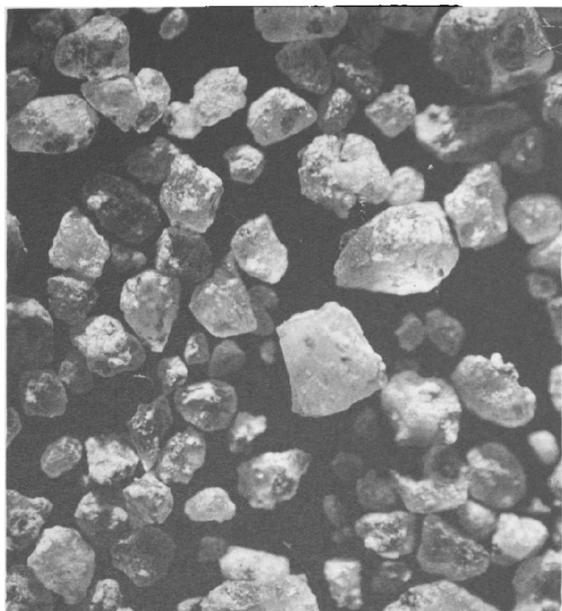
4. — Sable éolien des dunes de Wimereux ×15



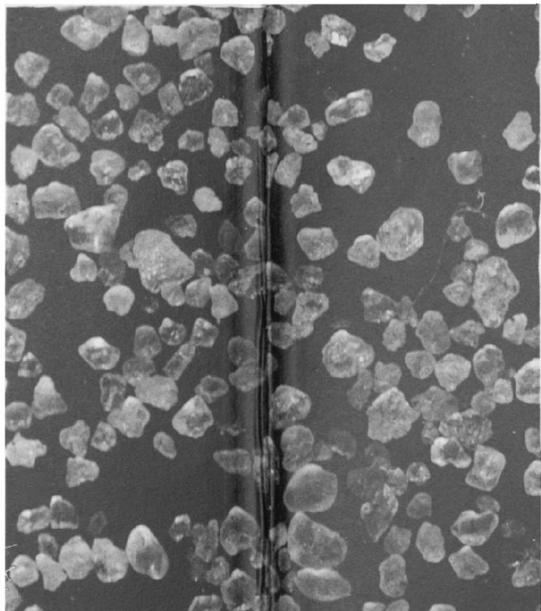
5. — Sable éolien des dunes de St-Cécile ×15



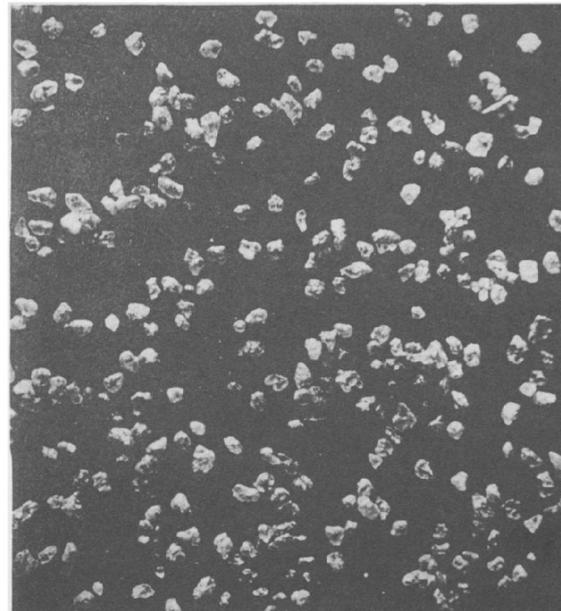
6. — Sable de la grande dune d'Aïn-Sefra ×15



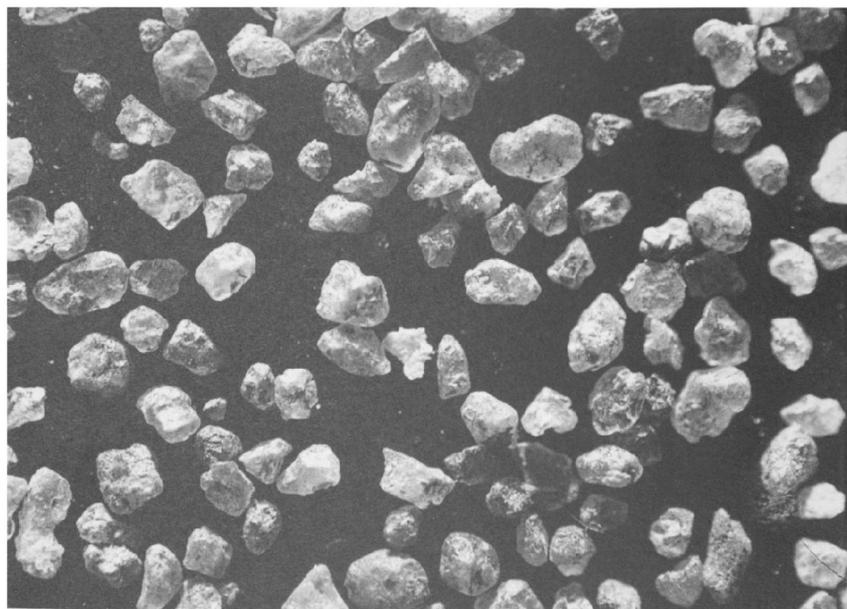
1. — Sable wealdien de Tournai ×15



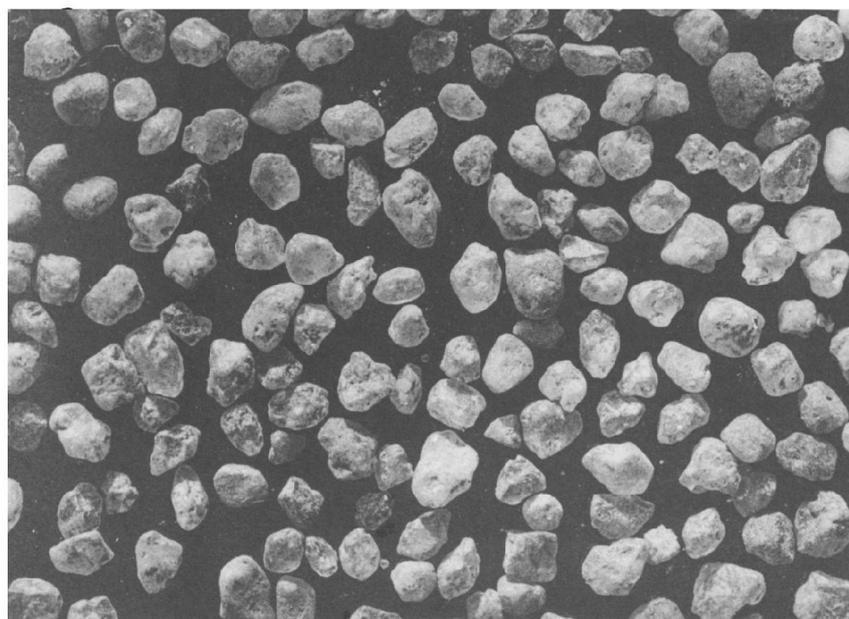
2. — Sable ajen de Wissant ×15



3. — Sable de la Ferté-Bernard (diam. 0 mm.10) ×15



4. — Sable de la Ferté-Bernard (diam. 0 mm.45) ×15



5. — Sable de la Ferté-Bernard (diam. 0 mm.90) ×7