

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Fondée en 1870

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

ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DU NORD

TOME LI
1926

LILLE
IMPRIMERIE CENTRALE
12, Rue Lepelletier

1926

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

au 31 mars 1926

<i>Président</i>	MM. L. DOLLÉ.
<i>Vice-Président</i>	P. GEORGES.
<i>Secrétaire</i>	A. DUPARQUE.
<i>Trésorier-Archiviste</i>	G. DUBAR.
<i>Bibliothécaire</i>	A.-P. DUTERTRE.
<i>Libraire</i>	F. DEWATINES.
<i>Directeur</i>	CH. BARROIS.
<i>Délégué aux publications</i> ..	G. DUBOIS.
<i>Membres du Conseil</i>	G. DELÉPINE, J. CORNET, P. PRIVOST, L. MORIN.

MEMBRES A PERPETUITÉ (1)

- BARROIS, Charles, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences, rue Pascal, 41, Lille.
- BARROIS, Jean (le Docteur), rue des Jardins, 20, Lille.
- COMPAGNIE DES MINES D'ANICHE, à Aniche (Nord).
- COMPAGNIE DES MINES D'ANZIN, à Anzin (Nord).
- COMPAGNIE DES MINES DE BETHUNE, à Bully-les-Mines (Pas-de-Calais).
- COMPAGNIE DES MINES DE BRUAY, à Bruay (Pas-de-Calais).
- COMPAGNIE DES MINES DE COURRIERES, à Billy-Montigny (Pas-de-Calais).
- COMPAGNIE DES MINES DE DOURGES, à Hénin-Liétard (Pas-de-Calais).
- COMPAGNIE DES MINES DE L'ESCARPELLE, à Flers-en-Escrebieux (Nord).
- COMPAGNIE DES MINES DE FERFAY, à Auchel (Pas-de-Calais).
- COMPAGNIE DES MINES DE MARLES, à Auchel (Pas-de-Calais).
- COMPAGNIE DES MINES DE VICOIGNE, NŒUX et DROCOURT, Nœux-les-Mines (Pas-de-Calais).
- COMPAGNIE DES MINES D'OSTRICOURT, à Oignies (Pas-de-Calais).
- CONSTANT, F., Pharmacien, boulevard Papin, 15, Lille.
- MADSEN, V., Directeur du Service Géologique du Danemark, Gammel-mønt, 14, Copenhague, K (Danemark).
- SOCIÉTÉ HOUILLÈRE DE LIEVIN, à Liévin (Pas-de-Calais).
- SOCIÉTÉ HOUILLÈRE DE SARRE-ET-MOSELLE, rue de Prony, 60, Paris (xvii^e).
- SOCIÉTÉ DES MINES DE LENS, à Lens (Pas-de-Calais).

(1) Ce titre est réservé aux Membres de la Société, qui se sont libérés de leur cotisation annuelle en versant une somme minimum de 1.000 francs.

MEMBRES TITULAIRES

- ADAM, Ingénieur aux Mines de Marles, Calonne-Ricouart (P.-de-C.).
ADRIAENSEN, rue d'Amiens, 7, Lille.
- * AGNIEL, Georges, Ingénieur aux Mines de Nœux, Fouquières-les-Béthune (Pas-de-Calais).
- ANTHONY, Professeur d'Anatomie comparée au Muséum d'Histoire Naturelle, rue Buffon, 55, Paris (v°).
- ASSELBERGHS, Professeur de Géologie à l'Université, Laboratoire de Géologie, Louvain (Belgique).
- AUFRERE, L., Professeur au Collège Courbet, rue du Saint-Sépulcre, 7, Abbeville (Somme).
- BAECKEROOT (l'Abbé), Professeur de Géographie à l'Ecole des Hautes Etudes commerciales de Lille, avenue de Jussieu, 24, Lambersart (Nord).
- BALOSSIER, E., Représentant, route de Douai, 330, Ronchin-lez-Lille.
- BARDOU, P. (le Docteur), rue de Coulmiers, 5, Lille.
- BATAILLÉ, Léopold, Ingénieur, Kailan Mining Administration, Lingsi, near Tongsham (Chine).
- BAUSSART, Ingénieur-chimiste des Tuileries du Nord, rue de la Colme, 5-6, Watten (Nord).
- BÉCUWE André Docteur en médecine, boulevard de la Liberté, 169, Lille.
- BENOIT, Directeur d'Ecole à Amagne-Lucquy (Ardennes).
- BERRY François, Ingénieur, rue Nationale, 237, Lille.
- BERTHELIN, Ingénieur en chef à la Compagnie des Mines de Carvin (Pas-de-Calais).
- * BERTRAND, Paul, Professeur de Botanique appliquée à la Faculté des Sciences, rue Brûle-Maison, 159, Lille.
- BESTEL, Professeur au Lycée de Laon (Aisne).
- 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)].
- BIENDINÉ-BRUNO (Mme), Directrice du Collège de Jeunes Filles d'Abbeville (Somme).
- BIGOT, A., Membre 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).
- BOSCHER, Ingénieur, rue de Denain, 134, Roubaix (Nord).

L'asterisque 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.

- BOURRIAUD (M^{lle}), Professeur à l'École 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^e).
- BOUSSEMAER, Ingénieur, Villa des Roses, Cassel (Nord).
- BREGI 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^e).
- BROCHOT, R., Ingénieur, rue Rochechouart, 69, Paris (IX^e).
- BROILLI, F., Professeur de Paléontologie à l'Université, Munich (Allemagne).
- BROUSSIER, F., Ingénieur principal de la Compagnie des Mines d'Aniche, rue de l'Union, 132, Aniche (Nord).
- * BUREAU (D^r Louis), Directeur du Musée, rue Gresset, 15, Nantes (Loire-Inférieure).
- CABASSUT, Ingénieur en chef à la Compagnie des Mines d'Aniche, Auberchicourt (Nord).
- CAGNY (de) R., Ingénieur chimiste, rue de Mons, 14, Maubeuge (N.).
- CAMBIER, René, Ingénieur, Pâturages (Belgique).
- CARPENTIER (le Chanoine), Doyen de la Faculté libre des Sciences, rue de Toul, 13, Lille.
- CAYEUX, L., Professeur au Collège de France, place Denfert-Rochereau, 6, Paris (XIV^e).
- CHABANIER, E., Ingénieur, Port-Salut, Verberie (Oise).
- CHAMBRE DES HOUILLERES DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS, rue Saint-Jean, 26, Douai (Nord).
- CHAMPION, Edouard, libraire, quai Malaquais, 5, Paris (VI^e).
- CHAPUT, E., Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences, rue Blessig, 1, Strasbourg (Bas-Rhin).
- 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, rue de Tenremonde, 5, Lille.
- 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 (Ile-et-Vilaine).
- COMPAGNIE DES MINES DE HOUILLE DE GOUY-SERVINS (M. Maréchal, Directeur), à Bouvigny-Boyeffles (Pas-de-Calais).
- CORNET, Jules, Membre correspondant de l'Institut, Professeur à l'École des Mines, boulevard Elisabeth, 12, Mons (Belgique).
- CORSIN, Paul, Préparateur de Minéralogie à la Faculté des Sciences, rue Brûle-Maison, 159 Lille.
- COTTREAU, J., Assistant de Paléontologie au Muséum d'Histoire Naturelle, rue de Rivoli, 252, Paris (I^{er}).
- COTTRON, Professeur au Lycée Charlemagne, rue St-Antoine, 101, Paris (IV^e).

IV

- 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, Auchel (Pas-de-Calais).
- 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).
- DALMAIS, Ingénieur à la Compagnie d'Alais, boulevard Raspail, 72, Paris (vi^e).
- DANGEARD, Assistant de Géologie à la Faculté des Sciences, Laboratoire de Géologie, Renne (Ille-et-Vilaine).
- DANICOURT, Ingénieur-hydrologue, r. Delpuch, 28, Amiens (Somme).
- DEBLOCK, Pharmacien, rue Daubresse-Mauvriez, 16, Mons-en-Barœul (Nord).
- DECROIX, Th., Licencié ès-sciences, rue de l'Arc, 17, Lille.
- DEHAY, Pharmacien à Arras (P.-de-C.).
- DEHÈE, René, Assistant de Géologie à la Faculté des Sciences, 159, rue Brûle-Maison, Lille.
- DELAHAYE, Emile, Licencié-ès-Sciences, boulevard Victor-Hugo, 252, Lille.
- DELANNOY, Ingénieur civil des Mines, rue de Marquette, 83, La Madeleine (Nord).
- DELEAU, Paul, 233, rue des Postes Lille.
- DELECOURT, Jean, Industriel, rue Nationale, 115, Marcq-en-Barœul (Nord).
- 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 Saint-Aubert, 61, Arras (Pas-de-Calais).
- DEL RUE, Professeur au Collège, Béthune (Pas-de-Calais).
- DEPAPE (l'Abbé), Professeur à la Faculté libre des Sciences, rue de Toul, 13, Lille.
- DEPECKER (l'Abbé Louis), Professeur rue d'Aucumont, 18, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- DERNONCOURT, Ingénieur à la Compagnie d'Anzin (Nord).
- DESAILLY, Ingénieur des Mines, Hensies, par Quiévrain (Belgique)
- 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.).
- DOLLE, L., Maître de Conférences 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 (le Chanoine de), Professeur à l'Université, rue de Bériot, 44, Louvain (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 Toul, 13, Lille.
- DUBOIS, Georges, Chargé de Conférences de Paléontologie à la Faculté des Sciences, rue Roland, 45, Lille.
- DUBOIS, Jules, Ingénieur, Professeur à l'Université du Travail de Charleroi, Courcelles (Belgique).
- DUBOUCHÉ, H., Ingénieur, rue Saint-Fuscien, 65, Amiens (Somme).
- DUBRUNFAUT, Chimiste-Industriel, r. de l'Ouest, 3, Roubaix (Nord).
- DUMAND, Ingénieur, rue du Bloc, 24, Arras (Pas-de-Calais).
- DUMOLIN, Ernest, Tuilleries du Sterreberg, Courtrai (Belgique).
- DUPARQUE, A., Assistant de Géologie à la Faculté des Sciences, rue des Pyramides, 31 Lille.
- DUSART, E., Ingénieur en chef-Gérant des Charbonnages de Grand-Mambourg, Montigny-sur-Sambre (Belgique).
- DUTERTRE, Docteur en médecine, rue Coquelin, 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 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., Directeur du Service de la Carte géologique de Catalogne, Musée des Sciences Naturelles, Parc de Barcelona, Apartat 593, Barcelone (Espagne).
- FENAUX (Mlle), Professeur à l'Ecole Primaire supérieure de Jeunes Filles Jean-Macé, boulevard des Ecoles, 50, Lille.
- FÈVRE, Ingénieur en chef des Mines, avenue Alphonse XIII, 1, Paris (XVI^e).
- F^OREST, Philibert, Maître de carrières, Ferrière-la-Grande (Nord).
- FOURMARIER, Paul, Ingénieur principal au Corps des mines, Professeur à l'Université, avenue de l'Observatoire, 140, Liège (Belg.).
- FOURNIER (Dom Grégoire), Abbaye de Maredsou, Maredret (Belg.).
- FRÉALLE, Ingénieur, Montigny-en-Ostrevent (Nord).
- FROIDEVAL, Maître-Répétiteur au Lycée Faidherbe, rue des Arts, Lille.
- GALLÉ, Louis, Publiciste, avenue Monplaisir, 24, Nice (Alpes-Mar.).
- GAUDIER (le Docteur), Professeur à la Faculté de Médecine, rue Nationale, 175, Lille.
- GAUTHIER, Paul, Directeur des Mines de Carvin, à Carvin (P.-de-C.).
- * GÉNY, Pierre, Ingénieur aux Mines de Courrières, avenue Rapp, 32, Paris (VII^e).
- GEORGES, Paul, Ingénieur en chef au Corps des Mines, rue du faubourg d'Arras, 2, Béthune (Pas-de-Calais).
- GIRARD, Ingénieur à la Compagnie des Mines d'Ostricourt, Ostricourt (Nord).

VI

- GOBERT (le Docteur), rue de Réga, 44, Louvain (Belgique).
- GODEFROY, René, Ingénieur au Service central des Mines des Aciéries de Longwy, Mont-Saint-Martin (Meurthe-et-Moselle).
- CODET, 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).
- GRAS, A., Directeur des Houillères de St-Chamond (Loire).
- GRENON (l'Abbé), Supérieur du Collège St-Winocq, Bergues (Nord).
- GRONNIER, J., Principal honoraire, rue de Dammarié, 26, Melun (Seine-et-Marne).
- GROSSOUVRE (de), Ingénieur en chef des Mines, Bourges (Cher).
- GUERNE (de), rue de Tournon, 6, Paris (VI^e).
- GUINAMARD, Ingénieur en Chef des Mines de Lens, Meurchin (Pas-de-Calais).
- HAGÈNE Assistant de Botanique à la Faculté des Sciences, Dijon (Côte-d'Or).
- HANOT, Joseph, Directeur du Laboratoire d'analyse des Eaux, rue Creton, 6, Amiens.
- HAUG, E., Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences, Laboratoire de Géologie, Sorbonne, Paris (V^e).
- HÉNAULT, Archiviste-bibliothécaire, Directeur du Musée de Bavay, Valenciennes (Nord).
- HENAUT, Fernand, Ingénieur-Conseil, rue du Faubourg-de-Douai, 200, Lille.
- HERLIN, Georges, Notaire, rue de l'Hôpital-Militaire, 122, Lille.
- HERMANN, Editeur, rue de la Sorbonne, 6, Paris.
- HOULLIER, Paul, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, rue de Millevoye, 19, Abbeville (Somme).
- HULSTER (Jules-Alfred de), Entrepreneur de sondages, chaussée de la Muette, 2, Paris (XVI^e).
- INSTITUT DE GEOLOGIE ET DE PALEONTOLOGIE DE L'UNIVERSITE DE BONN (Allemagne) (M. le Professeur Steinmann, Directeur).
- JOLY, Fernand, Ingénieur aux Etablissements Pagniez et Brégl, rue de la Gare, 1, Saint-André-lez-Lille (Nord).
- JOLY, H., Chargé de Cours à la Faculté des Sciences, boulevard d'Alsace-Lorraine prolongé, 53, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
- JONGMANS, Dr W. J., Directeur du Bureau Géologique des Mines Néerlandaises, Askerstraat, 88, Heerlen (Pays-Bas).
- 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 DU COLLEGE DE FRANCE, place Marcellin Berthelot (rue des Ecoles), [par Hermann, libraire, rue de la Sorbonne, 6, Paris V^e].
- 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 en chef du Service des Mines de la Société des Aciéries de France, rue d'Antin, 6, Paris (11^e).
- LAMBLIN, Licencié ès-sciences, rue Nationale, 194, Lille.
- LAMOUCHE, (Lt-Colonel), rue Colbert, 32, Lille.
- LANDRIEU, Max, Ingénieur à la Société d'Escaut et Meuse, avenue de Liège, 6, Valenciennes (Nord).
- LANGRAND (l'Abbé), rue de Maquétra, 22, Boulogne-sur-Mer (P.-de-C.).
- * LAPPARENT (de), Jacques, Professeur de Pétrographie à l'Université de Strasbourg, rue Blessig, 1, Strasbourg.
- 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).
- LAVOCAT, Paul, Industriel, Neufchâtel (P.-de-C.).
- LAY-CRESPEL, Négociant, rue Léon-Gambetta, 54, Lille.
- LEBLOND (D^r), Etienne, rue de Campaigno, 2, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
- LEBRUN, Licencié ès-sciences, place Philippe-Lebon, 13, Lille.
- 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).
- LEGAY (le Docteur), boulevard de la République, La Madeleine-lez-Lille (Nord).
- LEMAY, Directeur général des Mines d'Aniche, Aniche (Nord).
- * LEMOINE, Paul, Professeur de Géologie au Muséum d'Histoire Naturelle, rue de Buffon, Paris (v^e).
- LERICHE, Maurice, Professeur de Géologie à l'Université de Bruxelles, avenue de Montjoie, 123, Uccle (Belgique).
- LEROUX, Ed., Ingénieur, Inspecteur au Service des Eaux de la Compagnie du Chemin de fer du Nord, Chemin latéral, 60, Enghien-les-Bains (Seine-et-Oise).
- LOHEST, Professeur à l'Université, Mont-Saint-Martin, 55, Liège (Belgique).
- LOMBOIS, Château de Mantoue, Potelle (près Le Quesnoy) (Nord).
- LOYEUX, Henri, Ingénieur, Fontaine-Utertre (Aisne).
- MAES, Etudiant à la Faculté des Sciences, rue Boucher-de-Perthes, 96, Lille.
- MAILLET, Marcel, Ingénieur à la Société Houillère de Liévin, à Avion (Pas-de-Calais).
- MALAQUIN, A., Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences, rue Brûle-Maison, 159, Lille.
- MARGERIE (de), E., Membre correspondant de l'Institut. Directeur du Service de la Carte Géologique d'Alsace, rue Blessig, 1, Strasbourg.
- MATHIAS, Notaire, route de Béthune, 13, Loos (Nord).
- MATHIEU, F., Geologist K. M. A. Tongsham, près Tien-Tsin (Chine, Nord).

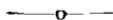
- MATHON, Gaston, Ingénieur à la Société Houillère de Liévin, Avion (Pas-de-Calais).
- MELON, Industriel, Licencié ès-sciences, Usine à Gaz, Château-Landon (Seine-et-Marne).
- MÉNAT, J., Ingénieur agronome, Sains-du-Nord (Nord).
- MÉNY, Jules, Ingénieur au Corps des Mines, rue Théodule Ribot, 7, Paris (VII^e).
- MERCIER, Maître de carrières, Ferrière-la-Petite (Nord).
- MEUNIER, E., Sucrerie de Vouziers, à Vouziers (Ardennes).
- MEURISSE, Louis, Sondeur, rue d'Arras, 121, Libercourt (P.-de-C.).
- MEYER, Adolphe, Traducteur, rue Solférino, 299, Lille.
- MICHOTTE, P., Professeur de Géographie à l'Université de Louvain (Belgique).
- MILON, Y., Assistant de Géologie à la Faculté des Sciences, avenue du Gué de Baud, 68, Rennes (Ille-et-Vilaine).
- MONTAGNE, Paul, Ingénieur aux Mines de Liévin, rue Chanzy, 49, Liévin (Pas-de-Calais).
- MORIN, André, Industriel, rue de Libercourt, Carvin (P.-de-C.).
- MORIN, Léon, Directeur des Mines de Liévin, Liévin (Pas-de-Calais).
- 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).
- NEGRE, G. Ingénieur, rue Delaizemont, 5 bis, Neuilly-s-Seine (Seine).
- NEULLIES (le Docteur Claude), rue Saint-Jean-des-Près, 8, Abbeville (Somme).
- NEW-YORK PUBLIC LIBRARY [par M. Stechert, rue de Condé, 16, Paris (VI^e)].
- NIHOUS, Professeur au Lycée, Saint-Omer (Pas-de-Calais).
- NOURTIER, E., Ingénieur, Directeur du Service des Eaux de Roubaix-Tourcoing, rue de Paris, 1, Tourcoing (Nord).
- ODOUARD, Léon, Ingénieur des Mines, Waziers (Nord).
- 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, Baghbazur, Calcutta (Indes anglaises).
- PARENT, H., Licencié ès-sciences, rue des Stations, 18, Lille.
- PELABON, O., Ingénieur à la Compagnie des Mines d'Anzin, Abscon (Nord).
- PERIN Etudiant, rue de l'Ecole St-Louis, 34, Fives-Lille.
- PETIT, Julien, Chargé d'un Cours de Géographie régionale à l'Université, place Simon-Vollant, 17, Lille.
- PETIT, R., Ingénieur aux Mines de Bruay (P.-de-C.).
- * PIERART, Désiré, Cultivateur, Dourlers (Nord).
- PINFOLD, E. S., B. A., F. G. S., M. I. Leylands Lane, Heaton, Bradford (Yorkshire) (Angleterre).
- PLANE, Ingénieur aux Mines d'Aniche, rue de Lille, 2, Douai (Nord).
- PONCHAUX, E., 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 appliquée à la Faculté des Sciences, rue Gounod, 8, Lille.
- PUCHOIS, Directeur d'école publique, Isbergues (Pas-de-Calais).
- RAMOND GONTAUD, Assistant honoraire de Géologie au Muséum national d'Histoire Naturelle, rue Louis-Philippe, 18, Neuilly-sur-Seine (Seine).
- RAZOULS, Emmanuel, Ingénieur des Arts et Manufactures, rue de Villars, 59, Cambrai (Nord).
- 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).
- ROBERT, Maurice, Chargé de Cours à l'Université libre, rue Renier-Chalon, 18, Bruxelles (Belgique).
- ROCHETTE, Professeur de Sciences au Collège, Le Quesnoy (Nord).
- 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).
- ROUSSEL, Docteur ès-sciences, chemin de Velours, Meaux (S.-et-M.).
- SAINTE-CLAIRE DEVILLE, Directeur technique du Service des Mines de la Sarre, Sarrebrück (Sarre).
- SALEÉ (l'Abbé A.), Professeur de Paléontologie à l'Université de Louvain (Belgique).
- SALMON (D^r), J., Directeur du Bureau d'Hygiène, Niort (Deux-Sèv.).
- SERVICE DES MINES (ARRONDISSEMENT MINÉRALOGIQUE D'ARRAS), rue du Faubourg d'Arras, 2, Béthune (Pas-de-Calais).
- SETPLIK, Jaromir, Conservateur au Musée National de Pragues, Václavské Nám, 74, Pragues, II (Tchéco-Slovaquie).
- SIMON, Jean, Ingénieur à la Société Houillère de Liévin, à Calonne, par Liévin (Pas-de-Calais).
- SIX, René, Avocat, rue Nationale, 29 bis, Lille.
- * SOUBEYRAN (de), Ingénieur en chef des Mines, avenue d'Iéna, 86 Paris (xvi^e).
- SOUILLART, R., Elève-officier de Réserve, 501^e régiment de chars de combat, 4^e Cie, Tours (Indre-et-Loire).
- * STAMP, L. Dudley, Professeur de Géologie à l'Université de Rangoon, University College, P. O. Box 881, Rangoon (Birmanie).
- STEVENS (Major), Professeur de Géologie à l'École Militaire, rue Philippe Bancq, 33, Bruxelles (Belgique).
- * TACQUET, Jules, Ingénieur. Président des Mines de Ferfay-Cauchy, rue Patou, 45, Lille.
- VAILLANT (le Docteur), Directeur des Services d'Hygiène du Pas-de-Calais, rue de la Gouvernance, 6, Arras (Pas-de-Calais).
- 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).
- WACHÉ, Georges, Ingénieur divisionnaire aux Mines de Bruay, rue du Centre, 32, à Bruay (P.-de-C.).
- WEG, Max, Königstrasse, 3, Leipzig (Allemagne).
- WOOLDRIDGE, S. W., B. Sc. F. G. S., Demonstrateur de Géologie, King's College, Strand, W. C. 2, Londres (Grande-Bretagne).
- ZALESSKY, Michaël Demetriowitch, Géologue au Comité Géologique de Russie, Borissoglebskaïa, 12, log. 6, Orel (U. R. S. S.).

MEMBRES ASSOCIÉS

- CORTAZAR (de), Directeur du Service de la Carte géologique, Calle Isabella Catolica, 23, Madrid (Espagne).
- KAYSER, Emm., Professeur honoraire de Géologie à l'Université, Munich (Allemagne).
- RUTOT, A., Conservateur 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 27 janvier 1926

Présidence de M. L. Morin, Président

On procède à l'élection des membres du Bureau pour l'année 1926. Trente-deux membres prennent part au vote.

Sont élus :

Président. MM. **L. Dollé**.

Vice-Président. **P. Georges**.

Sont élus par les membres présents à la séance :

Secrétaire MM. **A. Duparque**.

Trésorier **G. Dubar**.

Bibliothécaire **A.-P. Dutertre**.

Libraire **F. Dewatines**.

Délégué aux Publications. **G. Dubois**.

Le Président proclame Membres de la Société :

MM. **Baussart**, Ingénieur-chimiste des Tuileries du Nord et du Pas-de-Calais.

Deleau, de Lille.

Georges, Ingénieur en chef au Corps des Mines, à Béthune.

Jourdan, Ingénieur en chef des Mines de Nœux.

Mathon, Ingénieur des Mines, à Liévin.

Ricateau, Ingénieur des Mines, à Liévin.

Simon, Ingénieur des Mines, à Liévin.

Le Président annonce les décès de :

MM. **Bestel**, Professeur honoraire à l'École normale d'Instituteurs de Charleville.

Béziers, Directeur du Musée Géologique de Rennes.

Villet, Ingénieur aux Mines de Lens.

Il présente ses condoléances et celles de la Société Géologique du Nord aux familles de ces confrères disparus.

M. **Barrois** rappelle la place toute particulière qu'avait occupée M. **Bestel** dans la Société. Il la tenait au courant de l'état des exploitations et des affleurements dans les Ardennes et l'a souvent guidée en excursion. La mort de M. **Bestel** sera vivement ressentie par tous ceux de nos confrères qui l'ont connu.

Le Président annonce que la Société des Sciences, des Arts et de l'Agriculture de Lille vient d'accorder les distinctions suivantes à trois de nos confrères :

M. **L. Dollé** a reçu le Prix Kuhlmann,

M. **P. Georges** a reçu le Prix Léonard Danel,

M. le Lt-C. **Lamouche** a reçu le Prix Gosselet.

Le Président félicite les Lauréats au nom de la Société Géologique du Nord.

Il félicite également M. **G. Dubar** qui vient d'obtenir le grade de Docteur es Sciences, après avoir soutenu ses thèses devant la Faculté des Sciences de Lille.

M. **Barrois** félicite également M. **Dubar** pour son beau travail sur le Lias des Pyrénées, sa thèse principale, pour l'effort réalisé et les résultats acquis par ce travail.

Le Délégué aux Publications dépose sur le bureau un exemplaire du Tome IX des *Mémoires de la Société Géologique du Nord*, qui vient de paraître et qui contient le travail de M. **Dubar** : Etude sur le Lias des Pyrénées.

Par décision du Conseil de la Société est inséré en cette place la note suivante de M. A.-P. Dutertre :

Observations géologiques et physiographiques
dans la région littorale au sud du Boulonnais
(Estuaire de la Canche, environs de Camiers) (1)
par A.-P. Dutertre.

Je résumerai dans cette note diverses observations recueillies au cours des excursions que j'ai faites dans ces dernières années sur la rive droite de l'estuaire de la Canche, ainsi que dans les environs de Camiers.

Estuaire de la Canche.

SCHORRE. — Le *schorre* ou pré-salé, déjà décrit par M. G. DUBOIS (2) s'étale largement sur les deux rives de l'estuaire; il est parcouru par de nombreux *marigots* qui l'entament parfois assez profondément et se ramifient plus ou moins jusqu'au chenal de la rivière; lors des marées de faible amplitude, l'eau de mer remonte plus ou moins loin dans ces canaux qui se déversent ensuite dans le chenal après le flot; lors des marées de vive-eau, le *schorre* est submergé plus ou moins complètement et, de ce fait, les *marigots* sont inondés; en outre, le *schorre* est creusé de dépressions isolées ou *lagons*, signalés aussi par M. G. DUBOIS; en inondant le *schorre*, l'eau de mer emplit ces *lagons* qui conservent cette eau et recueillent de plus de l'eau atmosphérique; ces dépressions constituent des sortes de petits aquaria formant un milieu biologique intéressant où se développe une florule phycologique spéciale; les *Hydrobies* (*Hydrobia* [*Peringia*] *ulva* Penn.) y pullulent, rampant sur le fond vaseux de ces petits bassins ou sur les algues qu'ils contiennent. Lorsque ces *lagons* ne sont pas visités pendant quelque temps par la marée et qu'ils ne reçoivent pas d'eau

(1) Communication faite le 18 juin 1924. Manuscrit remis au Secrétariat le 26 janvier 1926.

(2) G. DUBOIS. Notes géographiques et géologiques sur l'estuaire de la Canche. *Ann. Soc. géol. du N.*, XLVI, 1921, p. 9-16.

atmosphérique, ils se dessèchent rapidement, les algues qu'ils renferment se résorbent peu à peu, perdent leurs pigments et, finalement, forment des amas gris-blanchâtre d'aspect papyracé désignés sous le nom de « *papier météorique* »; d'après les déterminations de M. G. HAMEL et de M. le D^r Et. LEBLOND, en compagnie de qui j'ai fait cette observation, les algues qui contribuent principalement à former cette substance particulière sont: *Ulva lactuca* L. forme *latissima* (forme estuarienne qui prend un grand développement dans ces *lagons*), *Monostroma latissimum* (Ktz.) Wittr., plusieurs espèces d'*Enteromorpha* dont la plus fréquente est *E. intestinalis* (L.) Link., et *Rhizoclonium riparium* (Roth.) Harv.

En dehors des *Salicornes* (*Salicornia herbacea* L.) qui forment l'élément dominant de la flore phanérogame du *schorre* et que les habitants de la région récoltent pour les faire confire dans du vinaigre et les utiliser comme condiment sous les noms de « *Passe pierré* » ou « *Perce pierre* », le *schorre* présente beaucoup d'autres espèces intéressantes; en se rapprochant de la grève sableuse, les caractères floristiques de ce pré-salé s'atténuent et on voit apparaître une jolie caryophyllée *Spergularia marginata* Kitt. dont les petites fleurs rosées émaillent agréablement le fond vert du pré-salé; cette plante s'avance jusque sur la grève sableuse où *Carex arenaria* L. domine en compagnie d'*Euphorbia paralias* L.

En outre des *Scrobiculaires* (*Scrobicularia plana* da Costa), des Hérons (*Cardium edule* L.) et des Hydrobies (*Hydrobia ulvæ* Penn.) qui abondent dans la *slikke* sur le bord du chenal de la rivière ainsi qu'au fond des *marigots* et des *lagons*, il faut encore citer *Alexia myosotis* Drap., mollusque gastropode assez fréquent, mais plus difficile à observer; en 1921, j'ai recueilli cette espèce en compagnie de *Cardium edule* L. (avec les deux valves en connexion), *Scrobicularia plana* da Costa, *Tellina balthica* L. et *Hydrobia ulvæ* Penn., près de Villiers, en amont d'Étaples, dans la tanguie sableuse récente qui s'étale au-dessus du lit de la rivière de Canche et qui est parcourue

par un réseau de canaux ou *trinques* comparables aux *watergands* de la plaine maritime flamande.

Alexia myosotis Drap. a été observée par BOUCHARD-CHANTE-REAU (1) à Boulogne, « dans les pierres des digues de la Liane au-dessus du niveau ordinaire des eaux de la rivière »; elle se trouve aussi dans le *schorre* et la *slikke* de l'estuaire de la Slack et a été recueillie jadis dans l'ancien port de Wimereux; d'après M. L. GERMAIN (2), elle est commune sur le littoral maritime de toute la France, surtout dans le Midi. Cette espèce est connue dès le Pliocène; elle a été signalée dans l'Astien de Castelarquato et de Lucardo (Italie) (3); une forme très voisine a été trouvée dans les marnes d'eau douce du Plaisancien de Montpellier (Hérault) (4); elle a été recueillie aussi dans la tourbe submergée entre Luc et Arromanches (Calvados) (5), dans le cordon littoral récent de Champagné (Marais poitevin) (6), etc...

TOURBE SUBMERGÉE. — Quelques lambeaux isolés de tourbe subsistent dans l'estuaire de la Canche, ainsi que sur la plage devant la pointe de Lornel et à St-Gabriel; en aval de l'embouchure du ruisseau de Camiers, en quelques emplacements situés sur le bord du chenal, on voit à marée basse un banc d'argile grise à *Scrobiculaires* re-

(1) BOUCHARD-CHANTEREAU. — Catalogue des Mollusques terrestres et fluviatiles observés jusqu'à ce jour à l'état vivant dans le département du Pas-de-Calais. *Mém. Soc. Agr. Sc. Arts Boulogne-sur-Mer*, 1836. (Extr. de 94 p. in-8°, 1 pl., Boulogne, 1838).

(2) L. GERMAIN. Mollusques de France et des régions voisines t. II. Gastéropodes pulmonés et Prosobranches terrestres et fluviatiles. *Encyclop. scientif. Bibl. Zool.*, 1913, 374 p., 25 pl.

(3) COCCONI. — Enumerazione sistematica dei molluschi miocenici e pliocenici di Parma e Piacenza. *Mem. della R. Acad. delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Cl. di Scienze naturali*. Ser. 3 vol. III, 1873, p. 409-780.

— C. DE STÉFANI. Molluschi continentali fina ad ora notati in Italia nei terreni pliocenici, ed ordinamento di questi ultimi. *Atti della Soc. Toscana di Sc. natur. resid. in Pisa*, 1876. (tiré à part publié sous le titre Molluschi continentali pliocenici d'Italia, in-8°, 196 p., Pise 1876).

(4) P. G. DE ROUVILLE. Description géologique des environs de Montpellier. *Th. doct. ès Sc. Montpellier*, 1853, in-4°, 221 p.

(5) G. MAZETIER. Tourbière littorale de Luc à Arromanches, espèces nouvelles. *Bull. Soc. linn. Normandie*, 7^e sér., 7^e vol., 1924, p. 54-55 (1925).

(6) J. WELSCH. — L'argile à *Scrobiculaires* des Marais maritimes du Centre-Ouest de la France. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4^e sér., t. XIX, 1919, p. 46-61.

posant sur la tourbe; cette argile est pétrie de *Scrobiculaires*, de *Hénons* et d'*Hydrobies* et renferme en outre une faune intéressante dans laquelle on remarque l'abondance d'un amphipode du genre *Corophium*.

La tourbe contient de nombreuses coquilles de mollusques continentaux dont les espèces les plus communes sont :

Helix nemoralis L.
Zua subcylindrica Mull.
Bythinia tentaculata L.
Limnaea (Radix) limosa L.
Pisidium amnicum Mull.

Elle renferme en outre des graines, des coléoptères tels que des *Carabides* et des *Donacies* dont les élytres ont conservé de beaux reflets métalliques (1); on en a retiré beaucoup d'ossements de *Cerf* (*Cervus elaphus*) et d'*Urus* (*Bos primigenius*) qui sont conservés au Musée géologique du Boulonnais; elle donne asile à des pholades, telles que *Pholas dactylus* L. et surtout *Barnea candida* L. qui pullulent en certains points.

L'érosion marine détruit cette tourbe qui disparaît peu à peu; des morceaux arrachés sont débités et roulés par les vagues et rejetés ensuite sur la grève soit à l'état d'amas roulés, soit à l'état de galets aplatis. L'homme a contribué aussi à détruire ces affleurements en exploitant la tourbe comme combustible.

La tourbe de l'estuaire de la Canche appartient à la même formation que les affleurements de tourbe de l'embouchure de la Becque (au nord d'Hardclot), de Wimereux, de la Pointe aux Oies, d'Ambleteuse, de Wissant où elle a livré des restes d'*industrie néolithique* (poteries grossières, haches polies en silex) et quelques ossements d'*Auroch* (*Bison europæus*) (2).

(1) Une série d'échantillons de ces divers organismes recueillis par M. le Dr Et. Leblond et moi-même a été présentée en même temps que cette communication.

(2) Th. FACHON. Recherches historiques, géographiques et archéologiques sur Wissant (Pas-de-Calais). *Bull. Soc. géograph. de Lille*, t. 19, 1893, n° 3 (mars), p. 193-222.

J. GOSSELET. Aperçu général sur la Géologie du Boulonnais, 1899.

D'après une observation que j'ai faite à St-Gabriel, le banc de tourbe qui affleure en cet endroit repose directement sur des sables gris déposés au cours de la dernière oscillation positive qui s'est manifestée sur le littoral de la Manche depuis l'abaissement maximum du niveau de base de la fin des temps monastiriens. L'établissement de tourbières sur le littoral accuse un léger mouvement négatif au cours de la dernière transgression.

LA GRÈVE DE LA BAIE D'HARDELOT. — Entre l'estuaire de la Canche et la falaise d'Equihen s'étend la baie d'Hardelet bordée de dunes de sable ; à la pointe de Lornel la mer en se retirant découvre une plage sableuse de 1.200 à 1.500 mètres de large sur laquelle viennent s'échouer de nombreux organismes ou débris d'animaux rejetés par le flot ; la grève qui s'étend dans toute la baie sur une grande largeur est sillonnée par des dépressions peu profondes parallèles au rivage, appelées *basses*, qui s'emplissent rapidement lors de la marée.

Parmi les débris divers rejetés en abondance sur l'estran sableux se trouvent des coques de ponte de *Buccin*, des sépions de *Seiche* (*Sepia officinalis*), des tubes de *Chéloptères* (*Chaetopterus variopedatus*), des colonies de *Flustres* (*Flustra foliacea*), des amas d'algues et de nombreuses coquilles de mollusques appartenant à la faune littorale ou sublittorale ; voici la liste des coquilles les plus communes que j'ai recueillies sur l'estran sableux dans la baie d'Hardelet :

- * *Cardium edule* L.
- * *Lævicardium norvegicum* Sp.
- * *Tellina balthica* L.
- * *Tellina fabula* Gmel.
- * *Tellina tenuis* da Costa.
- * *Syndesmya alba* Wood.
Scrobicularia plana da Costa.
- * *Solen ensis* L.
- * *Mactra corallina* L. var. *oceanica* B. D. D. (= *M. stultorum* Jeffer., non L.)
- * *Mactra solida* L.
Pholas dactylus L.
Barnea candida L.
- * *Natica catena* da Costa.

- * *Hydrobia (Peringia) ulvae* Penn.
- Littorina littorea* L.
- * *Buccinum undatum* L.
- * *Nassa reticulata* L.

Beaucoup de ces espèces (1) se plaisent dans le sable où elles s'enfouissent en compagnie d'un *Spatangide Echinocardium cordatum* Penn. dont les coquilles fragiles sont parfois rejetées en grande abondance sur la grève.

Enfin, on trouve mélangées à ces espèces marines et saumâtres de nombreuses coquilles de mollusques continentaux, terrestres et fluviales, entraînées par les petits cours d'eau côtiers qui déversent les eaux de l'intérieur.

Dans la baie d'Hardelot, il n'existe pas de levées de galets, mais simplement quelques cailloux roulés gisant çà et là sur la grève avec les débris rejetés par le flot.

EFFETS DE L'ÉROSION MARINE A LA POINTE DE LORNEL ET A SAINT-GABRIEL. — La ligne de rivage des Bas-Champs de Picardie est entaillée par les estuaires de la Somme, de l'Authie et de la Canche (2); « au sud de chaque estuaire le rivage est constitué par un *poulier* qui, sous l'action des courants côtiers, s'avance progressivement en travers de l'estuaire: *pouliers* du Hourdel, de Fort-Mahon (= Pointe de Routhiauville ou de la Dune blanche), du Touquet....; la pointe recule en même temps que le *poulier* avance: de ce mouvement résulte la déviation des trois estuaires vers le nord ».

A la Pointe de Lornel, l'action érosive de la mer est très active comme l'ont déjà remarqué J. GOSSELET (3),

(1) Indiquées par un astérisque dans la liste qui précède.

(2) A. BRIQUET. Les Bas-Champs de Picardie au nord de la Somme: la ligne de rivage actuelle. *C.-R. Ac. Sc.*, 14 mars 1921, 1921. t. 172, p. 697-698.

(3) J. GOSSELET. — Les galets glaciaires d'Etaples et les dunes de Camiers. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXI, 1902, p. 297-307.

— Légende de la feuille de Montreuil. Feuille 6 de la Carte géologique de la France au 80 millième suivie de Notes d'excursions sur cette feuille et sur les parties voisines de la feuille d'Arras, 1906. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXV, 1906, p. 7-105.

M. A. DEMANGEON (1) et M. A. BRIQUET (2) ; le rivage est bordé par une petite falaise formée par la dune dont le pied est continuellement sapé par les vagues.

A Saint-Gabriel une digue avait été construite en bordure de mer, sur l'affleurement de tourbe, au pied de la dune, pour protéger le grand hôtel inauguré en 1898, ainsi qu'une vingtaine de villas, mais la digue n'avait pas été prolongée assez loin vers l'intérieur du côté de l'estuaire de la Canche où l'érosion est très intense ; la mer réussit à déblayer, peu à peu, le sable dunal sur lequel s'appuyait cette digue qui, au cours d'une tempête, quelques années avant la guerre, céda sous les assauts des vagues, entraînant dans sa ruine l'hôtel et tout le groupe de villas ; aujourd'hui, quelques amas de pierrailles, gisant sur la tourbe que la mer achève de détruire et de disperser, représentent les restes de cette éphémère station balnéaire ; depuis ces événements tragiques, le rivage a reculé en ce point d'une centaine de mètres environ.

Environs de Camiers.

LES DUNES. — A la Pointe de Lornel, la petite falaise entaillée dans les dunes par l'érosion marine permet d'observer quelques détails de la structure de ces dunes ; on voit ainsi qu'elles reposent directement sur la tourbe noire, formant des affleurements s'étendant sur l'estran et s'abaissant doucement vers le large ; cette tourbe a été peu à peu débarrassée de sa couverture de sable dunal par l'érosion marine.

La petite coupe que présente la falaise montre plusieurs lits noirâtres interstratifiés dans le sable dunal blanc ; ces lits épais d'un décimètre environ, sur lesquels J. GOSSE-

(1) A. DEMANGEON. *La Picardie et les régions voisines Artois-Cambrésis-Eauvavaisis.* (Thèse Paris). A. Colin, 1905, 496 p., 3 pl. cartes, 17 pl. phot., 42 fig.

(2) A. BRIQUET. (*ouvr. cité*).

LET (1) et M. A. BRIQUET (2) ont déjà appelé l'attention, sont formés par du sable humifère et représentent d'anciens sols de végétation ensevelis successivement par le sable des dunes; parfois la surface de ces petites couches est recouverte d'encroûtements jaune-rougeâtre, couleur de rouille, riches en oxyde de fer hydraté et ne renfermant guère comme impureté que du sable dunal (3); ces niveaux humifères contiennent beaucoup de coquilles de mollusques continentaux dont voici une liste d'après mes récoltes (4); M. L. GERMAIN a bien voulu vérifier et préciser les déterminations les plus délicates:

Zua subcylindrica L., forme voisine de la forme *collina* Drap.

Limnaea (Stagnicola) palustris Mull.

Limnaea (Galba) truncatula Mull. var. *subulata* Kickx.

Succinea Pfeifferi Rossm. et forme *contortula* Baudon.

Succinea arenaria Bouch. Chant. (c. c.)

Ces petits lits humifères à coquilles continentales dont j'ai publié précédemment une photographie (5), peuvent être suivis depuis St-Gabriel jusqu'au-delà de la Pointe de Lornel, mais ils ne sont pas continus ni toujours horizontaux; en certains points, on observe quatre niveaux de ce genre superposés et séparés par des couches de sable blanc d'épaisseur variable.

En quelques emplacements, le sable dunal a été enlevé par l'érosion sur une épaisseur de plusieurs mètres et on voit des affleurements d'une couche de *tuf blanchâtre* très riche en coquilles de mollusques continentaux; ces dépôts sont constitués par une agglomération très peu

(1) J. GOSSELET. Légende de la feuille de Montreuil... (*ouvr. cité*).

(2) A. BRIQUET. Les Bas-Champs de Picardie au nord de la Somme: la ligne de rivage actuelle (*ouvr. cité*).

(3) D'après l'examen fait très obligeamment par M. L. Bernard, professeur de Sciences physiques au Collège Mariette et directeur des Services municipaux d'hygiène de Boulogne-sur-Mer.

(4) Présentées à la Séance du 18 juin 1924 et conservées au Musée géologique du Poulonnais.

(5) A.-P. DUTERTRE. Observations sur les formations quaternaires et récentes du Boulonnais. *Ann. Musée géol. du Boulonnais*, t. I, fasc. 4, 1924.

consistante de calcaire et de sable (1) rappelant le *Wiesenkalk*: ce sont les restes de petits étangs qui occupaient jadis le fond des dépressions interdunales, enfouis par l'invasion sableuse, comme l'a déjà fait remarquer J. GOSSELET (2). Un bel affleurement de ce tuf est exposé dans la petite anse de Lornel où j'ai recueilli des coquilles (3) dont voici la liste d'après les déterminations de M. L. GERMAIN et les miennes :

- Limnæa (Limnæus) stagnalis* L., de petite taille (c.c.)
- Limnæa (Stagnicola) fusca* Pfeiff.
- Limnæa (Stagnicola) palustris* Mull.
- Limnæa (Radix) limosa* L. (c.c.)
- Succinea longiscata* Mor., un peu moins allongée que la forme typique.
- Succinea arenaria* Bouch. Chant.
- Planorbis (Tropidiscus) planorbis* L.
- Planorbis (Paraspira) septemgyratus* Ziegl., spire parfois mal enroulée.
- Bythinia tentaculata* L. (c.c.)
- Helix (Tachea) nemoralis* L. (c.c.)
- Helix (Helicella) ericetorum* Mull.
- Cyclas cornea* L.

Toutes ces espèces vivent encore de nos jours dans les ruisseaux, les étangs et les dunes du voisinage.

Il semble difficile de dater avec quelque précision ces anciens sols et ces dépôts stagnaux; les dunes ont pu commencer à s'édifier en recouvrant la tourbe au cours des temps néolithiques, et il est possible que les lits humifères les plus inférieurs remontent à une date voisine de cette époque, mais les plus élevés peuvent être de date très récente. On voit d'ailleurs encore de nos jours dans les dunes littorales des sols de végétation et de petits étangs disparaître sous les sables apportés par le vent.

Dans les dunes de la Pointe de Lornel, on observe parfois de curieux phénomènes dus à l'érosion éolienne et rappelant ceux qui se produisent dans les déserts de l'Afrique du Nord: ainsi certaines dunes isolées sont décou-

(1) D'après l'examen de M. L. Bernard.

(2) J. GOSSELET. Légende de la feuille de Montreuil... (*ouvr. cité*).

(3) Présentées en même temps que cette note et conservées au Musée géologique du Boulonnais et au Musée Gosselet, à Lille.

pées et sculptées par le vent et prennent l'aspect de pyramides ou affectent des formes bizarres.

Dans la baie d'Hardelot qui s'étend entre la Pointe de Lornel et Equihen où reparait la falaise jurassique, l'érosion marine est nulle, et, au contraire, les sables de l'estran soulevés par le vent forment peu à peu de nouvelles dunes et la mer a une tendance à reculer; ainsi, à Ste-Cécile et à St-Gabriel, de petits monticules de sable se forment sur l'estran, en avant de la chaîne de dunes littorales; ces dunes embryonnaires (1) ne tardent pas à être fixées par quelques végétaux qui s'y installent tels que *Ammophila arenaria* Link, *Cakile maritima* Scop., *Solanum dulcamara* L., *Euphorbia paralias* L., *Chenopodium Bonus-Henricus* L.

Les dunes littorales de Camiers et de la baie d'Hardelot paraissent disposées d'une façon plutôt confuse et il semble difficile d'y reconnaître un arrangement régulier quelconque.

Si l'on part de la grève de St-Gabriel ou de Ste-Cécile pour se diriger vers l'intérieur du pays, on traverse successivement une série de zones assez différentes pour être distinguées aisément :

1° Zone des dunes littorales s'étendant sur une largeur variant entre 500 et 1.000 m. au plus;

2° Zone de landes avec une végétation pauvre, passant vers l'intérieur à une région basse, marécageuse, avec quelques étangs;

3° Zone habitée : maisons, jardinets, bouquets d'arbres

Le village de Camiers s'allonge de chaque côté de la route de Neufchâtel à Etaples, presque à la limite des *Bas-Champs* et des collines crayeuses, en avant de la falaise morte sur laquelle J. GOSSELET (2) et M. A. BRIQUET (3) ont déjà appelé l'attention. Au pied des collines

(1) A. BRIQUET. - Les dunes littorales. *Ann. de Géograph.*, XXXII, 1923, p. 385-394.

(2) J. GOSSELET. Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines, 4^e fasc. *Terrains quaternaires*, 1903.

(3) A. BRIQUET. La falaise morte d'Equihen. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XLVII, 1922, p. 163-166.

crétacées qui représentent les vestiges d'un ancien rivage quaternaire, les champs sont parsemés de cailloux de silex brisés, non roulés entraînés avec du limon descendu de ces collines; le sol devient de plus en plus sableux au fur et à mesure que l'on descend vers la région des landes.

L'HYDROGRAPHIE. — Quelques petits cours d'eau tels que le *rieu de Bronne* (1) ou du St-Frieux, et le ruisseau du *Beau Rocher* déversent directement à la mer une partie des eaux qui s'accumulent dans la dépression située en arrière des dunes littorales; souvent les ruisseaux parviennent assez difficilement à franchir la chaîne des dunes, leur cours se trouvant fréquemment obstrué par les sables; pendant l'hiver surtout ils ne suffisent pas à évacuer les eaux qui stagnent au pied des collines crayeuses comme au Vivier de Dannes dont le trop plein donne naissance à des petits ruisselets qui filent parallèlement à l'ancien rivage et alimentent l'Etang du Roi à Camiers dont le déversoir est le ruisseau de Camiers qui se jette dans la baie de Canche.

M. L. Dollé présente un échantillon de tourtia d'un sondage à Loos et fait une communication sur la surface des terrains primaires dans la région S.W. de Lille.

M. A.-P. Dutertre fait des communications sur le Portlandien du Boulonnais et sur le Bathonien inférieur du Boulonnais.

M. Barrois donne lecture de la note suivante :

(1) Ce nom, comme beaucoup d'autres dans le Nord de la France paraît évoquer un mot d'origine germanique (*Brunnen*) qui se retrouve plusieurs fois dans la toponymie boulonnaise: *Willambonne* (Villembrune au XVIII^e siècle, Valembrune aujourd'hui) Commune de Wimille; *Lozembronne* (aujourd'hui Lozembrune) Commune de Colembert et de Wimille; *Caudebronne*, *Cottebronne* et *Courtbronne*, anciens lieux dits à Saint-Martin-les-Boulogne, *Cautebronne* (auj. Cottebrune) ferme de Wierre-Effroy, *Lacembronne* écrit parfois *Niembronne* (aujourd'hui Liembrune) Commune de Tingry, *Rosquebronne* (auj. Rosquebrune) Commune de St-Martin-Choquel, *Questebronne* (auj. Questebrune) Hameau de Réty, sans oublier *Brunenberg*, *Brunenberg* (auj. Brunembert) village du canton de Desvres.

Prix Léonard Danel

attribuée en 1925

par la Société des Sciences de Lille

à **M. Paul Georges**

Ingénieur en chef des Mines de l'arrondissement
minéralogique d'Arras.

Rapport par Ch. Barrois.

Depuis la guerre, l'évolution du bassin houiller du Pas-de-Calais a cessé de correspondre au développement économique d'une simple province; son histoire est devenue une partie de l'histoire de France. Ce chapitre de notre épopée nationale a trouvé un historien à la hauteur de la tâche à accomplir. Le mérite de l'auteur, la valeur de sa documentation, l'étendue de son érudition, l'élévation de ses vues exposés en une série de rapports statistiques devant la Société de l'Industrie Minérale, ont assez frappé votre Commission (1) pour qu'à l'unanimité elle présente à vos suffrages pour le prix Léonard Danel, M. Paul Georges, Ingénieur en chef des Mines de l'arrondissement minéralogique du Pas-de-Calais.

Avant la guerre, le Pas-de-Calais fournissait à lui seul, plus de la moitié de la production française du charbon, tenant ainsi un rôle de premier plan dans l'économie nationale. Les hostilités vinrent non seulement arrêter cette activité industrielle, mais détruire de fond en comble l'œuvre de tout un siècle; en quelques années, le bassin houiller du Pas-de-Calais a été ruiné, il a été possible en quelques autres de le relever, au plus grand honneur de nos mineurs et pour la prospérité du pays.

Dans l'exposé qui nous a été donné de ces transformations, deux phases essentielles se dégagent.

La première retrace l'œuvre accomplie à l'extrême bout du bassin du Pas-de-Calais, échappé à l'occupation et

(1) La Commission de la Société des Sciences était composée de MM. Charpentier, L. Danel, Grimpret, Pruvost, Barrois.

privé de son personnel ancien : il maintient sa production sous le feu de l'ennemi, l'augmente, la double, et arrive à suffire ainsi aux besoins urgents du pays.

Le second acte de la tragédie écrite par M. Georges est plus merveilleux encore, on y voit comment on détruit un bassin houiller de 100.000 mineurs en quatre ans et comment on en refait un nouveau en six ans, faisant vivre 300.000 mineurs.

Si notre admiration va toute entière aux hommes qui ont fait des choses si dignes d'éloges, toute notre reconnaissance est dûe à ceux qui, en ayant été les témoins, les ont su placer en haute et brillante lumière devant les yeux de leurs contemporains.

Le nom de M. Georges vient, par là, se ranger auprès de ceux de MM. Parent, Grüner, Cuvelette, Stouvenot, familiers à la Société des Sciences, et c'est à lui qu'ira aujourd'hui d'une façon plus personnelle le témoignage de notre obligation.

Nous lui sommes redevables d'une histoire authentique du bassin houiller au cours de dix années héroïques, années de destructions et de ruines, années de mort et de résurrection, années de gloire surtout. Mais, quelle histoire à écrire ! Quelle tâche à remplir devant les acteurs même des événements ! Qui voudrait évaluer sa difficulté en serait effrayé. Conserver la sereine impartialité de l'histoire, sans tomber dans le réquisitoire envers le grand Etat-major qui détruisait mines, habitations ouvrières, ateliers, usines, chaudières, machines d'extraction, compresseurs, ventilateurs, turbo-alternateurs, centrales électriques ; choisir et mettre en action les innombrables documents officiels qui s'accumulent dans le Service d'un ingénieur du Contrôle des mines et le faire de telle sorte que l'auditeur, affranchi des statistiques et des données techniques, voie les armées se mouvoir, les fosses tomber et disparaître ; élever l'âme du lecteur à la hauteur du sacrifice de ceux qui descendaient au fond prélever le combustible utile à la patrie sans savoir s'ils remon-

teraient jamais ; passer sur les hauts faits de l'heure, heureux ou malheureux, tenus comme choses passagères, pour tendre sans cesse vers l'aurore lointaine du relèvement ; maintenir toutes les énergies en vue de ce grand jour, et le montrer fatal dans son échéance, immense dans son lendemain ; refaire au milieu des ruines fumantes les plans des coronas nouveaux et de villes à venir ; mesurer les milliers de kilomètres de galeries souterraines à réouvrir, de réseaux ferrés à rétablir ; cuber les torrents d'eau à sortir du fond, les montagnes de décombres à enlever d'un pays sans routes ; suivre par le monde, l'évolution du machinisme, en pénétrer les progrès essentiels et montrer la nécessité de développer la machinerie au fond des futures mines ; entraîner le bassin à la victoire économique malgré le petit nombre de ses troupes, malgré la pénurie de la main-d'œuvre, et la diminution du rendement individuel, — tel était le plan imposé par les événements à qui tenterait d'écrire l'histoire du bassin houiller du Nord, de sa ruine et de son relèvement, au cours de la grande guerre.

Il ne semblait pas qu'un homme seul dût y suffire, ni par la quantité des choses dont il fallait être instruit, ni par la gravité des avis dont il assumerait le poids s'il cherchait à déduire de son exposé les enseignements qu'il comportait, s'il voulait être l'historien, l'animateur et l'éclaireur.

Le succès de M. Georges a appris qu'il avait suffi à tout. Observateur émérite, il a tracé d'une main sûre aux mines sinistrées la voie à suivre, et mis en lumière les solutions les meilleures pour atteindre le but proposé. Producteur d'énergie, il s'est mis en bonne posture dans cette grande famille d'ingénieurs français, dont l'esprit scientifique toujours tourné vers le progrès, toujours à la recherche de découvertes nouvelles, va permettre à la France industrielle de reprendre sa place dans le monde. Le nom de M. Georges demeurera dans le bassin, comme celui de *l'apôtre de la production*.

L'effort développé par les Compagnies houillères a donné des résultats tels que le but a été atteint et dépassé : en janvier 1925, après 6 années d'un travail acharné, la production dépasse celle de 1913. On doit prévoir le jour où la France charbonnière se suffira à elle-même.

Avant la guerre, nos mines ne produisaient que les deux tiers de nos besoins ; il importait donc pour ne pas dépendre davantage de l'étranger non seulement de retrouver mais de dépasser notre tonnage ancien. M. Georges a cherché la solution de ce problème, dans une analyse plus serrée des conditions de la production et mis ainsi en vedette que les accroissements merveilleux de tonnage réalisés au cours des hostilités s'étaient toujours montrés directement proportionnels au nombre des mineurs embauchés et à la durée de leur travail quotidien.

C'est donc dans le personnel qu'était le nœud de la question : pour retrouver notre tonnage perdu, il fallait faire appel à 60.000 travailleurs nouveaux ; pour dépasser la production ancienne et suffire à nos propres besoins, il fallait envisager l'introduction en France de 40.000 travailleurs supplémentaires.

Il est d'autres progrès où M. Georges a sa part. Pour la science, il s'est fait prospecteur, et géologue savant ; pour l'ouvrier, il a discuté et sérié selon leur importance les divers facteurs qui interviennent dans le rendement, envisageant notamment les modifications possibles des méthodes de travail et les modifications de l'outillage à front de taille ; pour la mine, il a demandé aux constructeurs français d'étudier les moyens mécaniques propres à améliorer le rendement d'abatage, haveuses maniables et bon marché, marteaux piqueurs peu déréglables, moyens de transport commodes, locomotives ou traînages ; pour le progrès commun, il a conseillé aux exploitants un renforcement du personnel de surveillance, pour permettre aux porions plus nombreux et plus instruits une action constante sur le travail au chantier et laisser plus de temps à l'ingénieur pour les études d'organisation générale : les organisations de travail, de sé-

curité, doivent se transformer journallement pour tenir compte du facteur nouveau apporté par l'élévation de la main-d'œuvre étrangère, dont le nombre est sensiblement égal à celui de la main-d'œuvre indigène.

Par ses notes, par ses conférences, M. Georges s'est classé parmi le petit nombre d'hommes qui pensent pour les autres, et autour desquels tous les autres, dans une région, parlent et agissent.

Puisse la grande place qu'il a prise parmi nous, m'être une excuse suffisante d'avoir passé si légèrement sur ses débuts brillants. Nommé Ingénieur des mines à Lyon, dès sa sortie de l'École des mines, il fut aussitôt chargé du cours de chimie à l'École des Mines de St-Etienne et du cours d'exploitation des chemins de fer à l'École Centrale lyonnaise. C'est de Lyon, qu'il fut envoyé par la Direction des mines dans le Pas-de-Calais.

Fixé pendant toute la guerre à Bruay, il y fut principalement chargé des questions commerciales, si ardues à l'époque, telles que répartition des charbons, expéditions, relations avec les Ministères et avec les groupes officiels des consommateurs.

Elles ne l'empêchaient pas de se distinguer au front, où lors de la prise de Loos par les alliés, il était en toute première ligne, consacrant ses nuits à reconnaître le niveau de l'eau dans la concession de Lens, à mesure du recul ennemi.

M. Georges sut allier l'audace tranquille au labeur soutenu d'un esprit avisé, poursuivre en ces desseins un plan arrêté, se dévouer tout entier à l'intérêt général et mériter la reconnaissance publique dont la Société des Sciences lui apporte en ce jour le témoignage.

M. G. Dubar remercie le Président de la Société et M. Barrois des félicitations qu'ils lui ont adressé au début de la séance. Il tient également à remercier la Société de l'aide morale et matérielle qu'elle lui a apportée en accueillant son mémoire sur le Lias des Pyrénées françaises dans la série des *Mémoires*.

Il fait ensuite la communication suivante :

Etudes sur le Lias des Pyrénées françaises (1)

par **G. Dubar.**

Les terrains liasiques apparaissent sur le versant N. des Pyrénées françaises depuis la Méditerranée jusqu'à l'Océan Atlantique. Leurs affleurements se montrent au milieu des terrains triasique, jurassique et crétacé inférieur dont la puissance est beaucoup plus grande. Lors de la formation de la chaîne des Pyrénées, le Lias a été affecté, avec tous ces terrains au milieu desquels il se trouvait, par des plis, des failles, des glissements qui ont morcelé ses affleurements, actuellement disséminés le long des terrains primaires de l'axe des Pyrénées. Ils ne forment donc ni une région, ni une bande continue à l'encontre du Lias du bassin d'Aquitaine ou du bassin de Paris.

L'exigüité des affleurements du Lias pyrénéen et le petit nombre de fossiles rencontrés jusqu'ici dans ses bancs sont sans doute les causes qui ont fait délaïsser son étude par les Géologues des Pyrénées, tandis que le Lias des régions voisines de France et d'Espagne était beaucoup mieux connu.

Dans un travail récent, je me suis proposé de combler cette lacune en étudiant de façon détaillée chaque étage du Lias depuis Narbonne et Perpignan jusqu'au Pays basque. Les variations de composition lithologique et de faunes ont permis de reconnaître une série de faciès différents qu'il a été possible de comparer à ceux des régions voisines. Voici les principaux résultats acquis par ces recherches.

Après la formation des dépôts lagunaires (marnes irisées, gypse, sel) du Trias, la transgression marine du Rhétien, venant de Provence, ne s'est étendue que sur la moitié orientale des Pyrénées; auprès de l'île des Cor-

(1) Etudes sur le Lias des Pyrénées françaises. *Thèses*, Lille, 13 janvier 1926; et *Mémoires de la Soc. Géol. du N.*, t. IX, 1^{re} partie, 1925 (in-4°, 332 p., 51 fig., 7 pl.).

bières, le Rhétien est représenté par un faciès détritique littoral comme au S. du Massif Central, au N. et à l'W. de la Méséta ibérique. Dans le centre de l'Ariège, on assiste à la transgression progressive des eaux à faune marine du Rhétien, refoulant vers l'W. les eaux lagunaires qui continuaient à recouvrir l'W. des Pyrénées.

Pendant la première moitié de l'Hettangien, les faciès s'uniformisent sur toute la surface des Pyrénées, mais ils correspondent à des eaux moins franchement marines qu'à la fin du Rhétien; celles-ci se sont retirées dans le bassin du Rhône où vivait alors une faune d'ammonites et de lamellibranches. A ce moment, deux centres éruptifs sont entrés en activité, l'un dans l'Ariège et l'autre dans les Basses-Pyrénées; autour d'eux se sont accumulés des débris de roches volcaniques basiques ferro-magnésiennes, mélangées dans les tufs aux fragments remaniés des roches sédimentaires antérieures.

Peu après le dépôt de ces tufs, la sédimentation change sur toute une vaste région qui s'étend du Massif Central à la Méséta ibérique: des dolomies, souvent à l'état de brèche dans les Pyrénées, et des calcaires à faune saumâtre, représentent tout le Lias inférieur. Les eaux marines, refoulées vers les Alpes et le bassin de Paris à l'Hettangien supérieur, reprennent alors peu à peu possession du domaine perdu: elles atteignent les Cévennes au Sinémurien, l'Aveyron et la Montagne Noire au Lotharingien. C'est au Lotharingien qu'une transgression marine venant de l'W., se produit dans les Asturies.

Au Lias moyen, la mer reprend possession de toute la région comprise entre le Massif Central et la Méséta ibérique. Deux faciès principaux se rencontrent alors dans les Pyrénées: le faciès jurassien vers l'E. le faciès basique vers l'W., séparés par un groupe d'îles (Massif Central, île du Rouergue, de la Montagne Noire et des Corbières, Massif ancien de Barcelone) alignées du N. au S. suivant l'axe de rebroussement des plis armorico-varisques.

Le faciès jurassien qui avait fait sentir son influence

dans la moitié orientale des Pyrénées durant le Lias moyen, est resté cantonné à l'E. des Corbières pendant le Lias supérieur. A la fin du Lias, les eaux diminuent peu à peu de profondeur dans la partie centrale et orientale des Pyrénées autour du groupe d'îles qui va du Massif central au Massif de Barcelone. Les formations à ammonites sont remplacées par des couches remplies de gryphées (Aalénien moyen) recouvertes par des couches à faune saumâtre (Aalénien supérieur, Bajocien), et celles-ci, par les dolomies et les calcaires lithographiques de l'Oolithique.

A l'E. de cette région en voie de soulèvement, les eaux marines restaient assez profondes dans les Alpes. A l'W., le Pays basque et les pays soumis au même faciès se resentaient peu du relèvement de la région centrale; leur faciès à ammonites est l'indice d'eaux assez profondes comme celles de la région alpine; on n'y observe pas non plus de modifications importantes dans la sédimentation des premiers étages de l'Oolithique.

Tous ces faits ont été représentés dans une série de cartes qui mettent en évidence, avec les divers faciès de chaque étage du Lias, les mouvements des mers dans le S. de la France et le N. de l'Espagne.

Il ressort de ces observations que les Pyrénées ne formaient pas, comme les Alpes, de géosynclinaux durant le Lias; leur partie orientale et centrale, peu profonde, a suivi tous les mouvements du sol des régions voisines émergées. Seul le Pays basque, dès le Lias moyen, s'enfonça plus profondément sous la mer; et après le Lias, les formations marines s'y maintiendront pendant la plus grande partie de l'Oolithique.

Les fossiles du Lias des Pyrénées et des Asturies ont été passés en revue dans un dernier chapitre de paléontologie:

La faune rhétienne de l'Aude et de l'Ariège est apparentée surtout à la faune de Provence et de Lombardie; la faune lotharingienne des Asturies diffère peu de celle

du N.E. de la France; au Lias moyen, le faciès jurassien renferme plusieurs espèces de fossiles qui ne se retrouvent pas dans le faciès basque; tels sont *Lytoceras fimbriatum* et *Liparoceras Bechei*; il en est de même au Toarcien avec les *Polyplectus* et les *Paroniceras*. Quelques espèces d'une faune spéciale propre à l'Espagne, durant ces deux étages, se sont propagées vers le N. jusque dans le centre des Pyrénées (Ariège, Haute-Garonne).

Les brachiopodes de la base du Lias moyen (1) de l'Ariège, dont plusieurs variétés nouvelles ont été reconnues, sont souvent silicifiés, et l'on peut mettre en évidence leur structure interne (empreintes dans la coquille, appareil brachial) par attaque dans les acides; un grand nombre de ces préparations, dont beaucoup sont figurées ont permis d'étudier les variations et la valeur de ces caractères internes, et de fixer la position, générique de plusieurs formes peu connues.

M. R. Dehée fait la communication suivante:

Observations nouvelles sur le puits naturel
dans le terrain houiller de Vicoigne
par René Dehée.

M. P. Pruvost (2) a signalé en 1909 un puits naturel rencontré à la fosse N° 4 des Mines de Vicoigne, vers 326 mètres de profondeur, et traversé, sur une longueur de 12 mètres, par la galerie d'exploitation de la veine Désirée.

(1) Depuis l'impression de ces Etudes, j'ai pu observer un exemplaire brisé de *Terebratula Jauberti* (sommet du Lias moyen) dont les branches récurrentes sont visibles. Cette observation confirme l'attribution que j'avais faite précédemment de cette espèce au genre *Terebratula*; M. Rollier la rapportait au genre *Plesiothyris*, voisin des *Zeilleria*.

(2) P. PRUVOST. — Sur un puits naturel dans le terrain houiller à la fosse N° 4 des Mines de Vicoigne. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVII, 1909, pp. 437-439.

Le même accident a été rencontré récemment plus bas au niveau de 400 mètres, à 300 mètres au Sud-Est de la fosse N° 3, par un recoupage de direction S.W.-N.E., destiné à rejoindre la veine Saint-Louis.

Grâce à l'obligeance de M. P. Sorel, Directeur de la Concession de Vicoigne, qui a bien voulu m'avertir de la découverte et me faciliter les descentes, j'ai pu observer sur place les conditions dans lesquelles se présente le puits naturel de Vicoigne, et prélever de nombreux échantillons des matériaux de remplissage. Je suis heureux de lui en exprimer ici ma vive reconnaissance.

On sait ce qu'il faut entendre par *puits naturel* (1). A travers les strates houillères en place, on rencontre soudain des perforations verticales ou peu inclinées, d'un diamètre variant de 20 à 150 mètres, entaillées à pic, remplies d'une brèche grossière où l'on reconnaît les roches houillères: charbon, schiste, cuerelle, en fragments de toutes tailles, et aussi, généralement, des matériaux provenant des morts-terrains: sables et argiles du Wealdien, Tourtia, roches crétacées. On n'y a jamais trouvé, jusqu'à présent, d'éléments tertiaires.

Les puits naturels sont fréquents dans le terrain houiller belge, et se montrent particulièrement abondants dans le Comble Nord du Bassin. Ils sont beaucoup plus rares dans le Nord de la France. On n'en connaissait que deux, signalés par Olry (2): l'un à la fosse Thiers, des Mines d'Anzin, l'autre à la fosse N° 2 de la concession de l'Escarpelle.

(1) Je ne puis donner ici toute la bibliographie de la question des puits naturels. On la trouvera très complète dans la monographie si documentée de M. Armand RENIER: Les gisements houillers de la Belgique. Chapitre XVII: Puits naturels. *Ann. des Mines de Belgique*, 1923, t. XXIV, 4^e livraison, pp. 959-978.

Voir aussi du même auteur: Les gisements houillers de la Belgique. Annexe I Liste bibliographique. *Id.* 1920, t. XXI, 2^e livr., et Annexe II, Supplément à la liste bibliographique, *Id.* 1922, t. XXIII, 2^e livraison.

(2) OLRV. — Bassin houiller de Valenciennes, 1889, pp. 191-192, et p. 387.

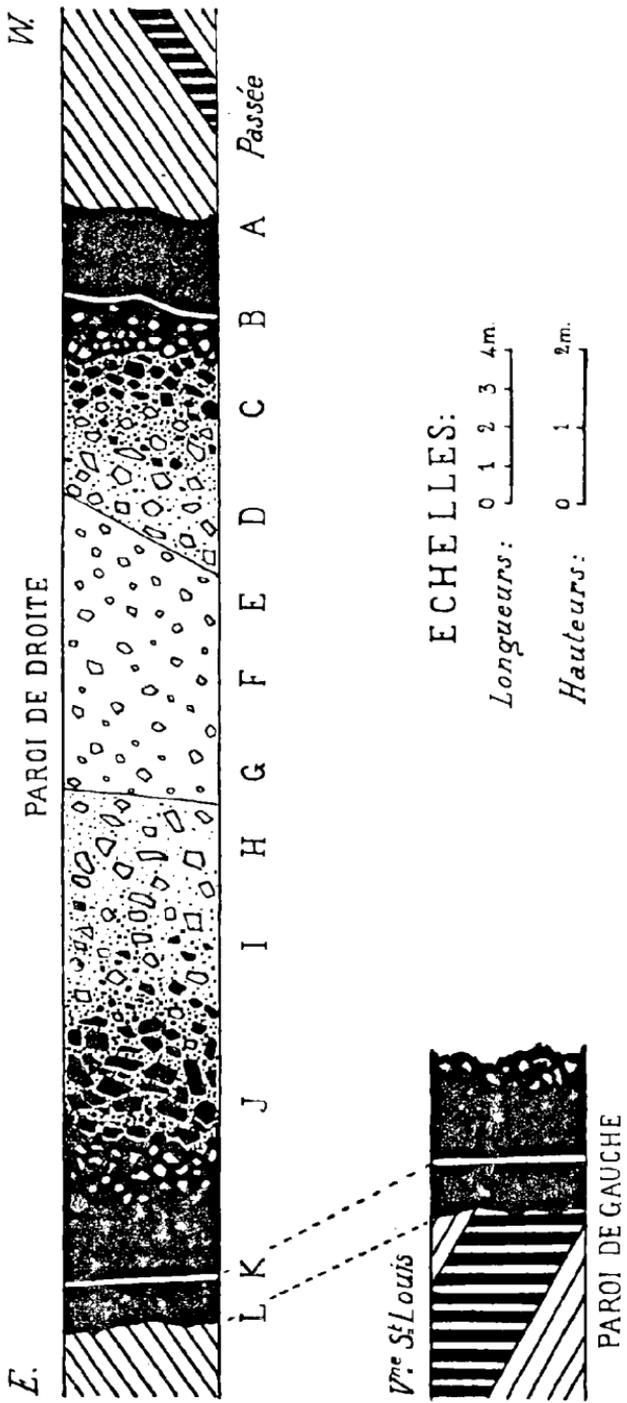


Fig. 1. — Coupe du puits naturel de Vicoigne au niveau de 400 mètres.

Ces deux accidents, et celui de Vicoigne, sont dans la même situation que la plupart de ceux de Belgique: dans la région des grandes plateaux, au Nord du Cran de retour.

COUPE DU Puits Naturel au Niveau de 400 MÈTRES

Sur le dessin ci-joint (Fig. 1), représentant la paroi de droite de la galerie en allant vers l'Est, c'est-à-dire vers la veine Saint-Louis, j'ai indiqué par une lettre les points où j'ai prélevé des échantillons.

Sur cette paroi, on voit d'abord les couches du terrain houiller: une petite passée avec son toit de schiste fin, en place, sans bouleversement, en inclinaison régulière vers l'Est et le Sud-Est. Brusquement, une coupure abrupte interrompt cette régularité. Alors commence le chaos du remplissage, que l'on observe sur une épaisseur de 30 mètres jusqu'au terrain houiller en place de nouveau. La veine Saint-Louis qui a été coupée par l'accident n'est pas visible sur la paroi de droite; on la voit sur celle de gauche. Son inclinaison vers le Sud la fait s'enfoncer sous le sol de la galerie.

Je décrirai le remplissage d'un bord à l'autre, de l'Ouest vers l'Est (1).

(1) Pour la compréhension de ce qui va suivre, je dois donner un résumé de la composition des morts-terrains, bien connus grâce à la coupe de la fosse N° 3 (R. DEHÉE. — Les terrains crétacés traversés par la fosse Ewbank N° 3 de Vicoigne. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XLIX, 1924, pp. 11-28):

	Épais.
Sol végétal et terrain remanié	4 ^m 00
SABLES VERTS et TUFFEAU landéniens	15 ^m 50
CRAIE BLANCHE à <i>M. cortestudinarium</i>	14 ^m 50
CRAIE à <i>M. breviporus</i> : Craie grise (<i>Bonne Pierre</i>)....	4 ^m 75
Craie à silex noirs (<i>Corvus</i>)	7 ^m 75
Craie à concrétions siliceuses (<i>Fortes-Toises</i>) ..	5 ^m 00
BLEUS: Marnes verdâtres à <i>Ter. gracilis</i> et craie très dure (<i>Durs-bancs</i>).	17 ^m 25
DIÈVES: Marnes vertes à <i>In. labiatus</i>	10 ^m 25
Marnes vertes à <i>Hol. subglobosus</i>	9 ^m 60
TOURTEJA: Marne très g'auconieuse à galets de roches houillères	2 ^m 60
TERRAIN HOUILLER.	

A — Au contact du terrain houiller en place. Accumulation de débris du terrain houiller : fragments de houille ; morceaux de schiste de toutes tailles, aux angles arrondis et portant des traces de frottement, des stries ; blocs de euverelle ; gros fragments de toit schisteux affaissés. Tous ces éléments sont enrobés dans une pâte grossière peu cohérente, argileuse (schiste écrasé), renfermant du charbon pulvérisé et de nombreux grains de quartz irréguliers et anguleux (grès houiller). L'effervescence de cette pâte aux acides est nulle, très faible en certains points.

B. — La brèche a le même aspect. On y rencontre des débris du *Tourtia* : marne glauconieuse grise, gros grains de glauconie disséminés dans la masse, galets de phtanite très altéré comme dans le *Tourtia* en place.

Dans des fissures verticales, pâte gris pâle avec de petits galets de craie dure grisâtre.

C. — La pâte est grise, parfois verdâtre (*Dièves*), très collante quand elle est mouillée. Les éléments houillers sont beaucoup plus rares et en fragments bien plus petits. Galets minuscules (1 mm. au maximum) de craie grise. Quelques grains de glauconie.

D. — La pâte est très dièveuse, de couleur gris-verdâtre et donne avec l'eau une boue verte très collante. Elle renferme d'abondants morceaux de *diève*, parfois de grande taille, et quelques fragments de craie dure grisâtre (*Bleus*). Charbon et schiste rares.

E. F. G. — Brèche très consolidée, de couleur gris pâle. La pâte est fine et se délite dans l'eau avec une certaine lenteur. Elle renferme de très nombreux fragments de craie grise très dure (*Bleus*), anguleux ou arrondis, d'une taille ne dépassant pas quatre centimètres, toujours auréolés de calcite. On distingue quelques morceaux d'une craie blanc crème, plus tendre, et de très rares grains de charbon et de schiste disséminés dans la masse.

H. I. — Comme au point D.

J. — Comme au point C. On rencontre ici une grande quantité de houille.

K. — Comme au point B. Une fissure de trois centimètres de largeur est remplie par la même brèche qu'en E. F. G., bien consolidée.

L. — Au contact du terrain houiller en place. L'aspect est le même qu'au point A.

Le désordre dans lequel se présentent les matériaux qui emplissent le puits naturel n'est qu'apparent. Bien que la brèche de remplissage soit très grossière et faite d'éléments hétérogènes, il s'est produit un véritable *classement* de ces éléments.

Au contact du terrain houiller en place (A. L.), de chaque côté de la coupe, on n'a qu'un mélange grossier, peu cohérent, de houille, de schiste, de cuerelle, en poussière et en fragments de toutes tailles. L'effervescence aux acides nulle ou extrêmement faible, indique que les apports crayeux sont ici en quantité insignifiante.

Si nous avançons vers l'intérieur du puits (B. K.), nous voyons la brèche se charger d'éléments empruntés au Tourtia (glauconie, phanites altérés). Puis les marnes vertes des Dièves deviennent abondantes d'abord, prépondérantes ensuite, tandis que les roches houillères se raréfient de plus en plus (C. D. J. I.). Les Dièves disparaissent à leur tour et, au centre de la coupe, la brèche massive, bien consolidée, ne renferme que les roches des Bleus: marne grise et craie dure grisâtre (E. F. G.).

Des mélanges se sont certainement produits, mais, dans l'ensemble, cette répartition des matériaux est très nette. On peut se représenter le remplissage du puits comme constitué par une série de cylindres ou de cônes emboîtés, formés de roches d'autant plus anciennes dans la série stratigraphique qu'ils se trouvent plus près des bords.

Je n'ai pas reconnu de roches des couches supérieures aux marnes à *Terebratulina gracilis*: pas de silex du Turonien supérieur, pas de Tuffeau du Landénien. On ne peut pourtant affirmer que ces éléments n'ont pas contribué à combler la cavité. Nous ne savons pas si la coupe

a été faite suivant le plus grand diamètre du puits: ces roches seraient peut-être visibles plus au centre de l'accident (1).

LE Puits NATUREL AU NIVEAU DE 326 MÈTRES

Le remplissage, au niveau de 326 mètres, est une « brèche constituée par un ciment marneux, agglomérant des fragments de roches plus dures, à contours anguleux, provenant des morts-terrains.... Les Dièves ont fourni le ciment et donné à la roche sa teinte verdâtre. Elles en constituent l'élément prépondérant » (2). -

J'ai pu comparer les échantillons de cette brèche, conservés au Musée Houiller de Lille, avec ceux du niveau de 400 mètres. Ils sont très semblables à la brèche qui provient du point D de notre coupe (Fig. 1). Le puits, à ce niveau, a été traversé sur une longueur de 12 mètres seulement, c'est-à-dire suivant une corde beaucoup plus courte. La loi de répartition des matériaux se vérifie donc: la section a été faite ici à travers les zones les plus extérieures du remplissage.

CONCLUSIONS

1° La théorie la plus vraisemblable, généralement ad-

(1) Disséminés dans la masse du remplissage, j'ai trouvé de nombreux oogones et quelques fragments de tiges de *Chara*. Cette algue ne peut provenir que de formations d'eau douce ou d'eau saumâtre. La coupe des morts-terrains de Vicoigne n'avait pas montré les couches continentales que l'on peut rencontrer dans la région de Valenciennes: au sommet du Paléocène (Landénien supérieur), et sous le Tourtia à *Pecten asper* (Wealdien). Notre *Chara* n'est pas d'âge tertiaire: elle serait, dans ce cas, accompagnée de roches tertiaires; or, dans le remplissage, on ne trouve aucune roche des couches supérieures à la zone à *Ter. gracilis*. Le Landénien continental n'est d'ailleurs pas connu à Vicoigne. Mais, sur la surface du terrain houiller, il existe des formations continentales d'âge antérieur aux dépôts du Crétacé (Wealdien, *Torrent d'Anzin*), en lambeaux discontinus, de surface souvent très réduite. Le puits naturel a vraisemblablement recoupé un de ces lambeaux d'où proviendraient les restes de *Chara*.

(2) P. PRUVOST. — *Op. cit.*

mise aujourd'hui, pour expliquer l'origine des puits naturels, est résumée ainsi par M. J. Cornet (1).

Il faut en voir « la cause première dans l'existence de « vides, de cavernes, dans la masse du calcaire carbonifère sous-jacente au terrain houiller. Ces vides profonds auraient amené, par éboulements successifs se « propageant de bas en haut, la descente de la colonne « sus-jacente de terrain houiller et les roches crétacées se « seraient effondrées dans le vide ainsi produit. »

L'idée d'une *propagation, de bas en haut, d'éboulements successifs, est confirmée par le classement concentrique des matériaux*, observé à Vicoigne.

Il n'y a pas eu descente en masse d'une colonne de terrains, ni dénivellation des terrains encaissants de part et d'autre du puits naturel, et la dénomination de « failles circulaires », donnée souvent à ce genre d'accident, est à rejeter.

Les assises les plus inférieures du terrain houiller se sont effondrées d'abord et ont laissé des débris, mélange de morceaux de schiste, de houille, de grès, sur la paroi de la cavité, la plus grande masse des décombres tombant d'ailleurs au fond du trou.

De proche en proche, une cheminée se creusa, *en remontant*. Elle atteignit les couches du Crétacé : Tourtia, Dièves, Bleus, qui s'écroulèrent les unes après les autres, superposant leurs enduits successifs de débris à l'intérieur du puits.

La cavité se combla (2) ; les effondrements cessèrent. Il est impossible d'indiquer de façon précise le niveau où s'arrêta la propagation des éboulements. La topographie n'indique aucune dépression en surface, sur le prolongement du puits naturel.

J. CORNET. — Géologie (1909), t. I pp. 256-258.

(2) On connaît plusieurs exemples de puits naturels, que l'on a appelé *puits aveugles*, où la propagation des effondrements ne s'est pas faite jusqu'à la surface du terrain houiller. Le remplissage est alors constitué uniquement par des roches houillères.

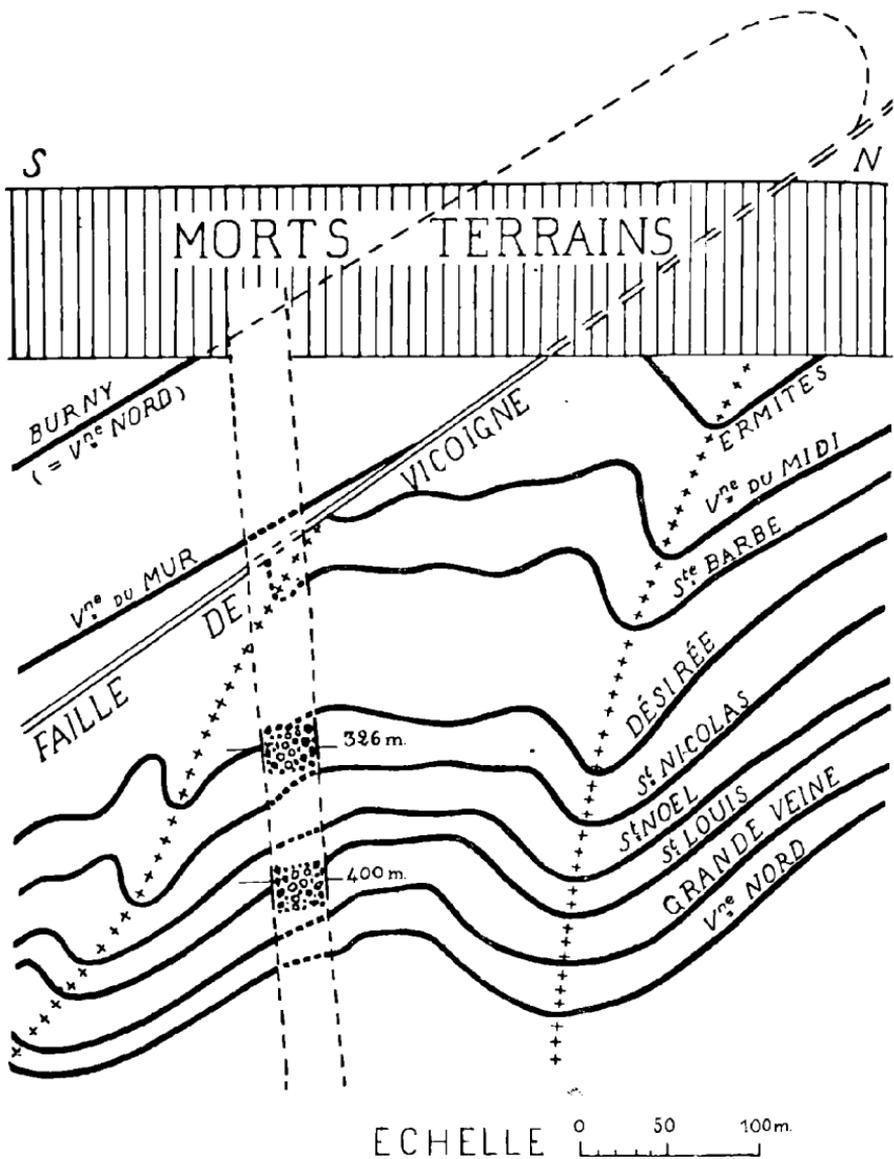


FIG. 2. — Coupe verticale à travers le terrain houiller de Vicoigne, montrant schématiquement la disposition du puits naturel. (Les lignes de croix indiquent les axes des plis).

2° En tenant compte de la nature du remplissage et de la situation des deux coupes, j'ai représenté schématiquement (Fig. 2) l'allure générale du puits naturel (1). Il inclinerait un peu vers le Nord.

La disposition tectonique des couches du terrain houiller n'a pas influencé la propagation des effondrements. *Le puits recoupe l'axe des plis et la Faille de Vicoigne.*

3° Le puits s'est montré absolument sec. Aucune venue d'eau ne s'est produite au moment du percement de la galerie.

L'accident a pourtant traversé, dans le terrain crétaé, des réseaux aquifères. Il est certain aussi que l'eau a joué un rôle lors du comblement de la cavité. La brèche gris clair qui occupe le centre de notre coupe est très cohérente; les éléments en sont soudés par une trame de calcite. Les *Bleus* ont dû descendre sous forme de boue liquide qui se consolida ensuite dans la cheminée, formant le bouchon hermétique actuel qui empêche le suintement des eaux du Crétaé.

En se creusant à travers le terrain houiller, le puits n'a pas rencontré de réseau aquifère. La brèche qui se forma d'abord contre les parois n'est pas cohérente: c'est un simple mélange de roches houillères, sans ciment de calcite. Mais des fissures s'y sont produites, dans lesquelles la boue venue de plus haut s'engagea, et se consolida comme au centre de l'accident (2).

(1) Ne connaissant que deux coupes séparées par une distance verticale de 74 mètres seulement, j'ai figuré un tracé hypothétique pour la majeure partie du trajet du puits. La cheminée peut être plus ou moins tortueuse. De plus, du fait que le comblement s'est fait par une superposition de couches concentriques de débris, laissés le long des parois par les assises s'éboulant successivement, il résulte que le puits aurait plutôt une forme conique vers le haut. Cette forme a été très souvent observée en Belgique.

(2) Le remplissage de certains puits naturels se présente sous forme de boue liquide non consolidée. M. J. Cornet (Sur la nature des matériaux crétaïques qui ont envahi les travaux de la fosse de Thieu le 2 mars 1914. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLI, Bulletin, 1914, pp. 209-212) a décrit l'accident qui sur-

M. P. Gauthier est très vivement intéressé par la communication de M. R. Dehée, car il a eu l'occasion d'observer à Carvin un puits naturel, appelé par les mineurs « Trou aux Saphirs » et se présentant sous un aspect analogue à celui du puits naturel qui vient d'être décrit par M. Dehée.

M. R. Dehée, à la demande de M. P. Gauthier, fait à ce sujet la communication suivante :

*Note sur le puits naturel dans le
terrain houiller de Carvin
par René Dehée.*

Grâce aux documents, aux échantillons et aux renseignements si obligeamment communiqués par M. P. Gauthier, Directeur des Mines de Carvin, je puis, malgré l'ancienneté de la découverte, donner quelques précisions sur l'accident connu, à la Fosse N° 1 de Carvin, sous le nom de « Trou aux Saphirs ». Cet accident avait déjà été signalé, sans grands détails, en 1902, par M. Jardel, dans son étude sur le terrain houiller de Carvin (1).

En 1875, les travaux d'exploitation de la veine Saint-Julien, à 170 mètres de profondeur, rencontraient, à 700 mètres environ à l'Ouest de la Fosse N° 1, une interruption dans la veine, lacune de forme grossièrement elliptique, véritable perforation aux bords abrupts, nettement découpés.

Sur une surface d'un rayon de 15 à 20 mètres, la houille faisait place à une accumulation de décombres provenant

vint dans une mine de Belgique: l'invasion d'un bouveau et des travaux d'exploitations voisins par 50.000 mètres cubes de matériaux crétacés. « Il est probable, dit l'auteur, que le bouveau avait longé un puits naturel et que les parois de la galerie avaient cédé tout d'un coup sur plusieurs mètres de longueur, livrant passage à ces matériaux qui ont envahi les travaux en une véritable lave boueuse ».

(1) JARDEL. — Etudes des Terrains du Nord à Carvin et à Annezin. *Bull. de l'Industrie minière*, 4^e série, t. I, 1902, p. 701.

du terrain houiller, morceaux de toutes dimensions de charbon, de schiste, de grès. D'après les déclarations formelles de M. Gauthier, on n'y trouvait pas de roches des morts-terrains, ni Tourtia, ni Diève, ni Craie.

Les fissures des roches et les vides laissés entre les fragments accumulés étaient bourrés de cristaux de nature diverse, qui, brillant à la lumière des lampes, avaient beaucoup étonné les ouvriers. C'est ce qui valut à l'accident le nom de « Trou aux Saphirs ».

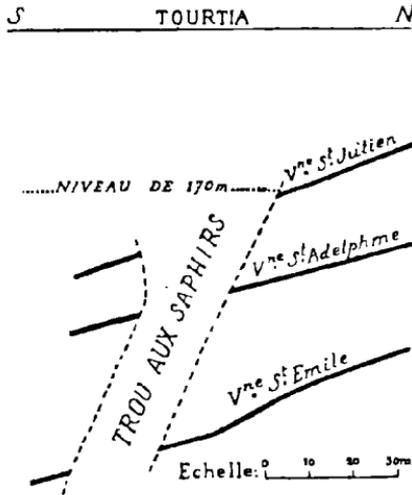


FIG. 1. — Coupe verticale passant par le puits naturel de Carvin.

En 1891, la veine Saint-Adelphme, au niveau de 200 mètres, se montra perforée de la même façon. En 1895, l'exploitation de la veine Saint-Emile faisait constater des faits identiques à 230 mètres de profondeur.

Le déhouillage des veines permit de circonscrire l'accident qui se montra ainsi parfaitement *limité en surface*. Aux trois niveaux, sa forme est elliptique, ses dimensions restent sensiblement les mêmes. Il s'évaserait un peu vers le haut. En reliant les trois coupes, on observe la *conti-*

nuité dans le sens vertical, avec une inclinaison vers le Sud (Fig. 1).

On retrouve ici les caractères principaux d'un véritable *puits naturel*, cheminée percée, comme à l'emportepièce, à travers les strates houillères en place, sans dénivellation des terrains autour de l'accident.

Quelques échantillons des matériaux de remplissage ayant été conservés, j'ai pu les étudier. Ce sont des blocs de schiste, de grès houiller, des morceaux de houille, débris presque décomposés. Ils sont revêtus et imprégnés de cristaux, calcite, alun, oxyde de fer, et de pyrite très altérée. On ne discerne aucune trace de roche des mortsterrains, ni glauconie, ni marne, ni craie. Le puits naturel de Carvin, dont le remplissage est constitué uniquement par des débris du terrain houiller, semble être un *puits aveugle*: la propagation des effondrements ne se serait pas faite jusqu'aux assises du Crétacé (1).

La présence des cristaux si nombreux indiquerait qu'il y eut une circulation d'eau fortement minéralisée, probablement de l'eau de Calcaire Carbonifère qui se trouve ici à la profondeur du 400 mètres. Le puits naturel s'était montré absolument sec. Mais l'eau, sous pression à ces profondeurs, aurait pu s'élever auparavant à travers les interstices des roches effondrées. Des expériences faites par M. Gauthier ont montré que l'eau du Calcaire Carbonifère, dans la concession de Carvin, atteint une pression de 16 kilogr. par centimètre carré.

MM. R. Dehée et G. Dubois font la communication suivante :

**Coupe des terrains traversés par le sondage
de Coquelles,
par René Dehée et Georges Dubois.**

M. G. Dollfus a offert à la collection géologique de la

(1) R. DEHÉE. — Observations nouvelles sur le puits naturel dans le terrain houiller de Vicoigne. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. LI 1926, p. 29, note 2.

Faculté des Sciences de Lille les échantillons du sondage de Coquelles qu'il possédait dans ses collections personnelles.

Nous l'en remercions très vivement, et publions une description des terrains traversés par ce sondage.

HISTORIQUE. — Le sondage a été effectué en 1894-1895 pour la Société Houillère de Calais-Boulogne, dans l'espoir de retrouver aux environs de Calais le prolongement du bassin houiller de Douvres. Il a été arrêté à la profondeur de 429 m. 89, sans avoir rencontré de Houiller.

L'emplacement du sondage se trouve près de la limite du territoire de Coquelles et de Calais, sur le territoire de Coquelles, dans la parcelle 182 du plan cadastral (section du Marais), c'est-à-dire un peu au N. de la voie ferrée de Calais à Boulogne, près du coude de la Rivière-Neuve ou Canal des Pierrettes (1).

De ce sondage il n'a été publié que quelques résultats partiels par M. Dollfus (2), et une coupe d'ensemble, d'ailleurs très sommaire, par Olry (3).

Toutefois, les couches quaternaires ont été décrites de

(1) Le « Café du Sondage » est actuellement installé approximativement à cet emplacement.

(2) G. DOLLFUS. — Schistes noirs fossilifères provenant d'un sondage à Coquelles, près Calais. *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. XXIII, 1891, p. 186.

(3) A. OLRV. — Travaux d'exploitation et de recherche exécutés dans le bassin houiller du Boulonnais et dans la région comprise entre le bassin du Pas-de-Calais et la mer. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, n° 100, t. XV, 1903-1904, p. 94.

Dans cette coupe, le Quaternaire et le Crétacé ne sont pas détaillés; le Dévonien est signalé à l'état de grès rouge, terrains brun gris, gris-foncé, gris très foncé, calcaire (Dolomie des Noces); il est attribué au Silurien 57^m50 de schistes ardoisiers avec banc calcaire de 1 m. intercalé.

Le sondage aurait atteint d'après Olry la profondeur de 435 mètres; cette indication n'est pas conforme aux bulletins du sondeur, que nous avons sous les yeux.

Olry précise en outre que le sondage a traversé, avant d'atteindre les schistes siluriens, la dolomie figrée des Noces dans les schistes de Beau lieu.

Notre interprétation est sensiblement différente.

façon très détaillée par l'un de nous (1) ; nous nous contenterons ici, en conséquence, de résumer ce qui a été dit au sujet de ces couches.

NATURE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS. — Les échantillons provenant du sondage sont tantôt des fragments de roches trépanées, tantôt des carottes pour certains bancs paléozoïques.

Toutes les carottes montrent une stratification très sensiblement horizontale.

ALTITUDE DE L'ORIFICE DU SONDAGE. — Cette altitude est très voisine de + 2 mètres.

COUPE DES TERRAINS TRAVERSÉS PAR LE SONDAGE :

Quaternaire (24^m20)

FLANDRIEN (24^m20)

	Prof.	Epaiss.
ASSISE DE DUNKERQUE (FLANDRIEN SUP.) (0 ^m 60).		
Tourbe noire spongieuse.	0 ^m 00	0 ^m 60
ASSISE DE CALAIS (FLANDRIEN MOYEN) (18 ^m).		
Argile de polder gris bleuâtre un peu sableuse.	0 ^m 60	2 ^m 10
Sable gris-bleu ou gris-jaunâtre coquillier avec petits galets roulés (sables pissards)	2 ^m 70	15 ^m 90
<i>Cardium edule</i> L., cc.		
<i>C. edule</i> var. <i>minimum</i> Phil., r.		
<i>Macra elliptica</i> Br., r.		
<i>Macoma balthica</i> L., cc.		
<i>Scrobicularia piperata</i> Gm., r.		
<i>Barnea candida</i> L., r.		
<i>Mytilus edulis</i> L., ac.		
<i>Ostrea edulis</i> L., r.		
<i>Littorina littorea</i> L., c.		
<i>Purpura lapillus</i> L., r.		
<i>Murex erinaceus</i> L., r.		
<i>Natica catena</i> D. C., r.		
<i>Hydrobia ulvae</i> Penn., c.		
ASSISE D'OSTENDE (FLANDRIEN INF.) (5 ^m 60).		
Tourbe brune compacte.	18 ^m 60	0 ^m 60

(1) G. DUBOIS. — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. VIII, n° 1, 1924, p. 117-119, p. 154.

Argile de polder sableuse (avec bancs de sable graveleux vers 20 ^m 50)	19 ^m 20	5 ^m 00
<i>Elephas primigenius</i> Blum.		
Crétacé (242 ^m 80)		
SENONIEN (64 ^m 40)		
ASSISE A MICRASTER COR-TESTUDINABUM (64 ^m 40).		
Craie très blanche, très pure; tendre, traçante, pulvérulente.	24 ^m 20	18 ^m 80
Craie blanche très pure; traçante, pulvérulente. Quelques silex blonds.	43 ^m 00	45 ^m 60
A 70 ^m 75: <i>Inoceramus</i> cf. <i>involutus</i> (Craie à « soies »).		
<i>Cidaris hirudo</i> Sorig.		
<i>Cidaris sceptrifera</i> Mantell.		
<i>Bourgueticrinus ellipticus</i> d'Orb.		
<i>Entalophora symetrica</i> d'Orb.		
Foraminifère.		
Eponges.		
TURONIEN (116 ^m 65)		
ASSISE A MICRASTER BREVIPORUS (47 ^m 50).		
Craie blanche marneuse à silex cornus noirs.	88 ^m 60	34 ^m 40
Craie grise marneuse à silex cornus noirs.	123 ^m 00	13 ^m 10
ASSISE A TEREBRATULINA GRACILIS (33 ^m 90)		
Marne gris verdâtre	136 ^m 10	1 ^m 20
Craie blanc grisâtre à feuillets de marne grise.	137 ^m 30	9 ^m 40
A 140 ^m : <i>Terebratulina gracilis</i> d'Orb.		
<i>Terebratula semiglobosa</i> Sow.		
Marne grisâtre.	146 ^m 70	8 ^m 20
Craie blanc grisâtre marneuse	154 ^m 90	14 ^m 10
Marne grise.	169 ^m 00	1 ^m 00
A 168 ^m : <i>Terebratulina gracilis</i> d'Orb.		
ASSISE A INOCERAMUS LABIATUS (35 ^m 25).		
(DIÈVES VERTES)		
Craie marneuse, légèrement verdâtre	170 ^m 00	5 ^m 65
Craie marneuse grisâtre, verte quand elle est mouillée.	175 ^m 65	7 ^m 35
Marne verdâtre.	183 ^m 00	8 ^m 00
Marne verte.	191 ^m 00	14 ^m 25
CENOMANIEN (61 ^m 75)		
(?) ASSISE A ACTINOCAMAX PLENUS (3 ^m 75).		
Craie marneuse gris foncé; sableuse, à gros grains de glauconie nombreux et uniformément répartis dans la masse; petits galets.	205 ^m 25	3 ^m 75
ASSISE A HOLASTER SUBGLOBOSUS (51 ^m)		
Marne grise.	209 ^m 00	31 ^m 00
Marne argileuse compacte gris foncé	240 ^m 00	6 ^m 00

Craie marneuse très dure, lourde, ne se délitant pas dans l'eau; gris foncé; sableuse; un peu glauconieuse; gros grains de glauconie en petits amas très rares. Débris d'écailles de poissons. 246^m00 14^m00

ASSISE A ACANTHOCERAS LATICLAVIUM (7^m).

Sable argileux calcaire, vert foncé, très glauconieux. Pyrite. Nodules phosphatés noirs, vernissés, roulés. Galets de roches du terrain primaire.

Fossiles en phosphate de chaux, roulés, très usés:

Actinoceramus sulcatus Park.
Actinoceramus sulcatus Park.
Acanthoceras sussexiense Mantell.
Solarium sp.
Scapanorhynchus (Odontaspis) raphiodon, Agassiz. 260^m00 7^m00

Dévonien (traversé sur 162^m89)

FAMENNIEN (48^m25)

ASSISE DES SCHISTES ET GRÈS DE SAINTE-GODELAINE (48^m25).

Schiste gris violacé légèrement micacé, avec bancs psammitiques. 267^m00 34^m95
 A 267^m00: *Spirifer Verneuli* Murch., cc.
 A 295^m10: *Spirifer Verneuli* Murch.
 A 299^m60: Encrine.
 Schiste psammitique gris noir 301^m95 9^m50
 Banc calcaire gris noir. 313^m00 2^m00
 Schiste gréseux et psammite gris verdâtre un peu calcaire. 315^m00 0^m25

FRASNIEN (traversé sur 114^m64)

ASSISE DU CALCAIRE DE FERQUES (60^m75).

Dolomie noire ou grise. 315^m25 10^m75
 Dolomie grise avec veinules de calcite (Analyse 1). 326^m00 2^m50
 Calcaire noir dolomitique. 328^m50 16^m60
 Calcaire dolomitique gris verdâtre 345^m10 2^m90
 Dolomie noire ou gris-noirâtre (Analyse 2) 348^m00 12^m40
 Dolomie gris pâle. 360^m40 3^m00
 Dolomie altérée en poussière rousse 363^m40 0^m30
 Dolomie gris violacé caverneuse 363^m70 5^m30
 Encrine.
 Dolomie altérée en poussière rousse 369^m00 2^m40
 Dolomie gris violacé caverneuse 371^m40 4^m60

ASSISE DES SCHISTES DE BEAULIEU (traversée sur 53^m89).

Schiste gris noirâtre (avec bancs très pyriteux et bancs très micacés) 376^m00 30^m00

A 385 ^m : <i>Spirifer Verneuli</i> Murch., cc. <i>Liagula squamiformis</i> Phill.		
A 390 ^m : <i>Spirifer Verneuli</i> Murch., cc.		
A 399 ^m : <i>Productella subaculeata</i> Murch.		
Schiste violacé ou rougeâtre	406 ^m 00	18 ^m 00
A 420-421 ^m : <i>Encrines</i> , cc.		
Schiste gris violacé, riche en <i>Encrines</i> , débris de <i>Lamellibranches</i> et de <i>Gastéropodes</i>	424 ^m 00	5 ^m 89
ARRÊT à . . .	429 ^m 89	

OBSERVATIONS

On remarquera l'épaisseur considérable des couches à *M. cor-testudinarium* et à *M. breviporus*. Nous nous sommes basés, pour établir la distinction entre ces deux zones, sur le caractère franchement marneux que prend la craie à 88 m. 60 de profondeur, et sur l'abondance des silex noirs qu'on y rencontre alors. Peut-être faudrait-il comprendre, dans les 64 m. 40 de craie blanche sénonienne, des assises supérieures à la zone à *M. cor-testudinarium*. Nous n'avons pu, faute de preuves certaines, les porter sur notre coupe.

Malgré l'absence de fossiles, nous plaçons volontiers dans la zone à *Actinocamax plenus* les 3 m. 75 de craie marneuse grise, sableuse et glauconieuse, que l'on rencontre au sommet du Cénomancien. La zone à *Act. plenus*, toujours de faible épaisseur, présente en maints endroits des caractères lithologiques semblables à ceux observés à Coquelles. De plus, cette zone semble indiquer de façon générale dans le Nord de la France, un mouvement de la mer, mouvement qui s'est traduit ici par des apports d'éléments détritiques: grains de sable et petits galets.

Par suite du manque de fossiles, nous n'avons pas distingué dans la zone à *Holaster subglobosus* les trois niveaux paléontologiques que M. Barrois y a établi au Blanc-Nez: niveau à *Plocoscyphia mæandrina*. à *Schlenbachia varians*, à *Acanthoceras rotomagense*. Nous ferons d'ailleurs observer que le faciès craie grise, lourde, très dure, se rencontre aussi au Blanc-Nez.

Le sable argileux calcaire très glauconieux à nodules

de phosphate de chaux et fossiles phosphatés et roulés, du niveau de 260 mètres, présente tous les caractères de la couche à *Acanthoceras laticlavium* du Blanc-Nez, où elle surmonte les formations vraconiennes, albiennes et aptiennes qui n'existent pas à Coquelles. Les fossiles roulés que nous signalons, espèces que l'on rencontre souvent à la base du Cénomaniens, peuvent aussi bien provenir du remaniement du Vraconien et du Gault. Notre zone à *Ac. laticlavium*, reposant directement sur le Primaire, est dans la même situation que le Tourtia du Pas-de-Calais (zone à *Pecten asper*).

Le Famennien se présente avec un faciès très voisin de celui du Famennien boulonnais.

Le Frasnien est formé à la base par une masse schisteuse, au sommet par une masse dolomitique (1), dans laquelle nous n'avons pu tracer de division nette. Nous avons, en conséquence, attribué toute la masse dolomitique à l'assise de Ferques.

Plus bas que 399 m. nous n'avons pas reconnu de fossile nettement caractéristique du Frasnien; nous avons pourtant attribué à l'assise de Beaulieu tous les schistes traversés entre 399 m. et 429 m. 89 (profondeur totale du sondage) : leur faciès ne diffère pas, en effet, de celui des schistes situés plus haut que 399 m., certains lits rappellent tout à fait les schistes de Beaulieu visibles en affleurement dans le Boulonnais; d'ailleurs l'épaisseur totale des schistes situés sous la dolomie à Coquelles (53 m. 89) est loin d'atteindre celle des schistes de Beaulieu dans le Boulonnais; environ 180 m. (2).

(1) M. DOLLFUS nous a communiqué, avec les échantillons du sondage, les résultats de deux analyses de cette dolomie:

	1 (prof. 326 ^m)	2 (prof. 348 ^m)
Carbonate de Calcium	60,0	59,4
Carbonate de Magnésium.	38,6	39,2
Divers.	14	1,3

(2) P. PRUVOST, in P. PRUVOST and J. PRINGLE. A Synopsis of the geology of the Boulonnais. *Proc. of the Geologist's Assoc.*, vol. XXXV, 1924, p. 31.

Aucun caractère ne justifie d'ailleurs l'attribution proposée par Olry, d'une partie de ces schistes au Silurien : ils ont été carottés à diverses reprises (dernière carotte à 424 m.) : ils demeurent, sans variation, sensiblement horizontaux, ainsi que nous l'avons déjà signalé plus haut.

L'étude des couches paléozoïques du sondage de Coquelles *confirme* l'existence, au N. de l'Anticlinal silurien de Caffiers, du synclinal déjà reconnu à Calais où l'on a signalé le calcaire carbonifère, et sur lequel M. P. Pruvost attirait à nouveau l'attention il y a quelques années (1) : c'est le synclinal de Carvin-Ostricourt, qui se prolonge par Calais vers le Kent ; l'improductivité houillère de ce synclinal à Calais est due à la surélévation de son axe dans la région boulonnaise.

M. G. Dubois fait la communication suivante :

Révision des os de Castor conservés
au Musée Gosselet
par Georges Dubois.

Les restes de Castor sont assez fréquents dans les tourbières du Nord de la France.

J'ai procédé à la révision des ossements du Musée Gosselet attribuables à cette espèce et j'en donne ci-dessous la liste.

Je rappelle au préalable la position systématique de l'espèce :

(1) P. PRUVOST. — A propos d'un travail du Dr H. Bolton sur la faune du terrain houiller du Kent. Comparaison des couches houillères du Kent et du Pas-de-Calais au moyen des méthodes paléontologiques. *Annales Soc. Scientifique de Bruxelles*, 1920, 20 nov., p. 111; — et *A. S. G. N.*, t. 48, 1923, 24 janv., note p. 16.

Famille des **Castoridés** Gray. 1821 (1)

Genre **Castor** Linnaeus 1758 (2)

Castor fiber Linnaeus 1758 (3)

1° — *Tête*, dépourvue de son maxillaire inférieur mais qui, pour le reste, est presque intacte.

Origine: Avcluy. Tourbière Lallier (1873) (Collection Debray). Tourbe riche en ossements, à 5 m. de profondeur; signalée par Debray dans sa coupe A, couche n° 10 (4).

2° — *Demi-maxillaire inférieur droit* bien conservé et armé de toutes ses dents.

Origine: Albert. Tourbière Boura (1873), (Collection Debray). Tourbe à 4 m. de profondeur sous des bancs calcaires et tuffacés; signalé par Debray dans sa coupe II, couche n° 8 (5).

3° — *Demi-maxillaire inférieur gauche*.

Origine: Albert. Tourbière Boura (1874), (Collection Debray). Tourbe à la profondeur de 5 m. (6).

4° — *Demi-maxillaire inférieur droit* en assez bon état.

Origine: Ardres. Tourbière Veuve Ringot, (Collection Debray). Signalé par Debray à 2 m. 95 de profondeur, sous 1 m. de tourbe (7), elle-même recouverte de couches marines.

(1) *Castoridae*. J. E. GRAY. — On the natural arrangement of vertebrate animals [Sect. I]. *The London Medical Repository*. XV, 1821, 1 avril, p. 302.

(2) *Castor*. C. LINNAEUS. — *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Ed. X, T. I. Regn. anim., 1758, p. 58.

= *Fiber*. DUMÉRIE. — *Zoologie analytique*, 1806, p. 18.

(3) (*Castor fiber*). C. LINNAEUS. *loc. cit.*, p. 58.

= *Castor europeus*. R. OWEN. — *British fossil Mammals and Birds*, 1846, p. 190.

(4) DEBRAY. — *Etude géologique et archéologique de quelques tourbières du Littoral flamand et du département de la Somme. Mém. Soc. Agr. et des Arts de Lille*. 3^e S., t. XI, 1873, p. 471 et p. 482.

(5) DEBRAY. *loc. cit.*, p. 478 et 482.

(6) DEBRAY. — *Communications diverses au sujet des tourbières. Ann. Soc. géol. du Nord*. t. V, 1878, p. 125.

(7) DEBRAY. — *Comm. div. tourb. A. S. G. N.*, t. V, 1878, p. 126.

- 5° — *Demi-maxillaire inférieure gauche* (fragment).
 Origine: Ardres. Gisement identique au précédent.
- 6° — *Sus occipital*.
 Origine: Albert. Tourbière Boura, (Collection Debray).
- 7° — *Molaire supérieure* (m 1/) gauche.
 Origine: Albert. Tourbière Boura, (Collection Debray).
- 8° — *Incisive supérieure droite*.
 Origine: Albert. Tourbière Boura. Coupe H. Couche n° 8, 1874, (Collection Debray).
- 9° — *Humérus gauche* complet.
 Origine: Lille, rue Nationale. Tourbe « Gué de la Deûle » (1) (H. Rigaux).

Longueur	93 ^{mm} 2
Diamètre max. à l'extr. proximale	27 ^{mm} 7
Diamètre max. à l'extr. distale	33 ^{mm}
Diamètre max. au niveau de la crête deltoïdienne.	22 ^{mm} 5

10° — *Humérus droit* complet.

Même provenance.

Longueur.	93 ^{mm}
Diamètre max. à l'extr. proximale	28 ^{mm}
Diamètre max. à l'extr. distale.	33 ^{mm} 8
Diamètre maximum au niveau de la crête deltoïdienne	24 ^{mm}

11° — *Fémur gauche* en bon état.

Même provenance.

Longueur.	113 ^{mm} 5
Diamètre max. à l'extrémité proximale.. . . .	42 ^{mm} 5
Diamètre max. à l'extrémité distale.	39 ^{mm} 5
Épaisseur min. vers le 1/3 inf.	12 ^{mm}

12° — *Fémur gauche*, moins bon.

Même provenance.

Longueur.	116 ^{mm}
Diamètre max. à l'extr. distale.	40 ^{mm} 6
Épaisseur min. vers le 1/3 inf.	11 ^{mm} 3

(1) Une demi-mandibule droite a été également signalée dans la tourbe de la vallée de la Deule à Santes; elle est conservée dans les collections géologiques de l'Université Libre de Lille. M. Delépine a eu l'extrême obligeance de me la communiquer et de m'en permettre l'étude.

Dimensions des échantillons de Castors fossiles de la Tourbe du Nord de la France

TÊTE	CASTOR FOSSILE TOURBE										Dimensions relevées sur 5 têtes de Castor d'Europe par M. Miller	
	Echantill. 1 Aveluy	Echantill. 2 Br. Mandib. droite Albert	Echantill. 3 Br. Mandib. gauche Albert	Echantill. 4 Br. Mandib. droite Albert	Echantill. 5 Br. Mandib. gauche Adres	Echantill. 6 Br. Mandib. droite Santes (Un. libre)	7					
1 — Longueur max. occipito-alvéolaire	133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 — Longueur condylo-basilaire	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	123 6 — 149.4
3 — Diamètre interzygomatique	(?) 92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84 4 — 110
4 — Diamètre à l'étranglement orbitaire	30.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 6 — 30.4
5 — Diamètre à l'étranglement postzygomatique	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 — Diamètre intermastoiïdien	67.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61 — 72.8
7 — Diamètre intertympanique (1)	76 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8 — Longueur du nasal	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50 8 — 64
9 — Plus grande largeur des 2 nasaux réunis	25.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 2 — 29
10 — Longueur du rebord orbitaire du frontal	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11 — Diastème supérieur	48.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38.2 — 51
12 — Rangée des molaires supérieures (2)	31.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29 8 — 33.8
13 — Longueur condylo-alvéolaire	—	83	—	—	—	—	—	—	—	97	89	— 113
14 — Longueur coronéo-alvéolaire	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15 — Diastème inférieur	—	23 5	24.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16 — Rangée des molaires inférieures	—	35 3	35	35.6	35	—	—	—	—	—	—	32.6 37

(1) Mesuré un orifice auditif à l'autre; (2) Sur la tête fossile d'Aveluy, mesuré aux alvéoles.

13° — *Tibia gauche*, en bon état, long de 140 mm.

Même provenance.

Dans le tableau ci-joint (p. 44), j'ai consigné les dimensions de différents échantillons de Castors des Tourbières du Nord de la France et les ai comparées avec celles de 5 crânes de Castors d'Europe données par M. Miller (1) (4 crânes actuels et 1 crâne fossile des tourbières de Norfolk).

L'attribution au Castor des ossements signalés n'offrant aucune difficulté, je ne m'arrêterai pas ici aux caractères permettant cette attribution.

On sait que les avis des zoologistes sont très partagés sur les relations des deux types: Castor d'Europe (*Castor fiber* L.) et Castor d'Amérique (*Castor canadensis* Kuhl.) (2). Les uns considèrent ces deux formes comme deux variétés ou deux races d'une même espèce (3); d'autres y voient deux espèces différentes. Je n'apporterai ici aucun élément nouveau en faveur de l'une ou l'autre de ces manières de voir. Au point de vue ostéologique, il y a lieu de noter que les deux types sont facilement reconnaissables grâce à quelques caractères craniologiques distinctifs très constants, et accessoirement à quelques autres caractères moins nets et moins

(1) G. S. MILLER. — Catalogue of the Mammals of Western Europe (Europe exclusive of Russia) in the British Museum. London. *Pr. by order of the Tr. the Br. Mus.*, 1912, p. 953.

(2) H. KUHL. — Beiträge zur Zoologie und vergleichenden Anatomie. Frankfurt am Main, 1820.

On a d'ailleurs distingué en Amérique d'autres espèces de Castor: *C. caccator* Bangs, de Terre-Neuve et *C. subauratus* Taylor, de Californie (cf. G. S. MILLER. List of North American recent Mammals. 1923. *Smith Inst. U. S. Nat. Mus.*, 1924, p. 298-300). Il semble qu'on puisse les considérer comme des variétés de *C. canadensis*.

(3) Elles ont non seulement des caractères analogues voisins, mais des mœurs identiques et un même parasite externe: *Platyssyllus castoris*. (Cuénor. *La genèse des espèces animales*, p. 378).

TABLEAU DES CARACTÈRES OSTÉOLOGIQUES DISTINCTIFS DE *C. FIBER* ET *C. CANADENSIS*

C. fiber

- 1 — Région interorbitaire moins longue que large.
- 2 — Tubercule postorbitaire pariéto-frontal bien développé.
- 3 — Tubercule postorbitaire pariéto-frontal sensiblement au même niveau que l'apophyse postorbitaire malaire.
- 4 — Tubercule préorbitaire du frontal généralement très en relief par rapport au lacrymal.
- 5 — Longueur du nasal nettement plus grande que le 1/3 de la longueur du crâne mesurée de l'alvéole incisivaire à la crête occipitale.
- 6 — Nasaux s'étendant très en arrière du niveau des tubercules préorbitaires des frontaux.
- 7 — Diamètre maximum binasal (D) plus petit que la moitié de la longueur nasale (L). (Rapport D/L variant généralement entre 0,50 et 0,40).
- 8 — Bord latéral externe du nasal relativement peu incurvé.
- 9 — Portion tabulaire du lacrymal toujours grande et quadrangulaire, et intercalée entre le frontal et le malaire, de telle façon que ces deux os ne se touchent pas.
- 10 — Orifice nasal subtriangulaire.
- 11 — Région rostrale derrière les incisives relativement peu élevée.

C. canadensis

- 1 — Région interorbitaire généralement aussi longue que large.
- 2 — Tubercule postorbitaire pariéto-frontal à peine indiqué.
- 3 — Tubercule postorbitaire pariéto-frontal généralement en arrière de l'apophyse postorbitaire malaire.
- 4 — Tubercule préorbitaire du frontal avec faible relief sauf chez les individus vieux ou de grande taille.
- 5 — Longueur du nasal sensiblement égale au 1/3 de la longueur du crâne ou moins grande que le 1/3 de cette dimension.
- 6 — Nasaux ne s'étendant pas en arrière du niveau des tubercules préorbitaires des frontaux.
- 7 — Diamètre maximum binasal (D) plus grand que la moitié de la longueur nasale (L). (Rapport D/L variant généralement entre 0,60 et 0,50).
- 8 — Bord latéral externe du nasal fortement incurvé.
- 9 — Portion tabulaire du lacrymal petite et variable de forme, quelquefois de forme identique à celle du *C. fiber*, quelquefois subtriangulaire et permettant alors au frontal et au malaire de se toucher.
- 10 — Ouverture nasale généralement subquadrangulaire, rarement subtriangulaire.
- 11 — Région rostrale derrière les incisives relativement élevée.

constants (1). Dans le tableau ci-joint (p. 46) j'indique, parmi ces caractères distinctifs, ceux que j'ai pu noter sur la tête du Castor fossile d'Aveluy.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE

Le Castor d'Europe *C. fiber* n'existe plus actuellement que dans certaines forêts de Scandinavie et, dans l'Europe occidentale et centrale, à l'état de petites colonies extrêmement réduites en individus, sur les bords du Rhône (pays d'Arles et d'Avignon), du Weser, de l'Elbe et du Danube. En Europe orientale, il est moins rare; son domaine s'étend à travers la Pologne, la Russie, le Turkestan, et en Sibérie (2).

Mais on sait que le Castor a été répandu autrefois dans une grande partie de l'Europe et a été exterminé peu à peu par l'homme à une époque assez récente. En dehors des preuves historiques écrites, on en possède aussi de nombreuses preuves toponymiques dont l'étude a été faite par M. Delépine (3). Les noms de rivières ou de localités en Bibr, Bièvres, Biber, Bever, Beuvr, Beaver, Barb, Bobr, indiquent en Europe occidentale et centrale, de l'Angleterre à la Bohême, d'anciennes stations de Castors.

Dans le Nord de la France, les noms de localités en Beuvr et Bever datent du v^e au xiii^e siècle. Dans les îles britanniques, le Castor existait encore au x^e siècle dans le Pays de Galles, (4) il était chassé au xiv^e siècle dans le Cardiganshire (5).

(1) Ces différences ont été principalement mises en relief par G. CUVIER, F. CUVIER, BRANDT et RATZBURG, KEYSERLING et BLASTUS, BAIRD, ALLEN, M. G. S. MILLER.

(2) E. L. TROUSSERT. — Faune des Mammifères d'Europe. Berlin, 1910, p. 130.

(3) G. DELÉPINE. — L'extension ancienne du Castor dans les vallées du Nord de la France et en Europe. *La Géographie*, 1920, p. 229-235, carte p. 231.

(4) BEDDARD. — The Cambridge natural history. Mammalia, 1902 p. 468.

(5) W. BOYD DAWKINS. — The British pleistocene Mammalia. Part. A. A preliminary treatise on the relation of the pleistocene Mammalia to those now living in Europe, *Palaeontogr. Society*, 1878, p. XI.

Le Castor américain *C. canadensis* Kuhl. est répandu dans toute l'Amérique du Nord boisée; mais ici, son aire d'extension a aussi diminué sensiblement depuis la colonisation européenne. Sa limite méridionale se trouve près de la frontière mexicaine; sa limite septentrionale coïncide avec celle de la forêt.

En résumé, si l'on reconstitue l'aire d'extension naturelle du Castor, on peut établir que cet animal, représenté par deux types légèrement différents, l'un paléarctique, l'autre néarctique, est répandu (ou a été répandu dans les temps historiques) dans toute la zone tempérée froide, ou tempérée, de l'hémisphère boréal en tous les points où existent à la fois la forêt et l'eau.

AGE DU CASTOR FOSSILE DU NORD DE LA FRANCE

Les échantillons de Castors fossiles que j'ai eu l'occasion d'étudier indiquent l'existence du Castor:

1° dans la tourbe de la Plaine maritime, elle-même recouverte de sables marins à *Cardium*. (Ardres, Musée Gosselet);

2° dans la tourbe de la vallée de la Deûle. (Lille, Mus. Gosselet; Santes, Univ. libre de Lille);

3° dans la tourbe de la vallée de l'Ancre, bassin de la Somme (Albert et Aveluy, Mus. Gosselet);

Il a été signalé aussi dans la tourbe:

4° dans la vallée de la Scarpe (Roost-Warendin, Mus. de Douai);

5° dans la vallée de la Sensée (Lécluse, Mus. de Douai);

6° dans la vallée de la Somme (Abbeville).

Tous ces gisements sont d'âge Flandrien (Flandrien moyen ou Flandrien sup.); ils sont datés par des restes archéologiques, néolithiques ou gallo-romains. Dans la vallée de la Deûle à Lille, rue Nationale, la tourbe à Castor contenant des restes néolithiques était recouverte par un conglomérat à restes gallo-romains et par les pierres d'un gué avec monnaies du III^e siècle.

Ladrière a aussi trouvé une mâchoire de Castor à Habbourdin (vallée de la Deuie au S. de Lille); dans un limon qu'il a considéré comme « limon de lavage » très jeune (1), mais dont l'âge exact n'a pas été précisé.

LE CASTOR FOSSILE EN EUROPE

En Europe, le Castor est connu à l'état fossile dès le Pliocène supérieur (Calabrien).

Il a été signalé dans de nombreux gisements d'âge sicilien, milazzien, tyrrhénien, à « faune chaude », parfois en compagnie de *Trogotherium Cuvieri* Fischer (2), et plus rarement dans les gisements monastiriens et flamandriens inférieurs à « faune froide ».

Dans ces divers gisements, il est d'ailleurs relativement plus fréquent dans les dépôts alluviaux que dans les dépôts de cavernes (3).

Il redevient abondant dans les dépôts alluviaux et tourbeux du Flandrien moyen (néolithique et âge des métaux), et ainsi que je le rappelai plus haut, il était encore très commun au début des temps historiques dans nos contrées.

Son extinction progressive paraît n'être due qu'à l'action destructive de l'homme.

Le mode de vie du Castor implique dans les contrées qu'il habite la présence d'arbres et de cours d'eau: c'est pourquoi il a pullulé dans les forêts marécageuses de nos contrées au Flandrien moyen; d'une façon générale, on peut déduire de sa présence, au cours d'une des phases des temps quaternaires, l'existence d'un milieu forestier avec cours d'eau, ou marais, sous un climat tempéré (tempéré froid ou chaud). Aussi, le climat de l'Espagne ne pa-

(1) Ce limon peut être un peu antérieur ou postérieur aux dépôts tourbeux des vallées.

(2) E. T. NEWTON. — The vertebrata of the Forest-bed series of Norfolk and Suffolk. *Mem. Geol. Surv. England and Wales*, 1882, p. 65-80.

(3) M. BOULE. — Les Grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé), T. I, Fasc. IV, Monaco, 1919, p. 298. — COLLOT. Alluvions anciennes et Castor fossile de la vallée de l'Ouche. *Mém. Acad. Sc. Arts et Belles-Lettres de Dijon*, 4^e S., t. IX, 1904, Extr. 10 p.

raît pas avoir été favorable à son extension : le Castor n'a pas encore été signalé dans les dépôts quaternaires de la péninsule ibérique (1).

De même, les contrées arctiques par trop froides, aux eaux trop fréquemment gelées n'étant pas favorables au développement du Castor, la limite N. de la zone forestière est également celle de l'aire d'extension possible de l'espèce. C'est ainsi que pendant les temps quaternaires, la limite d'extension du Castor a varié avec celle des glaciers. A cet égard, le gisement d'âge flandrien inférieur de Nørre Lyngby, en Vendsyssel (Danemark) est tout à fait instructif et mérite d'être rappelé ici : dans des formations (2) où dominent des plantes arctiques, et dans lesquelles ont été signalés le Renne ainsi que *Citellus rufescens*, on n'a pas rencontré d'ossements de Castor, mais des branches d'arbres présentant les rognures du Castor (3). Le Castor ne s'aventurait vraisemblablement pas encore dans cette contrée qui venait d'être abandonnée par le glacier würmien, et qui était encore au stade de la toundra, mais il habitait les abords de la forêt, peu éloignée, de telle sorte que des branches rognées par lui étaient amenées à Nørre Lyngby par flottage.

En Amérique, le Castor américain est connu à l'état fossile dans le quaternaire. On ne possède aucun document paléontologique susceptible de jeter quelque lumière dans la question de la séparation des deux formes américaine et européenne.

(1) M. BOULE, *loc. cit.*

(2) Axel. JESSEN et Valdemar NORDMANN. — Ferskvandslagene ved Nørre Lyngby. *Danmarks Geol. Unders.*, II R., n° 29, 1915, p. 37-45; 63-66.

(3) La rognure ou la section des branches d'arbres par les incisives de Castor est très caractéristique. On en trouvera de bonnes figures dans : V. NORDMANN. *Danmarks Pattedyr i Fortiden. Danm. Geol. Unders.*, III R., n° 5, 1905, fig. 25; — V. NORDMANN. *On remains of Reindeer and Beaver from the commencement of the postglacial Forest Period in Denmark. Danm. Geol. Unders.*, II R., n° 28, 1915, fig. 5-6.

M. A. Duparque fait la communication suivante :

Le Rôle des Tissus lignifiés
dans la formation de la Houille
par **André Duparque.**

(Planche I).

L'importance du rôle joué par les tissus lignifiés dans la formation des charbons de terre a soulevé de nombreuses controverses.

Des opinions très différentes ont été émises, certains auteurs estimant que tous les tissus lignifiés contenus dans la houille sont à l'état de Fusain (Houille mate fibreuse) (1), tandis que d'autres attribuent à ces mêmes tissus, un rôle prépondérant (2) et même exclusif (3) dans la formation de la houille brillante (Clarain-Vitrain) (4).

De mon côté, j'ai signalé la présence de nombreux fragments de tissus lignifiés dans le Clarain et le Durain de la houille du Nord de la France (5).

Le but de la présente note est d'étudier la distribution des tissus lignifiés dans les charbons du bassin houiller du Nord et de déterminer l'importance du rôle qu'ils ont joué dans leur formation.

(1) J. W. DAWSON. — On the results of recent explorations of erect trees containing animal remains in the coal formation of Nova-Scotia. *Trans. Roy. Soc. London*, vol. 173, pp. 621-659, Pls 34 à 38, Londres, 1883.

(2) R. THIESSEN. — Compilation and composition of bituminous coals. *Journ. of Geology*, vol. 28, N° 3, pp. 185-209, Pls 3 à 11, Chicago, 1920.

(3) J. LOMAX. — The microscopical examination of coal and its use in determining the inflammable constituents présent therein. *Trans. Inst. Mining Engen.*, vol. 42, part I, pp. 1 à 20, Pls 1 à 12, Londres, 1911.

(4) R. THIESSEN a désigné la houille brillante sous le nom d' « Anthraxylon » et semble avoir employé ce terme tantôt comme synonyme de Clarain et tantôt comme synonyme de Vitrain.

(5) A. DUPARQUE. — Les quatre constituants de la houille du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, pp. 56-79, Pl. II à V, Lille, 1925.

I. — LES ASPECTS QUE PRENNENT LES TISSUS LIGNIFIÉS DANS LA HOUILLE.

Avant d'aborder cette question, et pour éviter toute équivoque, je préciserai ici la nature des tissus que j'entends désigner par les termes « tissus lignifiés » ou « tissus ligneux ».

Les tissus végétaux que l'on rencontre dans la houille présentent constamment un épaissement des parois et une rigidité de celles-ci qui permet de les considérer comme appartenant uniquement aux organes de soutien bois, sclérenchyme). En coupe perpendiculaire à l'allongement des cellules il est souvent difficile de se rendre compte à laquelle de ces deux variétés de tissus appartiennent les fragments considérés, des actions mécaniques ayant pu modifier l'alignement caractéristique des cellules du bois secondaire. En coupe parallèle à l'allongement des cellules, on peut facilement constater si l'on a affaire à des fibres sclérifiées ou à des vaisseaux.

Cette distinction n'a d'ailleurs qu'une importance secondaire puisque la substance du bois est identique à celle du sclérenchyme et que ces deux tissus sont surtout formés de Lignine.

Quant aux parties des végétaux dont proviennent ces tissus, il semble qu'elles pouvaient être très différentes. A côté des masses ligneuses des tiges et des branches, les feuilles et les écorces ont dû jouer un certain rôle dans l'apport de tissus lignifiés. M. Paul Bertrand, à qui j'ai soumis cette question, m'a signalé la présence dans l'écorce et les feuilles de certaines plantes houillères, de fibres sclérifiées particulièrement abondantes.

Les tissus lignifiés de la houille ont donc des origines assez variables, et sauf dans le cas où je préciserai leur provenance, j'emploierai ce terme dans le sens le plus large, c'est-à-dire de tissus formés essentiellement de lignine.

Les tissus lignifiés interstratifiés dans la houille peuvent être rangés dans les trois catégories suivantes :

1° — Tissus lignifiés transformés en houille mate, fibreuse, pulvérulente. Ce sont eux qui constituent le Fusain des anciens auteurs et de Mme Stopes.

2° — Tissus lignifiés transformés en houille brillante présentant au microscope une structure cellulaire nette, analogue à celle du Fusain. Cette catégorie que je propose de désigner par le terme nouveau « Xylain » comprend la presque totalité des corps figurés du Clarain.

3° — Tissus lignifiés transformés en houille brillante et ayant perdu leur structure cellulaire. L'aspect de leur substance rappelle celui du Vitrain et je propose de les désigner par le terme nouveau « Xylovitrain ».

Dans les paragraphes qui suivent nous allons voir sur quelles observations repose la nécessité de cette triple distinction.

II. — DISTRIBUTION DES TISSUS LIGNIFIÉS DANS LA HOUILLE BRILLANTE.

Les travaux de Mme M. C. Stopes (1) ont montré que la houille brillante était formée de deux constituants macroscopiques, le Clarain et le Vitrain.

J'étudierai successivement la distribution des tissus lignifiés dans ces deux constituants.

A. — *Clarain*. — Le Clarain doit être considéré (2) comme étant formé de fragments de tissus lignifiés cimentés par une pâte (substance fondamentale) abondante.

Les tissus lignifiés s'y rencontrent tantôt à l'état de Fusain et tantôt à l'état de Xylain.

Le Fusain grâce à son aspect mat et fibreux est visible à l'œil nu, au contraire le Xylain noyé dans la substance

(1) M. C. STOPES. — On the four visible ingredients in banded bituminous coal. *Proc. Roy. Soc.*, Série B, vol. 90, N° 633, p. 483, Pls 11 et 12, Londres, 1919.

(2) A. DUPARQUE, *loc. cit.*, p. 71.

fondamentale, dont l'aspect macroscopique est identique, ne peut être distingué dans ces conditions.

Examinés au microscope, le Fusain et le Xylain présentent des structures cellulaires identiques, les dimensions des fragments de Fusain sont généralement plus importantes que celles des fragments de Xylain.

On ne rencontre pas dans le Clarain de masses ligneuses ayant subi la transformation en Xylovitrain et gardé leurs contours bien définis; mais il y a lieu de remarquer que l'observation de telles masses, si elles existent, est rendue particulièrement difficile par l'analogie d'aspect de leur substance et de la substance fondamentale. D'autre part, on peut observer fréquemment sur le pourtour des masses de Xylain une altération plus avancée de ce dernier qui passe à un véritable Xylovitrain.

Le Fusain et le Xylain sont réunis par toute une série de formes de passage qui prouvent que le deuxième dérive du premier par une altération plus accentuée.

Les lambeaux de tissus lignifiés affectent généralement la forme de lentilles aplaties parallèlement au plan de stratification. Les lentilles de Fusain ont des dimensions très variables, leur longueur dépassant rarement quelques centimètres et leur épaisseur quelques millimètres. Les lentilles de Xylain sont de plus petite taille.

On rencontre plus rarement le Fusain en lits séparant deux couches de Clarain ou deux autres constituants, mais ces lits eux-mêmes s'amincissent sur leurs bords et doivent être considérés comme des lentilles de plus grandes dimensions.

B. — *Vitrain*. -- Le Vitrain qui est formé uniquement par la précipitation de la substance fondamentale ne contient pas, dans sa masse elle-même, de tissus lignifiés, mais ces derniers se trouvent fréquemment associés aux lits de Vitrain et occupent par rapport à eux des positions constantes.

On observe souvent à la surface des lits de Vitrain des lentilles de Fusain qui leur sont simplement su-

perposées ou y pénètrent formant des sortes d'enclaves, comme si les fragments ligneux s'étaient déposés à un moment où le Vitrain à l'état pâteux était susceptible de céder sous leur poids.

Le Fusain forme parfois des enduits à la surface des lits de Vitrain et l'on rencontre accidentellement dans ce dernier constituant des petits fragments de Xylain.

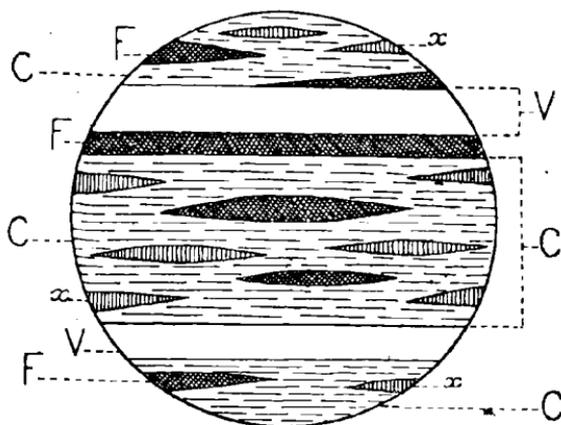


FIG. 1. - Distribution des tissus lignifiés dans la houille brillante (Clarain, Vitrain)

C. Clarain. — V. Vitrain. — F. Fusain. — α . Xylain

Le Contact de deux couches adjacentes de Vitrain, ou d'une couche de Vitrain et de Clarain, est toujours marqué par un lit de Fusain ou de Xylain réduit, le plus souvent, à une seule rangée de petits fragments de tissus lignifiés.

En résumé, les tissus lignifiés existent dans la houille brillante (Clarain-Vitrain) à l'état de Xylain et de Fusain, ils ne représentent qu'une partie très réduite de cette variété de Charbon eu égard à la masse de la substance fondamentale.

La distribution des tissus lignifiés dans la houille

brillante est schématisée dans la figure 1. En ce qui concerne leur figuration exacte, le lecteur voudra bien se reporter aux planches que j'ai publiées antérieurement (1).

III. — DISTRIBUTION DES TISSUS LIGNIFIÉS DANS LA HOUILLE MATE. RARETÉ DU FUSAIN.

Dans mes recherches sur les quatre constituants de la houille, j'ai pu observer d'une façon absolument constante la rareté du Fusain dans les lits de Durain. Mme Stopes (2) ne mentionne pas cette particularité, mais d'autre part elle n'a jamais figuré ni indiqué la présence du Fusain dans le Durain et nos observations semblent concordantes sur ce point.

J'ai signalé à différentes reprises (3) la présence dans le Durain de débris de tissus lignifiés atteignant parfois d'assez grandes dimensions et toujours plus altérés que ceux que l'on remarque dans le Clarain. Le Durain ne contiendrait donc que des tissus ligneux de la deuxième catégorie, qu'on ne pourrait distinguer qu'à l'aide du microscope.

Or, quand on examine attentivement à l'œil nu un morceau de Durain en section perpendiculaire au plan de stratification, on est immédiatement frappé par la disposition particulière des filets de houille brillante que Mme Stopes a déterminés comme appartenant au Vitrain. Ils sont interstratifiés dans la masse et rappellent par leur forme et leurs dimensions les lentilles de Fusain du Charbon brillant. Ces caractères les différencient nettement des bandes de Vitrain qui ont généralement une grande étendue horizontale. A ces différences de gisement viennent s'ajouter des différences de structure.

(1) A. DUPARQUE, *loc. cit.*, — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, Pls II à V. Le Fusain y est désigné par F, le Xylain par fc ou f.

(2) M. C. STOPES, *loc. cit.*

(3) A. DUPARQUE, *loc. cit.* — La structure microscopique du Gayet de Liévin et des Cannel Coals. Comparaison avec le Durain. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L p. 118.

L'examen microscopique en lumière réfléchie permet de se rendre compte qu'un certain nombre de ces lentilles de houille brillante sont formées uniquement de tissus lignifiés à l'état de Xylain. Le plus souvent, le tissu est désarticulé et présente la structure en étoiles (bogenstruktur) fréquente dans le Fusain. La substance elle-même des parois cellulaires a subi une gélification très accentuée, celles-ci sont gonflées et affaissées les unes sur les autres de sorte que dans certains cas, les cavités cellulaires disparaissent presque (Pl. I, Fig. 2).

L'altération des masses ligneuses s'est développée de la périphérie vers le centre, la région marginale a subi une gélification complète et est formée d'une bande plus ou moins étroite de Xylovitrain. Une deuxième zone est à l'état de Xylain, tandis que la partie centrale moins altérée rappelle la structure du Fusain (Pl. I, Fig. 1 et 2). Ces altérations zonaires nous offrent un exemple frappant du passage graduel du Fusain au Xylain et de ce dernier au Xylovitrain.

En général, le Xylain interstratifié dans le Durain présente une tendance marquée vers une transformation en Xylovitrain.

Les autres lentilles de houille brillante qui existent dans le Durain sont à l'état de Xylovitrain.

Ce Xylovitrain, dont l'origine est mise en évidence par les faits exposés précédemment, bien que formé d'une substance amorphe brillante, analogue à celle du vrai Vitrain, s'en distingue très nettement par la forme et la direction des vides de retrait.

Le Vitrain qui se présente en lits très minces, mais très étendus, est caractérisé par l'importance des phénomènes de retrait qui attestent qu'il provient d'une masse primitivement fluide qui a passé par l'état colloïdal (1). C'est un sédiment d'origine chimique qui dérive de la

(1) A. DUPARQUE. *loc cit*, p. 68.

précipitation des acides humiques (1) en solution dans l'eau. Les pâtes du Durain et du Clarain se sont individualisées de la même manière.

Au cours de sa dessiccation, la masse colloïdale du Vitrain s'est contractée violemment en l'absence de tous corps figurés (Tissus lignifiés, Spores) susceptibles de s'opposer à sa fragmentation par suite de la formation de larges fentes perpendiculaires au plan de stratification. L'importance des phénomènes de retrait a été telle que les couches de vitrain sont souvent réduites à l'état de piliers (2).

Au contraire, le Xylovitrain dérive de la gélification, sur place dans leurs lieux de dépôt, de fragments de tissus lignifiés qui ont passé, directement et progressivement, de l'état solide à l'état colloïdal sans mise en solution préalable et ayant conservé sensiblement leurs contours primitifs. Ce mode de formation est analogue à celui, connu en minéralogie sous les noms de « Pseudomorphose » ou d'« Epigénie », qui nous permet d'observer des cristaux présentant les formes extérieures d'une espèce donnée, mais dont la substance possède les caractères optiques et chimiques d'une autre espèce qui s'est substituée à l'espèce initiale (3).

Les vides qui existent dans le Xylovitrain ont des formes irrégulières, polyédriques, sans orientation constante par rapport à la direction des strates. Ils sont identiques aux cavités qui existent dans le Fusain ou dans le Xylain et dérivent des déchirures qui ont affecté les tissus lignifiés qui leur ont donné naissance.

Moins fréquemment, on rencontre dans le Durain des

(1) J'entends désigner ici par ce terme tous les produits solubles résultant des réactions que subissaient les débris végétaux dans la lagune houillère.

(2) A. DUPARQUE, *loc. cit.*, Pl. IV, Fig. 12; Pl. V, Fig. 19.

(3) Comme exemple d'épigenie, je citerai la Martite pseudomorphose de magnétite en oligiste et les prismes bipyramidés de quartz transformés en stéatite.

petits lits de Xylain et de Xylovitrain rappelant par leur gisement les lits de Fusain de la houille brillante.

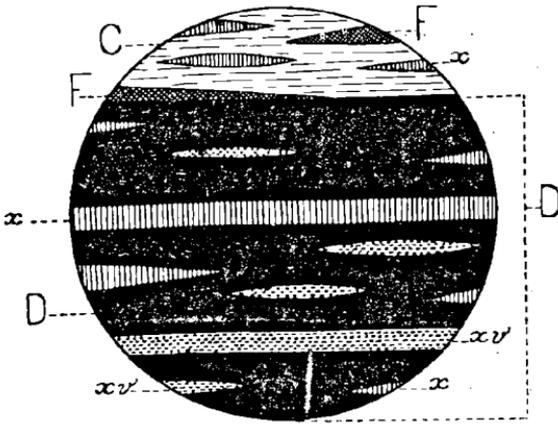


FIG. 2. — Distribution des tissus lignifiés dans la houille mate (Durain)

D. Durain. — C. Clarain. — F. Fusain. — x. Xylain. — xv. Xylovitrain

Les tissus lignifiés existent donc dans la houille mate (Durain) à l'état de Xylain ou de Xylovitrain, le Fusain est absent ou très rare. La distribution de ces mêmes tissus est identique dans la houille mate et dans la houille brillante.

Dans la formation des couches de Durain, le rôle des tissus lignifiés est peu important comparativement à celui des Spores.

La Figure 2 montre la répartition des tissus lignifiés dans la houille mate (Durain) et permet de la comparer à la distribution de ces mêmes tissus dans la houille brillante (Fig. 1).

IV. — CONCLUSIONS.

Des faits exposés dans les deux paragraphes précédents il résulte que les tissus lignifiés, qui forment toute la mas-

se du Fusain, existent également dans des états d'altération différents aussi bien dans la houille brillante (Clarain-Vitrain) que dans la houille mate (Durain). Ces mêmes tissus se rencontrent moins fréquemment, et à l'état de menus fragments, dans les Cannel-Coals et dans les Gayets.

Ces tissus lignifiés peuvent être rangés, d'après leur aspect macroscopique et leur structure microscopique, dans les trois catégories suivantes :

1° — *Fusain*. — Tissus lignifiés transformés en houille mate, fibreuse, pulvérulente, tachant les doigts, rappelant par son aspect celui du charbon de bois. C'est le *Fusain* de Mme Stopes et des autres auteurs.

2° — *Xylain*. — Tissus lignifiés transformés en houille brillante à la suite d'une gélification partielle, mais présentant une structure cellulaire nettement visible au microscope et en tous points comparable à celle du Fusain. C'est à cette catégorie qu'appartiennent les tissus lignifiés interstratifiés dans les lits de Clarain et invisible à l'œil nu parce qu'ils se trouvent noyés dans la substance fondamentale. Au contraire, dans le Durain ces mêmes tissus sont visibles à l'œil nu, leur aspect brillant contrastant avec l'éclat beaucoup moins vif ou presque nul de ce constituant macroscopique, ils apparaissent alors sous forme de petites lentilles ou de lits très minces, généralement parallèles au plan de stratification.

Ces tissus lignifiés transformés en houille brillante, mais ayant conservé des structures cellulaires identiques à celles que l'on observe dans le Fusain, possèdent des caractères nettement définis et je propose de les désigner par « *Xylain* » (1) terme nouveau dont l'étymologie rappelle leur origine (fig. 1 et 2, pl. I).

(1) Le terme d' « Anthraxylon » employé par Thiessen pour désigner les minces lits de houille brillante alternant avec les lits de houille mate (*attritus*) a un sens beaucoup plus large que celui que j'attribue à *Xylain*, car cet auteur l'utilise également pour nommer les gros lits de houille brillante et semble avoir confondu sous ce nom le Clarain et le Vitrain de Stopes.

3° — *Xylovitrain*. — Tissus lignifiés transformés en houille brillante, mais ayant subi une gélification complète (transformation en substance amorphe). Leur aspect microscopique est identique à celui du Vitrain, mais la distribution et les formes des vides de retrait les différencient nettement. Dans le Vitrain vrai, les fentes de retrait sont toujours sensiblement perpendiculaires au plan de stratification et intéressent toute l'épaisseur d'un lit. Au contraire, dans les lentilles de *Xylovitrain* les vides ont des formes arrondies ou polyédriques, ils sont disposés irrégulièrement et rappellent par ces caractères les déchirures que l'on peut observer dans le Fusain et dans le Xylain (Pl. I, Fig. 3).

L'origine de ce vitrain particulier est nettement mis en évidence par l'existence de toutes les formes de passage entre elle et le Xylain. Je propose de désigner ces tissus lignifiés transformés en houille brillante sans structure par le terme de *Xylovitrain*, de façon à les distinguer du Vitrain normal qui a une toute autre origine.

Les lentilles ou minces filets de houille brillante existant dans le Durain et décrits par Mme Stopes sous le nom de Vitrain appartiennent tantôt au Xylain et tantôt au *Xylovitrain*.

Les trois termes Fusain, Xylain, *Xylovitrain*, représentent des états d'altération différents et progressifs des tissus ligneux et doivent être considérés comme des constituants microscopiques de la houille entrant dans la catégorie des corps figurés.

Au contraire, en se plaçant au point de vue macroscopique, les termes Xylain et *Xylovitrain* ne sont plus équivalents de Fusain, car ce dernier terme représente un constituant visible à l'œil nu, tandis que les deux autres ne peuvent être distingués l'un de l'autre dans la houille mate et ne sont visibles qu'au microscope dans la houille brillante.

En résumé, les tissus lignifiés ont joué un certain rôle dans la formation des lits de houille brillante (Clarain, Vi-

trâin) et de houille mate (Durain), mais ce rôle a toujours été secondaire si on le compare à celui de la substance fondamentale dans la première, et des Spores dans la deuxième catégorie de houille.

Ces tissus sont moins abondants et plus altérés dans le Durain que dans le Clarain et ces caractères sont encore exagérés dans les Gayets et les Cannel-Coals où ces mêmes tissus n'existent plus qu'à l'état de menus fragments.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I (1)

Fig. 1. — Durain (Houille grasse de la Cie des mines de Nœux, (mat. vol. 28 %, cendres 9 %).

Section horizontale (parallèle au plan de stratification) montrant le contact de la masse des spores Ms. ms, et d'une lentille de tissu lignifié F, F₁, F₂ ainsi que l'altération centripète de cette dernière.

La masse ligneuse présente une altération zonaire décroissant de la périphérie vers le centre. Au contact des spores se trouve une mince bande *xx* de substance amorphe où ces organites n'ont pas pénétré, elle résulte de la gélification complète (transformation en xylovitrain) de la zone marginale de la lentille ligneuse.

En F₂ la structure cellulaire a presque complètement disparu, le gonflement des parois a comblé les cavités cellulaires et tend à diminuer le volume des lacunes (l').

En F₁ la gélification moins avancée a laissé subsister un certain nombre de cavités cellulaires réduites.

En F. (partie centrale de la lentille ligneuse) la structure cellulaire est nettement visible et l'altération comparable à celle que l'on remarque dans certaines lentilles de Fusain.

Cette figure permet donc d'observer dans une même

(1) Les photographies figurant sur la planche I ont été obtenues à l'aide du microscope métallographique.

masse ligneuse le passage progressif du Fusain (F) au xylain (F₁ et F₂) et au xylovitrain. *xv*.

F, F₁, F₂. — Tissus lignifiés présentant des états d'altération progressifs.

xv. — Substance amorphe provenant de l'altération complète (gélification) de la région marginale de ces mêmes tissus. Le contour primitif de la lentille ligneuse est marquée par la ligne de spores qui n'ont pu pénétrer dans la masse colloïdale par suite de sa consistance.

l — Lacune dans le tissu lignifié, provenant de déchirures provoquées par le dessèchement antérieur à l'enfouissement ou par une action mécanique.

l' — Lacune analogue dans une région où la gélification est presque complète, le gonflement des parois cellulaires tend à faire disparaître et à diminuer son volume.

Ms — Fragment de Macrospore.

ms — Microspores.

Grossissement 35.

Fig. 2 — Section verticale (perpendiculaire au plan de stratification) de la même houille montrant une lame de xylain entre deux lits formés uniquement de spores cimentées par la substance fondamentale.

F₁ — Région centrale moins altérée.

F₂ — Région supérieure où le tissu lignifié est partiellement gélifié. Les parois cellulaires sont affaissées les unes sur les autres.

xv — Région où la gélification est complète et où le tissu lignifié est transformé en xylovitrain.

Ms — Fragment de macrospore.

ms — Microspore ayant la forme d'un petit sac aplati. (Les deux parois de l'exine vide de son contenu sont accolées et la cavité est devenue virtuelle).

Sf — Substance fondamentale qui est venue cimenter les spores postérieurement à leur dépôt et provenant de la précipitation de substances humiques en solution dans l'eau.

l — Lacune dans le tissu lignifié.

Grossissement 250.

Fig. 3 — Durain. (Houille grasse de la C^{te} des Mines de Lens).

Section verticale montrant deux bandes de xylovitrain dans le Durain,

La large bande de Xylovitrain qui occupe la partie médiane de la figure possède une structure nettement différente de celle du Vitrain (voir Ann. Soc. Géol. Nord T. L, Planche IV, Fig. 12. et Pl. V Fig. 19), caractérisé par la présence de fentes de retrait perpendiculaires au plan de stratification

Ici comme dans la petite bande située en dessous, les vides ont des formes irrégulières et rappellent par ce caractère et leur disposition ceux que l'on peut observer dans le tissu lignifié de la Fig. 2; une ligne de fracture en zigzag (f), dont la direction générale est sensiblement parallèle au plan de stratification, réunit un certain nombre de ces cavités.

A aucun moment la masse du xylovitrain n'a été assez fluide pour se laisser pénétrer par les spores qui lui sont superposées.

Tous ces caractères indiquent qu'elle a une origine différente de la substance fondamentale formant le ciment qui réunit les spores et qu'elle provient de la gélification complète d'une lame de tissu lignifié analogue à celle que l'on voit sur la figure précédente (Fig. 2, F₁).

xv — Xylovitrain.

l — Lacune dans le xylovitrain.

ms — Microspore.

f — Fente en zigzag.

Grossissement 55.

M. Paul Bertrand présente au nom de M. M. D. Zalessky le mémoire suivant :

*Premières observations microscopiques sur le schiste
bitumineux du Volgien inférieur*

par M. D. Zalessky.

(Planches II à VI).

Dans les dépôts de l'étage volgien inférieur du gouvernement de Simbirsk, c'est-à-dire dans les dépôts jurassiques, se trouve une assise épaisse d'argiles schisteuses gris foncé et noires, alternant avec des couches et des veines minces de schistes bitumineux gris foncé, tirant sur les schistes bitumineux noirs. D'après la répartition inégale des couches de schiste dans l'ensemble de la formation, celle-ci peut être subdivisée en deux parties superposées. La partie supérieure de l'assise atteignant à peu près l'épaisseur de 3,4-3,5 mètres, contient cinq couches exploitables de schiste bitumineux dont l'épaisseur est à peu près la même et varie entre 0,15 ou 0,2 mètre et 0,4 mètre; elles sont désignées du haut en bas par les chiffres I-V. La partie inférieure de l'assise, dont l'épaisseur atteint à peu près 2,5 mètres ne renferme que des couches de schiste bitumineux épaisses de 0,15 à 0,2 en moyenne (VI^e-VII^e couches). On rencontre des schistes analogues dans le Volgien inférieur en d'autres régions du bassin du Volga et dans la Grande Syrte, quoiqu'à des autres niveaux stratigraphiques. Les schistes bitumineux n'ayant pas été étudiés jusqu'à présent au microscope, l'investigateur des gisements de ces schistes bitumineux, le géologue M. Rosanov, nous a offert de faire cet examen et nous a fourni, dans ce but, toute une série des préparations microscopiques exécutées par l'Institut de Minéralogie appliquée « Lithogaea ». Nous avons accepté avec plaisir l'offre de M. Rosanov, car l'étude d'un nombre considérable de préparations de ces schistes bitumineux pouvait nous fournir le matériel suffisant pour en expli-

quer la genèse. Nos conjectures se sont jusqu'à un certain point réalisées. L'article ci-dessous n'est qu'un exposé des résultats de cette étude microscopique et des conclusions fournies par elle.

Qu'il nous soit permis d'exprimer très cordialement nos remerciements à M. Rosanov de nous avoir donné la possibilité d'étudier ce curieux combustible.

Au cours de notre recherche, nous nous sommes toujours appuyé sur toute une série des travaux de Ch. Eug. Bertrand (1) sur la structure microscopique des charbons fossiles, y trouvant des questions et des réponses sur les différents problèmes de la genèse des combustibles fossiles. C'est pourquoi nous considérons comme notre devoir de rendre hommage à la haute personnalité du naturaliste français, en dédiant cette étude à sa mémoire.

M. Rosanov nous a fait parvenir des préparations de schiste bitumineux des provenances suivantes :

1) La métairie Tiapkiné; couche II du gisement Serguievskoë de la Grande Syrte; 2) du ravin « Rodniki » à Serguievka, couche II; 3) de la mine de Kachpoursk, couche I, des galeries 2, 4, 6 et 7 et des travaux à ciel ouvert; de la couche II, des galeries de mine 2, 4, 6, 7; de la couche IV de la galerie 7; 4) des environs de la métairie Makarov, du gisement Serguievka, couche I; et 5) de la datcha Chachkino, du gisement Serguievskoë, de la couche I.

Parmi ces préparations, il y en avait 57 coupes minces exécutées parallèlement à la stratification des schistes, et 23 coupes minces exécutées perpendiculairement à la stratification. De plus, lorsque cette étude des coupes minces était terminée et que nous nous étions ainsi fait une idée exacte sur la genèse du schiste bitumineux du

(1) C'est à notre ami, M. le professeur Paul Bertrand que nous sommes redevables de l'envoi de cette série en remplacement de celle que nous avons perdue lors de la nationalisation de notre avoir. Qu'il nous soit permis de remercier M. Paul Bertrand de sa gracieuse attention.

Volgien inférieur, nous avons encore obtenu de nouvelles coupes minces au nombre de 79, savoir : 13 (6 horizontales et 7 verticales) prises sur des échantillons des schistes de la mine de Kachpoursk, et 66 coupes (42 horizontales et 24 verticales) prises sur des échantillons de la mine d'Oundorsk et de la Grande Syrte (Métairie Koumrassin, Serquievka, ravin Rodniki, datcha Chaehkino, gisement Sierguievskoë et métairie Makarow). De la mine d'Oundorsk, les échantillons recueillis pour ces coupes minces proviennent des couches I, II, III, IV, V des galeries de mine 1, 3, 7 et du bremsbergue. Ainsi, au cours de notre étude, nous avons eu à notre disposition 159 coupes minces. La description ci-dessous du schiste bitumineux résume les données fournies par la totalité de ces préparations : les schistes, provenant de toutes les régions que nous venons de mentionner ont une structure analogue.

I. — LA MATIÈRE FONDAMENTALE DU SCHISTE BITUMINEUX.

La matière initiale du schiste bitumineux du Volgien inférieur est une gelée organique jaunâtre, ou bien orangée et parfois d'un brun clair. Cette gelée, formée dans l'eau, est constituée exclusivement par des organismes du bassin, pourris, descendus au fond, dont les restes devenus muqueux sont consolidés par le *coagulum* des substances humiques et des sédiments minéraux ; ces derniers sont, du reste, presque absents par endroits. Les intercalations minérales, qui se rencontrent dans certains échantillons des schistes bitumineux, ont une forme cristalline ; ces intercalations ont été, sans aucun doute, déposées au moment où la roche se rétrécissait en desséchant ; l'eau contenue dans la formation a dû y déposer son sédiment minéral. Tous ces cristaux se sont formés durant la période, où toute la masse du schiste bitumineux étant encore suffisamment molle, les cristaux pouvaient y croître librement.

La gelée dans toute son étendue en profondeur fait

ressortir une mince stratification déterminée par le dépôt graduel des fragments épars, ou plutôt des flocons de masse organique agglomérés au fond d'un bassin et consolidés par la coagulation des substances humiques. Au début, ces flocons informes et légers de matière organique se tassaient les uns sur les autres, mais la pression des masses supérieures les comprimant, les rétrécissait petit à petit, et en définitive leur a imprimé la forme des mottes horizontalement allongées sur des coupes verticales; ces flocons ont pris une forme imprécise sur des coupes horizontales. Les traces de la contraction de la gelée et de sa dessiccation peuvent être parfois relevées sur certaines mottes de masse mugueuse sous la forme des cavités bizarres, remplies d'air ainsi que par de petits vides perceptibles dans toute la masse fondamentale. De ce que les corps solides ensevelis dans cette masse au lieu de descendre au fond de la masse y sont restés suspendus dans des positions différentes, il nous est permis de conclure qu'au moment de l'agglomération de ces corps, cette masse était à l'état de coagulum. Nous en trouvons un exemple sur la planche III, fig. 1, où, sur une section verticale de schiste bitumineux, dans sa masse fondamentale de couleur jaune, on aperçoit une coquille de Foraminifère qui se tient obliquement à la stratification. De plus, on peut observer dans la gelée qui la recouvrait immédiatement, des déviations de la stratification horizontale. Il va de soi que cette coquille n'aurait pas pris cette posture oblique si la masse n'avait pas été jusqu'à un certain point dense et élastique. Un autre exemple du même phénomène est offert par la planche V, fig. 8. Assez souvent, les cristaux ont également une position oblique par rapport à la stratification, ce qui se voit sur la même planche V, fig. 8. La gelée, comme on le sait, possède une élasticité considérable. Une rame, plongée dans la masse gélatineuse du sapropèle, en est repoussée avec force. Il nous a été donné d'observer ces propriétés de sapropèle sur le lac Beloë au gouvernement

de Tver: le fond du lac étant garni d'une immense épaisseur de sapropèle.

Les préparations du schiste bitumineux du Volgien inférieur étudiées sous le microscope, ne nous ont pas laissé découvrir dans leurs mottes gélatineuses de couleur jaune, des algues décomposées jusqu'à la perte entière de leur structure, comme cela s'était produit pour les corps jaunes des bogheads; cependant, il nous paraît fort admissible que ces mottes de masse gélatineuse aient eu pour base quelques algues gélatineuses en décomposition. Ainsi la principale masse fondamentale du schiste bitumineux du Volgien inférieur est composée précisément de ces mottes de gelée qui, grâce à l'uniformité de leur coloration jaune clair se fondent en une seule masse (planche II, fig. 1 et planche IV, fig. 1, côté droit) ou bien leur coloration variant des jaunes plus ou moins vifs à des bruns clairs, donnent à la section verticale du schiste des nuances bigarrées (planche IV, fig. 2). Ces mottes brunâtres prennent parfois sur les coupes verticales l'apparence rubanée l'emportant sur des mottes ou des rubans jaunes. Sous cet aspect, se présente le schiste bitumineux de la couche II, galerie 6 de la mine de Kachpoursk. Il nous est arrivé d'observer des masses gélatineuses entièrement brunâtres, comme on le voit sur la planche V, fig. 10 (Mine d'Oundorsk, galerie 7, partie inférieure de la couche I) et sur la planche V, fig. 11 (Mine d'Oundorsk, galerie 3, couche III). Les modifications de la coloration des masses gélatineuses de jaune en brun se font aussi remarquer dans une seule et même couche. Par exemple, la masse gélatineuse de la couche I (galerie 7 de la mine d'Oundorsk) est jaune clair ou bien orangée dans sa partie inférieure et dans sa partie supérieure cette même masse est brunâtre. Parfois la transformation de la masse gélatineuse jaune en masse d'un brun clair se fait remarquer dans une même préparation, ce qui est démontré par la fig. 1 de la planche IV (Mine d'Oundorsk, galerie 3, couche V). Il nous a été

donné parfois d'observer dans la masse fondamentale de ces mottes gélatineuses des veines noirâtres, ainsi que des intercalations plus ou moins foncées et de dimensions différentes dont certaines, les noires notamment, ne sont rien d'autre que du sulfite de fer échappé de la solution au moment de la formation de la gelée, tandis que les autres ne sont qu'un résidu de la substance organique.

Très souvent, un grossissement considérable (au-dessus de 750) met en évidence de menues parcelles ou bien des coques contenues dans la matière gélatineuse. On les découvre mieux en soumettant la préparation à un puissant jet de lumière, par exemple à la lumière immédiate d'un rayon de soleil. On ne saurait établir la provenance exacte de ces coques: nous ne savons pas, si elles font partie des microorganismes ou bien si elles se rattachent à la microstructure de la masse gélatineuse détruite, c'est-à-dire à des formations de nature physique. La première supposition nous paraît être la plus probable.

Nous venons de parler si longuement de la formation de la masse gélatineuse du schiste bitumineux du *coagulum*, qu'il nous paraît convenable d'établir ce que nous désignons par ce nom et dans quel sens nous l'employons ici. On sait que les colloïdes se présentent sous deux formes: on les trouve 1°) délayés dans l'eau comme la gomme arabique et il a été convenu de les désigner sous le nom de *sols*; 2°) sous la forme solide et le plus souvent sous la forme gélatineuse: la gélatine, ou bien un résidu qui provient de la coagulation. Cette dernière forme des colloïdes contient de l'eau en quantité plus ou moins considérable et porte toujours le nom de *gelée*. Dans les *sols*, les colloïdes ne se rencontrent pas sous la forme de molécules, mais sous celle de menues parcelles d'une matière solide ou bien d'une substance liquide uniformément réparties et suspendues dans un dissolvant. Ces fausses solutions, mélange dissemblable de matières liquides et de matières solides, suspendues, comme dans une eau trouble, contiennent des parcelles d'argile ou bien des gouttelettes

d'huile émulsionnées. Si l'on suppose que des corps solides sont contenus dans le colloïde, celui-ci porte le nom de *suspensioïde*.

Dans certaines conditions, les parcelles contenues dans les *sols-colloïdes* commencent à s'accoler et à produire des groupements de parcelles qui, avec une partie du dissolvant, forment des flocons; ceux-ci se précipitent, c'est-à-dire se détachent du reste du liquide. Ce phénomène du dégagement de la gelée du sol est appelé *coagulation*. Il est provoqué par l'addition de différentes matières (d'un acide ou de l'alcali), par la température élevée, ou même par une secousse imprégnée au liquide. L'opération se présente tantôt comme réversible, tantôt, plus souvent, comme irréversible.

La gelée, suivant la quantité d'eau plus ou moins grande qu'elle contient, est susceptible de modifier ses propriétés physiques. De dure et friable, elle devient, en se gonflant, molle, flexible et élastique. L'essence même du schiste bitumineux n'est rien autre qu'une gelée; et à l'origine elle avait été molle et élastique ayant contenu beaucoup d'eau. Actuellement, le schiste est dur et friable: ces propriétés résultent de la perte de l'eau qui s'est produite depuis sa formation. Cette perte, commencé au temps où la formation se trouvait sous l'eau, et elle s'est terminée lorsque la formation exondée, s'est définitivement durcie. Mais il convient de distinguer deux gelées de provenances différentes formant l'essence du schiste bitumineux. Les mottes de gelée qui constituent la masse du schiste bitumineux, ou plutôt une partie de la matière de ces mottes, ne sont pas autre chose que de la gelée, mais qui ne s'est pas séparée de la solution par le processus de transformation du « sol en gelée, c'est-à-dire par l'opération que nous avons désignée sous le nom de *coagulation*. A notre avis, elle est le résultat de la dégradation muqueuse des organismes agglomérés dans le fond et qui par voie de décomposition sous l'eau, c'est-à-dire de bituminification, se sont rapprochés de la consistance

gélatineuse et par là ne sont que de la gelée analogue à la gelée détachée de la solution. A cette gelée se rattache, comme nous l'avons indiqué précédemment, le véritable *coagulum*, c'est-à-dire la masse coagulée de la solution ulmique ou humique (de sol), ainsi que des solutions et des fausses solutions (des suspensions) minérales toujours apportées dans un bassin d'eau par l'eau courante. Le « sol » humique se produit dans le bassin sous l'influence d'un faible apport d'alcali ou d'eau ammoniacale, contenant en solution des humates que l'eau a acquise en baignant les tourbières et les terres riches en humus. Une faible basicité de l'eau ne trouble pas les conditions favorables à la vie animale, ainsi qu'à la vie végétale. On sait, d'autre part, que l'eau légèrement alcaline peut indéfiniment tenir l'argile en suspension. La modification de la basicité de l'eau et son passage à une acidité même faible, entraîne la coagulation, c'est-à-dire la précipitation des substances humiques, ainsi que de l'argile. La formation du *coagulum* s'observe également pour l'hydrate de fer oxydé et la silice (SiO_2). Le résultat de ces deux processus de la bituminification de la masse fondamentale d'une part et de la coagulation, d'autre part, n'est autre chose que la gelée du schiste bitumineux dans laquelle, à la gelée produite par les restes organiques du bassin devenus, par la dégradation muqueuse, mucilagineux, s'ajoutent la gelée ulmique et la gelée minérale; il va de soi qu'il n'y a pas moyen de séparer une de ces gelées de l'autre.

Dans le schiste bitumineux volgien inférieur, comme nous allons le voir, la gelée tombée de la solution, c'est-à-dire le véritable *coagulum*, doit s'y trouver inmanquablement, vu la présence dans le schiste de restes de la tourbe délavée et débourrée. Parfois la section verticale du schiste met au jour des fissures résultant du rétrécissement de la masse gélatineuse. Ces sortes de fissures sont le plus souvent horizontales, vides pour la plupart, mais parfois on les voit comblées par quelque solution

minérale de provenance secondaire, ordinairement c'est de la calcite. Il nous est arrivé de remarquer des fissures courtes, normales à la stratification.

II. — LES CORPS VISIBLES DANS LA GELÉE FONDAMENTALE.

La matière fondamentale gélatineuse du schiste bitumineux contient différents corps. Ce qui frappe le plus à l'examen de toutes les préparations verticales, c'est l'abondance des taches blanchâtres parsemant l'épaisseur gélatineuse, c'est-à-dire de points laissant pénétrer la lumière. Souvent ces points font voir des vides, mais ordinairement ils contiennent diverses coquilles des Foraminifères, et le plus souvent des sphérolithes creux, sphériques ou bien ovoïdes à parois calcifiées. Dans certaines préparations, les masses cristallisées de calcite sphérique, ou bien de quelque autre forme, se font voir en très grand nombre; ces masses sont apparemment formées par des coquilles des Foraminifères et des autres animaux à squelette extérieur calcaire. Le schiste bitumineux de la mine de Kachpoursk (couche I, des galeries 2, 4, 6 et 7, ainsi que des fouilles à ciel ouvert (voir planche IV, fig. 2) se présente ainsi surchargé d'intercalations cristallisées de calcite. Outre les cristaux de calcite, on y trouve assez souvent des cristaux d'un vert clair représentant apparemment des cristaux de glauconie (voir planche II, figure 1 a, et planche V, fig. 10 a).

Outre les coquilles des Foraminifères et les intercalations cristallisées, on découvre dans la masse gélatineuse d'autres corps dont les uns sont d'origine animale et les autres sont d'origine végétale; la quantité de restes reconnaissables de l'un et de l'autre genre est insignifiante si on la compare à la masse de la gelée fondamentale, bien que ces restes n'y soient pas rares et que leur nombre en sus de ceux qu'il nous a été donné d'y découvrir, aurait pu augmenter, s'il nous avait été possible d'examiner une plus grande quantité de préparations, d'un plus

grand nombre de localités, ce qui entraîne, comme de juste, un surcroît de dépenses. Certes, parmi les animaux ceux que l'on découvre avec le plus de facilité sont des coquilles des Thalamophores ou des Foraminifères ; d'ailleurs, les formes à coquille calcaire prédominent ; il y a beaucoup de Polythalamiés du groupe des Perforés, bien qu'on recontre une forme en plusieurs exemplaires munis, apparemment, d'une coquille en chitine ou en quelque autre matière d'apparence analogue, se présentant sous la forme d'une substance jaune ou brune transparente. Cette forme est polythalamiée et ne contient pas de pores dans ses parois, bien qu'elle présente des ouvertures intérieures et extérieures ; pourtant, dans nos préparations, ces ouvertures n'ont pas été vues.

Dans trois cas, nous avons observé des corps articulés ressemblant par leur aspect général à des vers articulés, dont deux rappellent jusqu'à un certain point des larves d'Insectes également articulées ; à notre grand regret, ces débris étant fragmentaires, il nous a été impossible de nous convaincre de l'exactitude de cette supposition. Dans notre description des corps trouvés dans le schiste bitumineux volgien inférieur, nous les avons placés tous parmi les Annélides. Une seule fois, un fragment de membrane réticulée chitineuse à baies rondes a été relevé, mais il ne nous a pas été donné d'étudier l'origine de ce fragment (planche II, fig. 14).

Parmi les débris d'origine végétale, les fragments des tissus se rencontrent assez souvent, il s'en trouve le plus souvent sous la forme de fusain. Tous ces fragments sont fortement modifiés, roussis. Parmi les fragments de tissu reconnaissables, les portions de trachéides ne sont pas rares. L'une de ces trachéides à ponctuations arcolées, figure sur la planche II, fig. 8. De loin en loin se rencontrent des spores représentées par leur membrane et aplaties ; un de ces spécimens est représenté sur la planche II, fig. 1. Il a été vu bien souvent des formations filandreuses ou plutôt rubanées représentées sur la planche II, fig. 11 et

fortement agrandies sur la planche II, fig. 9. Apparemment, ce sont également des restes végétaux, mais l'origine de ces débris reste énigmatique. Sur la planche IV, fig. 8, dans la gelée fondamentale surchargée de cristaux de calcite, se trouve un organisme à forme de bâton composé de cellules deux fois plus longues que larges. Nous lui trouvons de la ressemblance avec l'algue bleue du genre *Oscillatoria* et nous le décrivons sous le nom d'*Oscillatorites Bertrandi*. Outre cette curieuse trouvaille d'*Oscillatoria*, signalée probablement pour la première fois à l'état fossile dans des sédiments d'une aussi haute antiquité que les sédiments jurassiques, il a été vu pour la première fois un représentant indubitable des algues du genre *Pediastrum* que nous décrivons sous le nom de *Pediastrites Kidstoni* en souvenir du Dr R. Kidston, dont nous venons d'apprendre le décès. Cette algue rappelle de très près la forme de plancton existante de nos jours *Pediastrum clathratum* (Schroeter) Lemm. (planche V, fig. 1, 2). Indubitablement, c'est aux algues qu'il faut rattacher les filaments découverts dans la masse gélatineuse de la préparation du schiste de la mine de Kachpoursk, galerie 4, couche II (planche IV, fig. 3); les dessins ont été faits au grossissement de 850 diamètre, mais reproduits à l'œil nu; les dimensions exactes des cellules sont indiquées dans la partie descriptive et représentées par la fig. 2 du texte. Ces algues confervoïdes ont probablement été des Conferves vertes ou peut-être bien des Cyanophycées se rapprochant des Oscillatoriées contemporaines. Il n'y a pas moyen de résoudre cette question.

C'est aux restes d'origine animale que se rattachent également les méats qui ont été signalés dans la masse gélatineuse de couleur orange, représentés sur la planche III, fig. 5. Les corps sphériques se trouvant dans ces méats peuvent être pris pour des œufs. C'est apparemment aussi aux débris d'origine animale qu'il faut rattacher des amas orange tantôt petits, tantôt agrandis qui

ont la forme d'une galette; leur ressemblance avec des formations analogues des bogheads et des schistes bitumineux décrites par Ch. Eug. Bertrand les fait rattacher aux coprolithes, auxquels ce savant rattache tous les corps de ce type (voir la motte orange (a) au milieu de l'amas brun fig. 1 de la planche IV). Dans le schiste bitumineux volgien inférieur, ils ne frappent l'attention que s'ils atteignent un volume considérable, car lorsqu'ils sont de faible dimension, il est difficile de les distinguer des nottes de la gelée ordinaire.

Au nombre des trouvailles intéressantes faites dans le schiste bitumineux volgien inférieur, il faut signaler les corps articulés dans lesquels on peut reconnaître des Annelides du groupe des Oligochaetes ou peut-être bien des larves articulées d'Insectes. La découverte de corps vermiformes, contenus par la gelée du schiste bitumineux volgien inférieur ne peut être considérée comme l'unique fait de ce genre. Des corps analogues, se rattachant probablement aux vers du même groupe, se présentent dans la masse gélatineuse de couleur orange d'un autre sapropélite fossile, notamment dans le schiste bitumineux des dépôts à charbon de Tcheremkhovo qui, tout récemment, ont été soumis à notre étude par Gemtchoujnikov; ce dernier l'a désigné sur l'étiquette par le nom de la « peau du diable ». Nous disposons de trois préparations de ce combustible, dont l'aspect général en coupe horizontale et en coupe verticale est représenté sur la planche VI, fig. 1 et 2. Sur la coupe horizontale, comme sur la coupe verticale de combustible dans sa gelée rougeâtre surchargée, par endroits, d'enclaves noirâtres (c'est, sans doute, du sulfure de fer), apparaissent des amas blanchâtres ou jaunâtres, différents de forme, prenant souvent l'apparence de corps vermiformes, dont la fine articulation est bien distincte. Tel est le ver tordu, représenté sur notre planche IV, fig. 6; les fig. 4 et 5, planche IV, et la fig. 2 de la planche VI fournissent d'autres exemplaires de corps vermiformes analogues plus arrangés. Sur deux

d'entre eux, quelques métamères de vers ressortent avec un relief étonnant, donnant au corps vermiforme comme une articulation toute différente de l'annelure ordinaire pourtant bien visible sur le même corps. Sans aucun doute, ces dissepiments, seulement visibles sur certains métamères de vers, ne sont apparents que grâce à leur état de conservation tout exceptionnelle.

Il résulte clairement de ce que nous venons d'énoncer que si 159 préparations microscopiques du schiste bitumineux volgien inférieur ont pu nous fournir certaines indications sur la faune et la flore enrobées dans ce combustible, une étude plus détaillée et plus prolongée de ce même combustible permettrait, comme nous l'espérons, d'approfondir considérablement nos connaissances en cette matière et d'intéresser aux sapropélites fossiles non seulement des géologues, mais des biologistes aussi. La trouvaille des corps vermiformes dans le schiste bitumineux de Tcheremkhovo (Sibérie) ne fait que confirmer notre prévision.

Pour achever de caractériser le schiste bitumineux volgien inférieur, il faut indiquer une particularité signalée sur bien des coquilles de Foraminifères. Les cavités de bien d'entre elles se sont trouvées remplies d'un contenu noir, tantôt entièrement, tantôt partiellement; celui-ci se présente dans ce dernier cas sous forme de bulles séparées comme on le voit sur la planche III, fig. 2, 3, 7 et 9. Quelle est cette matière noire remplissant les cavités des coquilles? Il ne nous paraît pas possible de nous prononcer avec certitude là-dessus, n'ayant pas eu recours à une analyse chimique immédiate; mais il est permis de supposer que c'est du bitume formé *in situ*. Dans l'antiquité, on désignait sous le nom de bitume le naphte et l'asphalte. Nous réservons ce nom maintenant à une matière contenant des hydrocarbures riches en azote et en oxygène; on y décèle facilement ces hydrocarbures par simple distillation. Comme l'a démontré H. Potonié, les bitumes sont des dérivés d'une substance organique ayant subi

la décomposition sous l'eau. Bien des plantes telles que les algues élaborant des huiles, les portions des plantes contenant de la résine, du mucilage et de la cire, les animaux tout particulièrement sont aptes à fournir après leur décomposition un produit riche en hydrogène s'approchant de la catégorie des bitumes. Plus le bitume est riche en hydrogène, plus il est mou ou liquide. Prenant en considération que les coquilles des Foraminifères sont tantôt entièrement remplies d'un contenu noir, tantôt formant des amas sphériques pareils à des gouttes, on peut considérer cette matière comme du bitume provenant de la putréfaction sous l'eau (bituminification) du contenu plasmatique de l'animal qui aurait habité la dite coquille et qui aurait pourri sur place. Ceci est le résultat de la chute de la coquille au fond du bassin où elle fut rapidement recouverte d'une couche gélatineuse qui aurait empêché le départ des produits de corruption, départ inévitable, si la coquille était restée longtemps à découvert et si le processus de décomposition avait eu à subir l'action de l'air plus prolongée. La coloration noire de bitume a pu provenir du sulfure de fer qui s'était formé dans les coquilles par transformation chimique du protoplasme animal contenant du fer. Il se forme, comme on le sait, sous l'action des sulfures de métaux alcalins sur les sels oxydulés du fer. Cela étant, la forme sphérique du contenu noir des coquilles (Pl. III, fig. 9) peut être expliquée par l'incorporation du sulfure de fer autour de centres organiques.

Il résulte des caractères mêmes du schiste bitumineux volgien inférieur qu'il se présente comme le produit de la décomposition sous l'eau des débris organiques et rappelle de près par sa formation le sapropèle actuel. Ainsi, convient-il de le désigner sous le nom de schiste bitumineux, tout autant que de l'appeler combustible en invoquant sa propriété de s'enflammer ; mais son nom vraiment scientifique, conforme à la classification des caustobiolithes du professeur H. Potonié devrait être celui de *sapro-*

colle, sous lequel on désigne le sapropèle durci, c'est-à-dire une masse gélatineuse dense. Potonié applique surtout ce nom aux sapropélites contemporains et à ceux de la période quaternaire; pour celles de la période tertiaire, il se sert du nom de saprodile. Il a proposé de comprendre sous le nom de *sapanthracones* les saprocolles de provenance plus ancienne. Dans notre ouvrage sur le Kuckersite (1), nous avons compris sous le terme de saprocolle tous les sapropélites durcis sans prendre en considération leur âge, seulement formés en dehors de la gelée humique qui s'est produite lors de la formation des bogheads, du torbanite et d'autres combustibles analogues que Potonié rattache aux sapanthracones, c'est-à-dire aux charbons sapropéliens.

Le mélange d'une certaine quantité de fusain provenant des plantes supérieures desséchées, contenu dans la masse gélatineuse du schiste bitumineux volgien inférieur et apporté du dehors, prouve clairement que l'eau du bassin récevait de la tourbe délavée dont les restes ne sont rien autre que le fusain en question, et s'enrichissait de substances humiques venues du dehors; ces substances s'en détachaient de temps en temps sous la forme de gelée qui pouvait consolider les débris organiques du bassin devenus muqueux, ce qui hâtait la transformation en gelée des masses organiques formées au fond. De sorte qu'il est possible de qualifier le saprocolle volgien inférieur de *dapplérite*, car H. Potonié applique ce terme au sapropèle ou saprocolle copieusement additionné d'acides humiques, ainsi que de tourbe délavée et débourrée. Sous le nom de tourbe délavée, il faut comprendre la tourbe formée dans de l'eau avec des fragments délavés des plantes aquatiques et mraécageuses et sous le nom de la tourbe débourrée, la tourbe apporté de ses gisements sur les rives du

(1) M. D. ZALESSKY. — Sur le sapropélite marin d'âge silurien formé d'une algue Cyanophycée. *Annuaire de la Société paléontologique de Russie*, vol. I, 1916, p. 25-42, 1917.

bassin où le sapropèle s'était formé. Mais comme H. Potonié ne se sert de ce terme que pour désigner le saprocolle et le sapropèle où le mélange de l'humus venu du dehors est copieux, nous n'insisterons pas sur le caractère d'appléritique du saprocolle volgien inférieur, car la proportion de tourbe ainsi que d'acides humiques n'y est guère considérable. Mais comme le nom de saprocolle, d'après ce que nous proposons, doit s'étendre à tous les sapropélites d'origine ancienne, à condition que les acides humiques en soient absents, il semblerait que ce terme ne fût guère applicable au schiste bitumineux volgien inférieur. Or, en étudiant ce dernier, nous avons acquis la conviction de la présence dans sa composition de deux gelées, dont l'une provient des corps contenus dans le bassin et devenus muqueux et l'autre coagulée de l'eau qui avait contenu des substances humiques apportées du dehors. Mais la proportion de ces dernières n'est pas suffisante pour être aperçue à l'œil sous la forme des filements noirs faisant partie de la masse, comme cela se voit dans les bogheads, c'est pourquoi nous croyons entièrement possible d'appliquer ce terme au schiste bitumineux du Volgien inférieur. C'est d'autant plus fondé que chacun des sapropèles n'étant même pas chargé d'humates venus du dehors, contient à côté de la gelée formée par la décomposition des corps devenus muqueux, une certaine quantité de gelée tombée de la solution. Il se peut que l'eau de tout bassin, conformément au processus de la décomposition qui s'y produit et aux sels qui y affluent, modifie alternativement sa basicité ou son acidité dans certaines limites insignifiantes, c'est pourquoi elle est à même de dissoudre les substances humiques renfermées dans les corps organiques qui s'y décomposent, et de les déposer plus tard de nouveau sous la forme de coagulum, se conformant toujours au changement des conditions. C'est ainsi qu'il faut, sans aucun doute, expliquer la densité du sapropèle parfait, malgré qu'il soit formé de flocons organiques séparés. La masse même de

ces flocons contient, pour ainsi dire, la colle qui, de temps à autre, se dissout dans l'eau et récolle les flocons en une gelée uniforme.

III. — LE CARACTÈRE DU BASSIN OU LE SAPROCOLLE VOLGIEN INFÉRIEUR S'EST DÉPOSÉ.

Il nous reste maintenant à dire quelques mots du bassin où le saprocolle volgien inférieur a été déposé et rechercher si le bassin renfermait de l'eau douce ou bien de l'eau salée. Toute l'épaisseur des sédiments renfermant le schiste bitumineux volgien inférieur appartient à la zone de l'étage volgien inférieur du système jurassique caractérisée par les ammonites: *Perisphinctes Panderi* et *Virgalites Scythicus*, y compris les parties supérieures de cette zone.

L'étude des variations de facies des sédiments de cette zone entreprise par A. N. Rosanov, permet de reconstituer approximativement les limites de la mer au début du Volgien inférieur, sur l'étendue de la Russie d'Europe. La mer occupait alors un assez vaste espace au sud-est de ce pays d'où par le bassin de Volga inférieur actuel, elle franchissait les limites de la Russie centrale, notamment la région de Viatka-Kostroma et plus loin au Nord, par delà le bassin de Mézen et de Spétchora se réunissant directement à l'Océan glacial. La région de la Russie centrale occupée par la mer du Volgien inférieur, tranchait à l'ouest par le détroit, au bassin de la Pologne et à celui de l'Allemagne du nord. Les sédiments correspondant à la partie inférieure de la zone à *Perisphinctes Panderi* étaient gris foncé ou bien simplement gris et parfois avec des veines calcareuses-marneuses. Ce qui caractérise la période où le dépôt de la partie supérieure de la zone à *Perisphinctes Panderi* s'est formé dans ce bassin, c'est une large distribution des schistes bitumineux alternant avec de l'argile gris foncé. Ces dépôts occupent un vaste espace dans les régions Syzrano-Simbirsk (Volgien infé-

rieur de la Russie centrale) jusqu'aux confins de Kostroma et de Vladimir et du gouvernement de Vologda. De sorte que là, où avait auparavant régné une mer plus profonde et où s'étaient formés des dépôts d'argile et de marne, le régime des eaux moins profondes s'est établi et les conditions de la complète séparation de la mer de la Russie centrale, du Volgien inférieur, d'avec la mer polaire, ainsi que des bassins polonais et germaniques, commencent à s'élaborer. Cette période est à peine établie, que le temps des dépôts de la zone à *Virgatites virgatus* commence.

Le saprocolle volgien inférieur apparaît de la sorte comme un des représentants de facies sapropélien d'une vaste étendue, et peut fournir la matière nécessaire à l'appréciation du caractère de ce bassin. La présence dans la gelée fondamentale du saprocolle, de Foraminifères aux coquilles perforées, qui ne diffèrent en rien des représentants habituels de la mer, ainsi que la présence dans la gelée de la faune marine, avec *Ammonites*, démontre clairement que ce saprocolle fut déposé dans l'eau de mer, mais indubitablement à des profondeurs où des amas de tourbe pouvaient parvenir des rives avoisinantes ; ces amas étaient formés par des plantes supérieures qui, habituellement morcelées (à l'état de fusain), se trouvent dans toutes les préparations du saprocolle volgien inférieur. Apparemment, l'eau en ces régions était peu profonde ; le fait d'avoir trouvé dans certains échantillons du saprocolle volgien inférieur un Foraminifère à coquille chitineuse le démontre suffisamment : ces formes chitineuses ne se trouvent, autant que nous sachions, que dans des eaux douces ou bien dans des bassins d'eau saumâtre. Mais la chose la plus importante à signaler c'est que la masse fondamentale de saprocolle ne peut se former que là, où le calme est l'état habituel des eaux, ce qui rend possible l'amoncellement des débris organiques aboutissant à leur bituminification, c'est-à-dire leur décomposition en milieu pauvre en oxygène ; il n'est pas facile

d'admettre ces conditions en pleine mer où l'agitation aurait toujours suturé l'eau d'oxygène et où elle aurait entravé le processus de la bituminification.

H. Potonié, somme toute, conclut dans ce sens, car il écrit : « Ce n'est pas seulement le fond des basses eaux, mais aussi le fond même de la pleine mer où l'on ne rencontre point les conditions favorables à la formation de véritables sapropélites. Or, c'est facile à comprendre, car la mer y était en mouvement perpétuel, il existe un courant continu, bien que très faible à une grande profondeur, faisant parvenir sans discontinuer de l'oxygène à ces très grandes profondeurs. La stratification régulière du saprocolle volgien inférieur prouve également d'une manière incontestable le calme et la stabilité du régime établi, lors du tassement de la gelée organique, car l'épaisseur de chacune des couches étudiées n'est déjà pas si insignifiante. Il en résulte, à tout prendre, la nécessité d'admettre la formation du saprocolle volgien inférieur dans des régions de la mer proches des rivages et séparées de la haute mer par des langues de terre ou part des barrières de terre ferme, c'est-à-dire réunies à la mer par des bras d'une étroitesse excessive ou bien par des détroits où l'agitation de la mer ne parvenait que fort affaiblie, et où régnait le calme des bassins à eaux stagnantes ou même dormantes, si favorable à la formation de sapropèle, mais où l'eau marine et sa faune avait pourtant un accès facile. Dans ces golfes ou dans ces lagunes maritimes, les conditions étaient les plus favorables au développement splendide de la vie animale, ainsi qu'à celui de la vie végétale, surtout sous la forme de plancton; cela nous est démontré par le Kurisches Haff, situé à l'extrémité sud de la mer Baltique; cet endroit a été étudié par H. Potonié. Nous sommes enclin à croire que la masse fondamentale de la gelée du saprocolle volgien inférieur est formée par des algues quelconques et en plus faible proportion par des animaux, ces derniers laissent, somme toute, moins de débris reconnaissables que les algues; ce

qui concorde avec la quantité insignifiante de coprolithes contenus, comme il a été vu, par le saprocolle volgien inférieur. Nous sommes d'avis que les algues faisant partie de la gelée, sont plutôt du groupe des Cyanophycées, que de celui des algues vertes. Cette supposition est appuyée par certaines indications qui nous ont été fournies par nos études du sapropèle du lac Beloë du gouvernement de Tver où le tassement de cette substance au fond du lac atteint jusqu'à neuf mètres d'épaisseur. La masse fondamentale de ce sapropèle, pareille à une gelée au bien à une bouillie, est formée par des algues bleues (Cyanophycées).

L'étude des échantillons du sapropèle, pris dans ce lac, à la profondeur de 4 à 5 mètres au-dessus de la superficie du fond, a démontré qu'à ces profondeurs les algues bleues du sapropèle, resté pourtant mou, bien qu'assez tassé dans sa grande partie, sont tellement décomposées qu'il n'en reste qu'un résidu muqueux, tandis que les cellules de *Pediastrum*, *Scenedesmus* et quelques autres des algues vertes sont suffisamment bien conservées pour être reconnues, c'est pourquoi il n'y a pas à s'étonner de ce que la gelée du saprocolle volgien inférieur ne donne aucune indication sur la composition de la matière initiale de sa masse fondamentale, tandis qu'il nous a été donné d'y découvrir à deux reprises l'algue verte de plancton du genre *Pediastrum* (*Pediastrites Kidstoni* Zalessky).

La trouvaille de ce genre habituel aux eaux stagnantes des bassins d'eau douce, démontre incontestablement que le saprocolle volgien inférieur a pu se former dans une région contiguë au bord de la mer où l'eau salée d'une lagune ou d'un golfe est fortement dessalée par l'eau des fleuves qui y affluent. La présence dans certains cas des membranes, des spores, des cryptogames vasculaires confirme, à mon avis, une fois de plus, la proximité exceptionnelle des côtes. La justesse de cette observation est confirmée par la trouvaille faite dans le toit de la quatrième couche exploitable du saprocolle volgien inférieur.

du stipe pétrifié d'une fougère ancienne de la famille des Cyatheacées que nous avons décrite dans un ouvrage spécial sous le nom de *Prolopteris Sewardi* n. sp. ; cette fougère avait été, sûrement, apportée dans la roche du toit de la couche par un cours d'eau ou bien par une rivière d'un rivage sis à proximité.

Mais pour se faire une idée exacte des conditions où le saprocolle volgien inférieur s'était formé, il nous convient de signaler une circonstance importante, que nous avons semblé ignorer dans nos considérations préalables. Nous partions de ce que toute la matière organique qui avait servi de base à la formation du saprocolle volgien inférieur avait été ensevelie dans le bassin même ou les organismes, ayant fourni cette matière, avaient vécu, c'est-à-dire que nous nous sommes tracé le tableau de la formation autochtone des sédiments. Cette autochtonie, ayant eu lieu dans l'eau, contrairement à l'autochtonie de la terre ferme, pourrait bien être appelée autochtonie aquatique, en prenant à ce terme son acception générale, c'est-à-dire en prenant en considération que, dans les limites du bassin, où se produit la formation du sapropèle ou celle du saprocolle, les grandes agitations produites par le vent troublent les masses sapropéliennes déposées à une profondeur moins considérable et les déposent ailleurs dans ce même bassin ; c'est pourquoi l'autochtonie stricte n'y est pas possible. Aux masses entièrement autochtones doivent être mêlés des éléments allochtones. Ces éléments de matière allochtone comparés à ceux de la matière autochtone sont insignifiants dans divers bassins d'eau douce où se trouvent réunies les conditions nécessaires à la formation du sapropèle. Mais dans les régions de la mer, où se rencontrent également les conditions requises à sa formation, à la matière autochtone se mêlera à n'importe quel endroit à un degré plus ou moins considérable, la matière allochtone ; d'ailleurs, cette dernière peut l'emporter dans certaines parties du bassin, car les régions maritimes sont plus souvent exposées aux agitations et,

par surcroît, aux agitations violentes; cette circonstance doit être prise en considération pour apprécier la composition des organismes du saprocolle volgien inférieur.

Cela dit, il ne convient pas de s'étonner de ce que les organismes maritimes se soient accumulés dans des conditions propres aux eaux stagnantes, où il est peu vraisemblable de voir un milieu particulièrement favorable à la vie des organismes maritimes; en effet, pour chaque endroit particulier où le saprocolle s'est formé, il nous manque des données objectives pour apprécier en quelle proportion sa matière initiale où la faune maritime est surtout abondante a été déposée sur place même (in situ), et dans quelle proportion cette dernière a été le plus copieusement apportée d'ailleurs, des régions de la mer les plus proches des rivages. Le courant de fond qui va des rives à la mer a dû prendre une part active à cet apport; ce courant se produit à la suite d'une élévation du niveau de mer près des rives, résultant des effets de la brise soufflant du large. Le courant superficiel pousse vers le bord tout ce qui nage: que ce soit d'une manière active ou bien passivement; tandis que le courant de fond, au contraire, entraîne tout ce qui est mobile du bord au large. En vertu de quoi le sapropèle déposé près des rives peut s'en trouver fort éloigné dans des endroits plus profonds de la mer, comme cela avait été établi par H. Potonié (sur les données fournies par Krummel) dans la mer Baltique où les cavités du fond sont comblées par une matière organique apportée par ce moyen. On n'a toutefois pas établi que cette vase organique soit analogue à celle que nous comprenons sous le nom de sapropèle.

IV. -- DESCRIPTION DES ORGANISMES OBSERVÉS DANS LE SAPROCOLLE VOLGIEN INFÉRIEUR.

Dans les descriptions ci-dessous, les organismes trouvés dans le saprocolle volgien inférieur sont désignés les uns par leurs anciens noms génériques, les autres par des noms nouveaux. Quant aux Foraminifères, nous ne dis-

posons pas pour décrire la forme de ces coquilles de données suffisantes, n'ayant eu que des sections faites au hasard; c'est pourquoi leur détermination générique, engendrant toujours des doutes, paraît très difficile. Dans les cas où il n'y pas eu moyen de rapprocher telle ou telle autre forme, d'un genre connu, force nous a été de la désigner par un nouveau nom générique. Il va de soi que ces noms ne peuvent être considérés que comme provisoires; plus tard, ils seront confirmés ou bien abolis par celui qui, malgré l'aridité des recherches, voudrait entreprendre et réaliser la description paléontologique des Foraminifères, contenus dans notre combustible fossile, qui nous paraît digne d'intéresser un paléontologiste. Cela ne deviendra possible qu'à un investigateur muni d'un ample matériel d'étude et ayant à sa portée des préparations orientées, en quantité suffisante.

THALAMOPHORAE ou FORAMINIFERAE

Perforata

Monothalamia

Calatharia perforata n. g. et sp.

Pl. III, fig. 8.

Nous appliquons ce nom à une coquille calcaire n'ayant apparemment qu'une loge à paroi perforée donnant une section de contour ovale, (le grand diamètre: 0,1 mm. et le petit: 0,062 mm.) et ayant probablement la forme d'un petit sac ou bien d'un cornet.

Gisement: Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche II.

Orbulina vesca n. sp.

Pl. III, fig. 4, et Pl. V, fig. 6.

A ce genre, sous un nom nouveau, nous rattachons une coquille calcaire, dont la coupe a le contour d'un cercle ou d'un ovale de 0,1 mm. à 0,028 mm. au diamètre; cette coquille est sphérique ou bien lenticulaire à paroi perforée, se rapprochant, ainsi que les formes mentionnées ci-dessous, des *Orbulina universa* d'Orbigny.

Gisement: Mine de Kachpoursk, galerie 4, couche IV,

***Orbulina crustosa* n. sp.**

Pl. V, fig. 12.

A ce genre, sous un nouveau nom spécifique, nous rattachons une coquille calcaire sphérique représentée sur la Pl. V, fig. 12; c'est une coquille à paroi épaisse percée de canaux, son diamètre est de 0,036 mm. Le dessin fait voir la coupe de la coquille et, tournée vers l'observateur, sa paroi sphérique distale vue du dedans.

Gisement: Mine d'Oundorsk, entrée de la galerie 1, couche II.

***Orbulina echinata* n. sp.**

Pl. V, fig. 16.

Les coquilles des Foraminifères du genre *Orbulina*, comme celles du genre *Globigerina*, sont habituellement hérissées d'épines drues et menues très friables. Le Foraminifère représenté par la fig. 16, pl. V, est classé par nous dans le genre *Orbulina*, bien que les épines couvrant leur surface soient relativement peu friables et assez clairsemées. Le diamètre de la coquille est de 0,19 mm.; ses parois sont percées de pores.

Gisement: Mine d'Oundorsk, estuaire de la galerie 1, couche IV.

***Orbulina punctata* n. sp.**

Pl. V, fig. 14 et 15.

Nous réunissons sous ce nom des coquilles calcaires sphériques du type *Orbulina* à grosses pores clairsemées. La fig. 14 représente la coupe de la coquille et la fig. 15 en fait voir la surface. Sa grosseur est de 0,04-0,056 mm. au diamètre.

Gisement: Mine de Kachpoursk, travaux à ciel ouvert, couche II; galerie 6, couche II.

***Orbulina* sp.**

C'est à ce genre qu'il faut rattacher le Foraminifère à

coquille sphérique calcaire de 0,058 mm. au diamètre; la paroi de la coquille est assez épaisse et on y découvre des canaux clairsemés. Il est possible que cet exemplaire ne soit que la coquille d'*Orbulina vesca* en mauvais état de conservation.

Gisement: Mine de Kachpoursk, travaux à ciel ouvert, couche II.

Molnaria spinulata n. g. et sp.

Pl. III, fig. 2, et Pl. V, fig. 13.

Coquille calcaire à section ellipsoïdale, à grand diamètre de 0,08 mm.; sa surface est munie d'épines hautes de 0,015 mm. La paroi de la coquille est percée de canaux. Le type provient de la mine de Kachpoursk. A ce même genre, nous rattachons la coquille représentée sur la pl. V, fig. 13, dont la section au petit diamètre, est de 0,09 mm. et au grand diamètre de 0,15 mm. Ce genre est dédié à la mémoire de mon ami, M. Molnar.

Gisement: Mine de Kapoursk, galerie 2, couche I, et mine d'Oundorsk, entrée de la galerie 1, couche II.

Ammodiscus Rosanovi n. sp.

Pl. IV, fig. 7.

C'est ainsi que nous désignons une coquille plate sablonneuse, dont la section horizontale de 0,12 mm. en diamètre est représentée dans la pl. IV, fig. 7. Nous avons là un tube véritablement ouvert à un de ses bouts, entortillé en spirale plate et régulière, dépourvue de subdivisions en loges. Les parois sont dépourvues de pores. Le spécimen jurassique rappelle de très près *Ammodiscus incertus* d'Orbigny sp. existant de nos jours et se propageant à la profondeur 3125 fathoms (1) et découvert à l'état fossile de la période carbonifère.

Nous désignons la coquille en question par un nom nouveau vu l'insuffisance de données pour établir l'identité réelle de notre forme avec l'espèce vivante.

Gisement: Mine d'Oundorsk, galerie 7, couche IV.

(1) Le fathom anglais = 6 pieds.

Polythalamia

Lepista ornata n. g. et sp.

Figure 1 du texte.

Par ce nom, nous désignons la coquille calcaire dont la section est représentée par la fig. 1 du texte. Cette coquille fait apparemment partie des formes tordues en spirale; l'exemplaire en question se compose des deux loges. Loge fondamentale (initiale) à surface lisse, à section ovale et basse; loge finale, jointe à la première, grande et haute, couverte de petites exeroissances ou plutôt d'épines. La section de la coquille à 0,22 mm. de long et près de 0,12 mm. de large.

Gisement: Mine d'Oundorsk, entrée de la galerie 1, couche II, partie inférieure.



FIG. 1. — *Lepista ornata*, n g et sp.

Mine d'Oundorsk. Galerie 1, couche II (partie inférieure)

Grossissement : 110

Cristellaria gracilis n. sp.

Pl. V, fig. 9.

Apparemment, c'est à ce genre que se rattache la coquille, dont la section est donnée par la fig. 9, Pl. V. La coquille du genre *Cristellaria* est circulaire, plate, bombée des deux côtés, composée des deux tours s'engainant tant bien que mal, à épaisissements calleux sur leur bord inférieur, qui prennent l'apparence d'un disque, sous lesquels se trouve une cavité ou plutôt un ombilic (sur les surfaces latérales de la coquille). La section a probablement passé excentriquement en travers de la coquille. La

section a 0,32 mm. de long ; sa partie la plus large atteint 0,12 mm.

Gisement: Mine d'Oundorsk, galerie 1, couche I.

***Pulvinulina volgensis* n. sp.**

Pl. V, fig. 17.

A ce genre nous rattachons la coquille, dont la section longitudinale est représentée sur la Pl. V, fig. 17. La section fait voir cinq loges placées en rang entortillé. La section a 0,27 mm. de long, ses loges centrales sont larges de 0,13 mm. La paroi calcaire de la coquille est percée de canaux.

Gisement: Mine d'Oundorsk, bremsberg, couche IV.

***Operculina bella* n. sp.**

Pl. V, fig. 8, et, probablement, fig. 10.

Par ce nom, nous désignons la coquille, dont la section est représentée par la pl. V, fig. 8. A cette même forme, se rattache apparemment la section de la coquille dans le stade initial de son développement, représentée par la fig. 10, pl. V. La coquille du genre *Operculina*, calcaire et plate, est composée de plusieurs tours augmentant rapidement, visibles au dehors, dont le dernier est tout en hauteur. Ce qui caractérise la coquille c'est une baguette dorsale, formation calcaire continue, munie d'un système de canaux ramifiés; cette baguette est placée sur le côté dorsal des tours de l'enroulement de la coquille. Bien que nos coquilles ne fassent pas voir de baguette dorsale, tous les autres caractères de leurs sections plaident en faveur de leur adjonction à ce genre. Sur la section fig. 8, pl. V, quatre loges peu considérables se font voir ainsi que trois assez grosses périphériques. La section de la coquille a près de 0,7 mm. de long; la largeur de la partie médiane de la section atteint 0,12 mm.; près du tour final, la largeur en est de 0,18 mm. sur la figure 10, pl. V, la section de la coquille fait voir trois loges peu considérables, ainsi qu'une plus grosse placée au bout. La section de la coquille a 0,245 mm. de long et sa largeur à partir de la

première loge est de 0,09 mm., celle près de la dernière est de 0,109 mm.

Gisement: La grosse coquille vient de la couche III, métairie Koumrassin, Grande Syrte; la petite coquille de la couche I, galerie 7, mine d'Oundorsk.

***Cerataria pulchella* n. g. et sp.**

Pl. V, fig. 11.

Sous cette dénomination, nous distinguons la coquille calcaire, dont la section est représentée sur la Pl. V, fig. 11. Il résulte de ce que les quatre loges sont placées sur le même rang et au même niveau que cette coquille a l'apparence d'un disque plat, ayant ses loges disposées en spirale. La section a apparemment passé excentriquement au disque, le long de la tangente de l'une des loges engainantes; les loges centrales ne sont pas visibles. La coquille a une paroi épaisse, d'épaisseur inégale, elle est munie en guise de squelette supplémentaire d'excroissances en forme de cornes tournées au dehors et même, par places, vers les cavités de loges. L'épaisseur des parois est percée de canaux. La section de la coquille a 0,8 mm. de long et près de 0,118 mm. de large.

Gisement: Mine d'Oundorsk, galerie 3, couche III.

***Epistominites formosulus* n. g. et sp.**

Pl. III, fig. 7.

Cette coquille calcaire orbiculaire de 0,47 mm. de diamètre, à loges multiples, les a disposées en spirale de façon que les petites loges initiales sont engainées par les loges extérieures de dimension plus importantes et rappelant les loges du genre *Epistomina*.

Gisement: Mine de Kachpoursk, galerie 7, couche I.

***Cochlidion Alexandrae* n. g. et sp.**

Pl. II, fig. 6 et 6 A.

Cette coquille calcaire a l'aspect d'une fève courte, dont la grosseur a 0,34 mm. de long et 0,15 mm. de large; elle fait voir cinq cloisons minces, arquées qui la divisent en

six loges placées conformément à sa structure. Les parois de la coquille sont percées de canaux, dont les sorties formant des pores se font voir à la surface.

Gisement: Métairie Tiapkine, gisement Serguievskoë, Grande Syrte, partie supérieure de la couche II.

Cochlea Vsevolodi n. g. et sp.

Pl. II, fig. 5.

Le contour de cette coquille calcaire se rapprochant du contour sphérique a 0,16 mm. de long et 0,11 mm. de large, elle tourne en spirale, probablement en spirale plate, en vis; elle se compose de cinq loges séparées par d'épaisses cloisons; avec cela ces cloisons font saillie à la surface en forme de ceintures. Toute la surface de la coquille est percée de pores. La disposition de ses cloisons rappelle celle du genre *Endothyra*.

Gisement: Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche I.

Cochlea saprocolli n. g. et sp.

Pl. II, fig. 13.

La coquille calcaire à contour arrondi, ayant 0,24 mm. de long et 0,15 mm. de large, tournée en spirale. La section fait voir six loges dont les initiales ont un contour arrondi. Les parois présentées par la section n'ont pas de canaux apparents, bien qu'ils existent immanquablement.

Gisement: Métairie Tiapkine, gisement Serguievskoë, la partie inférieure de la couche II, Grande Syrte.

Cochlea sp.

Pl. III, fig. 3 et 9.

À ce genre provisoire nous rattachons deux coquilles calcaires, supposant qu'elles appartiennent aux formes tournées en spirale. L'une d'elles à section de forme ovale (grand diamètre de 0,128 mm. et petit diamètre de 0,074 mm.) fait voir deux loges; la section d'une de ces loges paraît ronde. La paroi épaisse de la coquille est percée de canaux.

Gisement: Mine de Kachpoursk, galerie 2, couche I.

La seconde coquille a une forme ovoïde, irrégulière, a 0,35 mm. au grand diamètre, et 0,2 mm. au plus petit diamètre. On en voit deux loges séparées par d'épaisses cloisons (épaisseur de 0,026 mm.); les parois des loges sont percées de canaux; il y en a aussi dans les parois extérieures de la coquille.

Gisement: Mine de Kachpoursk, galerie 7, couche I.

Pectinaria costata n. g. et sp.

Pl. III, fig. 11.

C'est une coquille calcaire dont la coupe montre deux loges. La section a la forme du chiffre huit (8) haut de 0,09 mm. et large de 0,06 mm. La forme de la coquille n'est pas établie. A sa surface, les côtes longitudinales saillant fortement, sont séparées les unes des autres par des enfoncements larges et profonds (des sillons).

Gisement: Mine de Kachpoursk, galerie 2, couche I.

Nodosaria refensoria n. sp.

Pl. V, fig. 4.

Une coquille cylindrique, à loges multiples, à contractures aux endroits de la surface correspondant aux cloisons des loges. Les loges sont sphériques ou à moitié sphériques, dont celle qui occupe le centre de la rangée, est petite et hémisphérique. La loge finale est sphérique, un orifice frangé en occupe la cime. La section fait voir cinq loges dont les deux initiales et les deux finales ont des dimensions pareilles; celle qui occupe le milieu de la section est de beaucoup plus petite que les premières. La coquille a 0,63 mm. de long et 0,2 mm. de large; ses contractures ont 0,13 mm. de large. La largeur de sa partie centrale contractée est de 0,08 mm. La paroi ou la membrane de la coquille est percée de canaux.

Gisement: Mine d'Oundorsk, galerie 7, couche IV.

Textularia undorskensis n. sp.

Pl. V, fig. 5.

Apparemment, la coquille dont la section est reproduite

par la fig. 5, pl. V, appartient à ce genre. La section a passé le long d'un des côtés de la coquille distique *Textularia*, composée de cinq loges s'agrandissant graduellement. La section de la rangée des loges a 0,27 mm. de longueur.

Gisement: Mine d'Oundorsk, galerie 3, couche IV.

Imperforata

***Volutaria Potuniéi* n. g. et sp.**

Pl. II, fig. 2, 3 et 4.

C'est une coquille discoïde, à loges multiples ayant de 0,048 mm. à 0,078 mm. au diamètre. Les loges sont disposées en spirale autour de la loge centrale et vont, augmentant de volume, du centre au périphérie, rappelant par là le genre *Epistomina*. Les parois de la coquille et celles de ses loges, en matière chitineuse, de couleur jaune, sont tantôt égales, tantôt inégales d'épaisseur. Les loges, apparemment, communiquent par des ouvertures peu nombreuses, bien que cette communication n'ait pas été vue sur nos sections. Les parois de la coquille sont dépourvues de canaux. De nos jours, autant que nous le sachions, il n'existe que des Foraminifères à loge unique parmi les types à coquille chitineuse, c'est pourquoi la trouvaille à l'état fossile d'un Foraminifère à loges multiples, présente un intérêt notable.

L'espèce est dédiée à la mémoire de notre illustre confrère H. Potonié, grand classificateur et observateur des kaustobiolithes.

Gisement: Ravin Rodniki, Serguievna, partie inférieure de la couche II, Grande Syrte.

Outre les Foraminifères cités ci-dessus, dont le genre a été reconnu ainsi que le genre de celles qui ont été désignées par de nouvelles dénominations provisoires (jusqu'au jour où de nouvelles recherches auront fourni des données nécessaires pour se prononcer sur la construction

des coquilles comprises sous ces derniers noms), il convient de signaler, sans le classer, encore un Foraminifère représenté sur la Pl. V, fig. 7. Ce n'est qu'une petite esquille de coquille d'un Foraminifère, dont la surface est munie d'une rangée de côtes qui vont en alternant; l'espace entre les côtes est couvert d'un pointillé, indiquant l'existence des pores dans la paroi (membrane) calcaire de la coquille. Le dessin fait voir un agrandissement (110 fois) de la dite esquille de la coquille mesurant 0,5 mm. de long. Mais dans la gelée foncée du schiste bitumineux, on peut observer en d'autres endroits, les côtes de la coquille toutes pareilles. C'est pourquoi il est permis de supposer que nous ayons ici affaire au fragment d'une coquille assez volumineuse.

Gisement: Métairie Makarov, gisement Serguievskoë, couche I.

VERMES

Annelides

Chaetopoda

Oligochaeta

Apparemment, c'est à ce groupe des vers qu'il convient de rattacher les structures vermiformes, représentés sur la Pl. II, fig. 7, 10 et 12. Le premier débris n'est qu'une partie de l'organisme et ne contient que 7 articles, il est gros de 0,012 mm.; avec cela à une de ses extrémités, à celle qui apparemment se trouve être la queue naturelle de l'animalcule, ces articles se rétrécissent petit à petit.

Le second corps vermiforme se dessine dans la gelée comme étant plié; avec cela le bout qui est au premier plan se trouve être bien plus gros que le bout distal. Les anneaux n'apparaissent clairement que sur le bout distal, dont la reproduction est exacte. Sur le bout proximal, on ne peut que les soupçonner, et là leur relief est, jusqu'à un certain point, exagérée par le dessin dans l'intérêt de la reproduction. La grosseur de la partie distale est de 0,005 mm. et celle du bout proximal, dans sa partie

la plus large, est de 0,013 mm. Le troisième fragment vermiforme, représenté sur la Pl. II, fig. 12 n'est apparemment qu'un débris d'organisme, dont la grosseur est de 0,006 mm., il possède 11 articles, avec cela celui des articles, qui est au bout à droite, paraît déchiqueté. Les articles sont enflés. Nous nous gardons bien de dénommer ces fragments vermiformes, car nous les considérons comme étant trop peu complets, et par conséquent fournissant trop peu d'indices pour être rattachés à un genre quelconque. De plus, leur position systématique n'est établie qu'approximativement.

PLANTES

Chlorophyceae

Pediastrites Kidstoni n. g. et sp.

Pl. V, fig. 1 et 2.

Coenobium à grandes ouvertures ovales, long de 0,031 mm.-0,04 mm. et large à 0,025 mm. Les cellules centrales larges de 0,011 mm. ont ordinairement trois brides au moyen desquelles elles se joignent aux cellules voisins. Apparemment, les cellules placées au bout diffèrent peu de celles qui occupent le centre (voir Pl. V, fig. 1 en bas). L'algue rappelle de très près *Pediastrum clathratum* (Schroeter) Lemm. de nos jours, outre les cellules du bord du Coenobium, lesquelles sont toutes autres chez *P. clathratum*; cette dernière séjourne dans des eaux stagnantes. Vu cette ressemblance, nous établissons pour l'algue fossile le genre *Pediastrites*. Nous n'avons pas pris sur nous de classer le reste dans le genre *Pediastrum*, rien que par précaution, ce débris n'étant toujours que fragmentaire. Au début, il nous a été donné de découvrir le débris représenté par la fig. 2, ensuite celui qui est reproduit par la fig. 1. Dans ce dernier fragment de Coenobium, les ouvertures entre les cellules atteignent une étendue peu considérable, n'allant pas au-delà de 0,11 mm. Comme ces deux types ont été trouvés dans une même préparation du schiste bitumineux venant de la mine de Kachpoursk,

galerie 6, couche II, nous croyons possible de rattacher ces deux fragments au même genre. Navré de douleur, nous dédions la première espèce fossile de *Pediastrum* à la mémoire de notre ami, le docteur R. Kidston, dont le décès a été si cruel à notre science.

Gisement. — Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche II.

Cyanophyceae

Oscillatoriiites *Bertrandi* n. g. et sp.

Pl. IV, fig. 8.

Le filament vivant sans attaches, quelque peu tordue, dépourvue de nœuds à l'endroit des cloisons, large de 0,02 mm. Les cellules en sont deux fois plus longues que larges; elles ont 0,044 de long. Les cellules finales sont arrondies. Ce genre d'algues bleues rappelle les filaments de l'*Oscillatoria* de nos jours: par exemple, *O. amphibibia* croissant dans les eaux douces ainsi que dans des eaux stagnantes et dans le bassin à eau saumâtre, et d'après les conditions nécessaires à son développement, probablement *O. profunda* Kirchner, se propageant dans la vase à la profondeur de 15 mètres. Autant que nous le sachions, c'est la première trouvaille de l'algue cyanophycée à l'état fossile, se rattachant, du côté morphologique, à l'*Oscillatoria*. La nouvelle dénomination générique n'est présentée que par précaution, dans l'intérêt de l'uniformité de la nomenclature paléobotanique.

La dénomination spécifique est choisie en souvenir de l'illustre savant professeur Ch. Eug. Bertrand.

Algue indéterminée

Fig. 2 (texte) et Pl. IV, Fig. 3.

C'est indubitablement aux algues qu'il faut rattacher les spécimens représentés par la fig. 3, Pl. IV, et la fig. 2 du texte qui sont découverts dans le schiste bitumineux de la couche II de la galerie 4, mine de Kachpoursk. Le filet en est composé d'une rangée de cellules longues de 0,02 mm.-0,028 mm. et larges de 0,014 mm. Il serait pourtant presque impossible de classer cette algue avec certitude.

C'est une conferve ou peut-être bien une algue cyanophycée. Cela étant, elle se rattache aux *Oscillatoria*. La dimension de ses cellules plaide plutôt son adjonction aux conferves vertes.

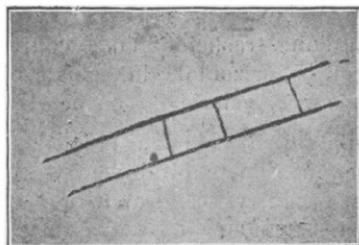
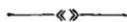


FIG 2. — Algue. probablement du groupe des Algues vertes
Mine de Kachpoursk, galerie 4, couche II.
Grossissement : 350
Août 1925.



EXPLICATION DES PLANCHES II A VI

(Les planches reproduisent les dessins d'aquarelle, exécutés par
Mme A. R. Zalessky, à l'aide d'un prisme à dessiner d'Abbe)

PLANCHE II

- FIG 1 — L'aspect général du schiste bitumineux en coupe verticale. Dans la masse gélatineuse jaune se montre une macrospore aplatie ainsi que des particules et des filaments de couleur brunâtre. Métairie Tiapkine, gisement Serguievsnoë grande Syrte couche II (la partie inférieure) $\times 300$
- FIG. 2-4. — *Volutaria Potoniéi* n. g. et sp. Les coquilles chitinoïdes d'un Foraminifère dans la gelée jaune du schiste bitumineux. Ravin Rodniki, v. Serguievskoë, grande Syrte, couche II. (partie inférieure). $\times 500$.
- FIG. 5. — *Cochlea Vsevolodi* n. g. et sp. La coquille d'un Foraminifère perforé dans la gelée de la coupe horizontale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 6 couche I. $\times 350$.

FIG. 6. A. — Une partie de cette même coquille de Foraminifère.
× 500.

FIG. 7. — Le fragment d'un corps articulé dans la gelée jaune du schiste bitumineux. Métairie Tiapkiné, gisement Serguievskoë, grande Syrte, couche II (partie inférieure). × 500.

FIG. 8. — Portion d'une tracheide d'une conifère dans la gelée d'une coupe horizontale du schiste bitumineux Mine de Kachpoursk, galerie 4, couche II. × 350.

FIG. 9. — Interculation rubanée dans la gelée sur une coupe horizontale du schiste bitumineux. Métairie Tiapkiné, gisement Serguievskoë, grande Syrte couche II (partie supérieure). × 500.

FIG. 10. — Un ver articulé dans la gelée d'une coupe horizontale du schiste bitumineux. Métairie Makarov. Gisement Serguievskoë couche I. × 750.

FIG. 11. — L'aspect général du schiste bitumineux dans une coupe horizontale. Dans la gelée jaune inégalement teinte de la masse fondamentale fait voir des intercalations gélatineuses brunâtres et des filaments bruns. Métairie Tiapkiné, gisement Serguievskoë, grande Syrte, couche II, (partie supérieure). × 300.

FIG. 12. — Un corps articulé au milieu de la gelée du schiste bitumineux dans une coupe horizontale Mine de Kachpoursk, galerie 2, couche I. × 750.

FIG. 13. — *Cochlea saprocolli*, n. g. et sp. Une coquille d'un Foraminifère dans la gelée jaune du schiste bitumineux. Métairie Tiapkiné, gisement Serguievskoë, grande Syrte, couche II, (partie inférieure). × 110.

FIG. 14 — Un fragment reticulé dans la gelée d'une coupe horizontale du schiste bitumineux. Métairie Makarov, gisement Serguievskoë, couche I. × 350.

PLANCHE III

FIG. 1. — L'aspect général de la section verticale en travers du schiste bitumineux de la mine de Kachpoursk, galerie 4 couche IV. On remarquera la position oblique de la coquille d'un Foraminifère par rapport à la stratification de la masse gélatineuse × 190.

- FIG. 2 — *Molnaria spinulata* n. g. et sp. La section d'une coquille d'un Foraminifère dans la coupe verticale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 2, couche I. $\times 350$.
- FIG. 3 — *Cochlea* sp. La section d'une coquille d'un Foraminifère perforé dans la coupe horizontale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 2, couche I. $\times 350$.
- FIG. 4 — *Orbulina vesca* n. sp. Des coquilles glabuleuses des Foraminifères au milieu de la gelée de la coupe verticale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 4, couche IV. $\times 350$.
- FIG. 5 — Les méats dans la masse gélatineuse contenant des petits corps globuleux (les œufs) qui s'y font voir. Coupe horizontale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 7, couche I. $\times 750$.
- FIG. 6 — Des cristaux de calcite dans la coupe verticale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, travaux à ciel ouvert, couche I. $\times 350$.
- FIG. 7 — *Epistominites formosulus* n. g. et sp. La section d'une coquille d'un Foraminifère perforé dans la coupe horizontale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 7, couche I. $\times 110$.
- FIG. 8 — *Calatharia perforata* n. g. et sp. Une coquille d'un Foraminifère perforé dans la coupe verticale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche II. $\times 350$.
- FIG. 9 — *Cochlea* sp. La section d'une coquille d'un Foraminifère perforé dans la coupe horizontale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche I. $\times 190$.
- FIG. 10 — Des cristaux de calcite dans la coupe verticale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche I. $\times 350$.
- FIG. 11 — *Pectinaria cristata* n. g. et sp. La section d'une coquille d'un Foraminifère perforé dans la coupe verticale du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche II. $\times 350$.

PLANCHE IV

- FIG. 1 — La section verticale à travers du schiste bitumineux Mine d'Oundorsk, galerie 3, couche V. $\times 110$.
- FIG. 2 — La reproduction d'une partie de la coupe verticale du schiste bitumineux, sous le grossissement 350 fois. Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche I. Le dessin a été exécuté sans le secours du prisme à dessiner.
- FIG. 3 — Une algue confervoïde dans une coupe horizontale du schiste bitumineux, Mine de Kachpoursk, galerie 4, couche II. $\times 350$. Le dessin a été exécuté sans prisme à dessiner. La dimension exacte d'une partie de l'algue sous ce grossissement, dessinée au moyen d'un prisme à dessiner, figure sur le dessin 3 dans le texte.
- FIG. 4 — Un ver dans la gelée rouge du charbon jurassique de Tcheremkhovo, du gouvernement d'Irkoutsk. $\times 210$.
- FIG. 6 — Le ver replié sur lui-même dans la gelée du charbon jurassique de Tcheremkhovo, du gouvernement d'Irkoutsk. $\times 210$.
- FIG. 7 — *Ammodiscus Rosanovi* n. sp. La section d'un Foraminifère du schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk galerie 7, couche IV. $\times 350$.
- FIG. 8 — L'algue cyanophycée *Oscillatorites (Oscillatoria) Bertrandi* n. g. et sp. Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche I. $\times 500$.

PLANCHE V

- FIG. 1 — *Pediastrites (Pediastrum) Kidstoni* n. g. et sp. Une algue verte du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche II. $\times 350$.
- FIG. 2. — *Pediastrites Kidstoni* n. g. et sp. Une algue verte du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche II. $\times 350$.
- FIG. 3 — Reproduction d'une coupe horizontale, du schiste bitumineux sous le grossissement 600 fois. Mine de Kachpoursk, galerie 7, couche II. Le dessin a été exécuté sans prisme à dessiner.
- FIG. 4 — *Nodosaria retensoria* n. sp. Section d'un Foramini-

fière dans la coupe verticale du schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk, galerie 7, couche II. $\times 110$.

- FIG. 5 — *Textularia undorskensis* n. sp. Section d'un Foraminifère du schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk, galerie 3, couche IV. $\times 110$.
- FIG. 6 — *Orbulina vesca* n. sp. La section d'un Foraminifère du schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk, galerie 1, couche II. $\times 110$.
- FIG. 7 — Un Foraminifère dans le schiste bitumineux. Métairie Makarov, gisement Serguievskoë, couche 1. $\times 110$.
- FIG. 8 — *Operculina bella* n. sp. Section d'un Foraminifère dans la coupe verticale du schiste bitumineux. Métairie Koumrassin, couche III. $\times 110$.
- FIG. 9 — *Cristellaria gracilis* n. sp. Coupe d'un Foraminifère dans le schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk, galerie 1, couche I. $\times 110$.
- FIG. 10 — *Operculina* sp. dans la coupe verticale du schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk, galerie 7, couche I (partie supérieure). $\times 110$.
- FIG. 11 — *Cerataria pulchella* n. g. et sp. La section d'un Foraminifère dans la coupe verticale du schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk, galerie 3, couche III. $\times 110$.
- FIG. 12. — *Orbulina crustosa*, n. sp. Section d'un Foraminifère du schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk, couche II. $\times 600$.
- FIG. 13. — *Molnaria spinulata* n. g. et sp. La section d'un Foraminifère du schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk, couche II. $\times 110$.
- FIG. 14. — *Orbulinata punctata*. n. sp. Section d'un Foraminifère du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, les travaux à ciel ouvert, couche II. $\times 500$.
- FIG. 15. — *Orbulina punctata*. n. sp. Un Foraminifère du schiste bitumineux. Mine de Kachpoursk, galerie 6, couche II, $\times 500$.
- FIG. 16. — *Orbulina echinata* n. sp. Coupe d'un Foraminifère du schiste bitumineux. Mine d'Oundorsk, couche IV. $\times 110$.

Fig. 17. — *Pulvinulina volgensis*, n. sp. Section d'un Foraminifère dans la coupe horizontale du schiste bitumineux Mine d'Oundorsk, bremsberg, couche IV. $\times 110$

PLANCHE VI

Fig. 1 — L'aspect général de la section verticale à travers du charbon jurassique de Tcheremkhovo, Gouvernement d'Irkoutsk. $\times 115$.

Fig. 2 — L'aspect général de la section horizontale du charbon jurassique de Tcheremkhovo, gouvernement d'Irkoutsk. $\times 115$.

Séance du 17 février 1926

Présidence de M. L. Dollé, Président.

M. L. Dollé remercie ses collègues qui l'ont appelé à la présidence pour 1926, et les assure de son entier dévouement.

Est élu Membre de la Société :

M. l'Abbé L. Depecker, Professeur à Boulogne-sur-Mer.

M. L. Morin est élu Membre du Conseil.

M. Dubar, Trésorier, rend compte de sa gestion pour l'année 1925 et présente un projet de budget pour 1926.

Le Président félicite M. Dubar du soin avec lequel celui-ci prend soin des intérêts matériels de la Société.

M. P. Lecomte fait la communication suivante :

*Etude sur le mécanisme de la formation
des dépôts houillers du Nord de la France
par Paul Lecomte.*

1° NÉCESSITÉ D'UN AGENT DE CLASSEMENT DES STÉRILES.

— En ne considérant que les principales roches stériles, nous trouvons dans le terrain houiller, des couches alter-

nées de conglomérats, de grès, de schistes, sous forme de bancs nettement stratifiés et s'étendant sur de très grandes longueur et largeur.

Les matériaux qui leur ont donné naissance se produisaient en même temps: il faut donc qu'un agent de classement soit intervenu pour les séparer. Je le verrai dans le classement opéré par la chute dans une eau relativement calme animée d'un mouvement de translation, parce que c'est le seul bon agent de classement que l'on rencontre dans la nature pour des éléments considérés, et qu'un bon agent de classement est nécessaire pour amener la formation d'une roche composée de grains aussi rigoureusement calibrés que ceux qui constituent, par exemple, les toits de couches de houille.

2° ETUDE DU CLASSEMENT PAR UN COURANT D'EAU. —

Soit (figure 1) une nappe d'eau de hauteur h , se déplaçant dans le sens de la flèche f . Si d'un point P nous laissons tomber dans cette nappe un mélange de galets,

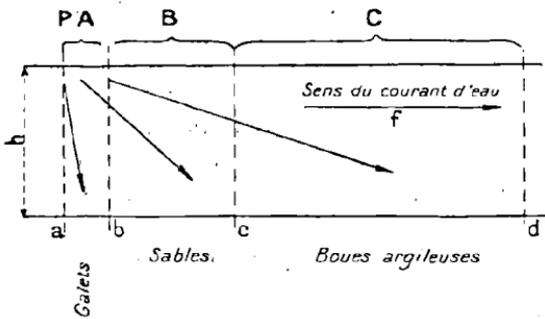


Fig. 1

de sables et de boues argileuses: en A, entre a et b , se déposera un cordon de galets; en B, entre b et c , du sable; en C, entre c et d , des argiles, argiles sableuses à proximité de c devenant de plus en plus fines au fur et à mesure que l'on se rapproche de d .

Longueur respective des diverses zones. — Le cordon de galets A, véritable cordon littoral, est forcément très étroit.

Le dépôt de *sable pur* entre b et c n'occupe pas non plus une très grande longueur. Un grain de matière solide tombant dans un courant d'eau subit deux déplacements avant de s'immobiliser (figure 2) :

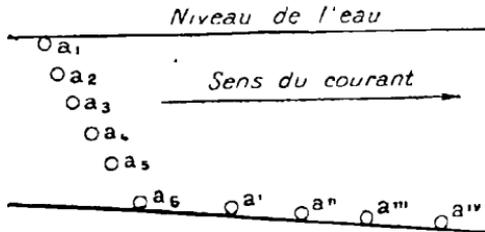


Fig 2

1°) une chute dans l'eau dans laquelle il prendra des positions a, a²..... a⁶ suivant une trajectoire qui sera la composante de la vitesse du courant d'eau V et de la vitesse de chute dans l'eau qui est régie par la loi d'équivalence, c'est-à-dire, avec une vitesse proportionnelle à : S x (d-l)

S = surface de la section horizontale maxima du grain,
d = poids spécifique de la substance constituant le grain ;

2°) une roulement sur le fond faisant prendre au grain des positions a' a'' a''' a iv.

Ce roulement nécessite des vitesses d'eau importantes :

<i>Matériaux transportés</i>	<i>Dimension moyenne des éléments</i>	<i>Vitesse de l'eau par seconde au fond</i>
Petit gravier.....	0,0092	0 ^m 70
Sable de rivière	0,0017	0 ^m 30
Sable fin.	0,0007	0 ^m 20
Limon grossier.	0,0004	0 ^m 15 (1)

(1) LEMIERE. — *Bull. de la Soc. de l'Industrie Minérale*, 4^e livraison de 1905, p. 1.259.

La partie comprise entre c et d où se déposent les *boues argileuses* est au contraire, extrêmement longue. A titre de rapprochement, on peut rappeler que les dépôts terrigènes occupent 24,5 de la superficie totale de l'Océan (1) et que dans le golfe de Lion, Thoulet a trouvé les valeurs suivantes pour les profondeurs des lignes neutres :

	<i>vase sableuse</i>	<i>vase</i>	<i>largeur</i>	<i>pente</i>
Devant Cette	27 ^m	40	5092 ^m	0,0027
Devant La Nouvelle . . .	26 ^m	29	540 ^m	0,0056
Devant Le Tech	21 ^m	38	4041 ^m	0,0095

Il faut remarquer que la précipitation de l'argile se fait beaucoup plus vite en eau salée qu'en eau douce, mais que l'eau de la lagune n'était pas agitée par la houle comme celle de la mer.

3° FORMATION DE LA HOUILLE. — Le dépôt de la houille présente des caractères tout différents. Diverses considérations et en particulier la constance des sols de végétation sous les couches impliquent une formation sur place (2). Les végétaux qui ont donné naissance à la houille étaient des végétaux aquatiques (voir Etudes de Grand'Eury) poussant sous une profondeur d'eau qui n'est pas déterminée. Grand'Eury semble admettre une profondeur assez importante, mais de toute façon elle était inférieure à quelques mètres; d'après lui, c'était une végétation humicole, c'est-à-dire que les végétaux poussaient dans les débris de décomposition des arbres qui avaient poussé antérieurement au même endroit.

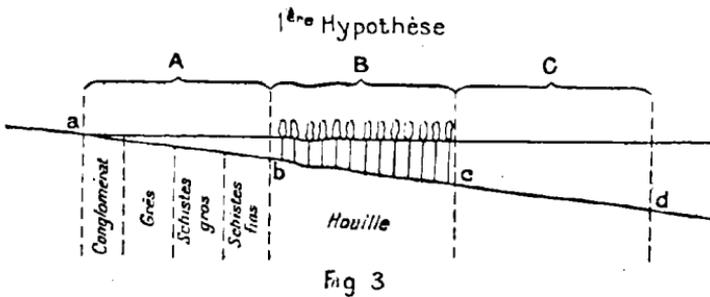
L'eau devait être très calme puisqu'il ne semble pas y avoir eu de translation notoire de la bouillie végétale ré-

(1) THOULET. — Océanographie, p. 65.

(2) On ne peut pas admettre qu'une couche de houille provenne du bois formé par l'enfouissement d'une forêt, puisque la totalité d'une futaie de 100 ans répartie sur la surface qu'elle occupe ne donnerait que quelques millimètres de houille (C. Eg. BERTRAND. — *Bulletin de la Société de l'Industrie Minière*, tome XI, troisième livraison de 1897, p. 553).

sultant d'une première décomposition des plantes. Il n'a pas dû y avoir eu de translation notable (1) parce que cela aurait eu comme conséquence la formation de couches de houille sans mur, ce que l'on ne rencontre pas dans le bassin du Nord (2).

EMPLACEMENT RELATIF DES POINTS DE DÉPÔTS DE LA HOUILLE ET DU STÉRILE. — La forêt était forcément à faible distance du rivage, si elle n'était pas même accolée au rivage.



(1) J'emploie à dessein l'expression « translation notable », car y a-t-il eu probablement un léger glissement de la houille végétale en dehors de l'emplacement précis où poussaient les végétaux qui lui ont donné naissance.

(2) « Toutes les couches de houille de notre bassin — et cette affirmation est basée sur l'ensemble des observations qui ont été faites depuis que le Musée houiller de Lille est fondé (que ce soient des veines puissantes ou des » passées très minces, de simples sillons charbonneux) — reposent sur un substratum toujours le même, sur un mur à *Stigmaria*, sur un ancien sol de végétation.

Cette constatation n'est pas spéciale au bassin franco-west-phalien. La même règle s'observe dans les bassins anglais, et dans tous les bassins carbonifères de l'Amérique du Nord. Les géologues américains sont unanimes à insister sur sa généralité, qui avait frappé, dès 1849, W. E. LOGAN dans le Pays de Galles (*Proc. Geol. Soc. Lond.*, III, p. 276), et l'incomparable observateur qu'était C. LYELL (*Travels in North America*, I, p. 68-69, p. 148) lors de ses visites dans les bassins de Pensylvanie et d'Acadie.

(P. PRUVOST. — La Faune Contin. du bassin houiller du Nord de la France, p. xx).

On peut faire deux hypothèses sur l'emplacement où se sont déposés les stériles, par rapport à la forêt. Considérons la coupe de la rive d'une lagune en dehors de l'embouchure d'une rivière. De la végétation poussant en B, les stériles ont pu se déposer soit en A en amont, soit en C en aval de B (figure 3).

Première hypothèse. — Examinons la première hypothèse, elle entraîne la formation, à partir du point A, de dépôts successifs de conglomérat, de grès, de schistes de plus en plus fins, puis de houille. La bande de galets est forcément très étroite, celle des sables a une certaine largeur, mais les dépôts d'argile sont de grande étendue, ceci amène à éloigner la forêt de la rive jusqu'à une distance inadmissible; il faudrait supposer la forêt au milieu de la lagune.

Si l'on recherche à réduire la distance entre a et b, on se heurte à des impossibilités:

1°) le dépôt de formations troublées changeant de nature très fréquemment, incompatibles avec la constitution des bancs de schistes ou de houille réguliers sur une grande étendue que l'on connaît dans le bassin du Nord; 2°) des boues argileuses auraient dû être entraînées vers le centre de la lagune par le courant d'eau qui traversait la forêt. Elles auraient dû se mélanger à la bouillie végétale et l'on trouverait en analysant la houille, des teneurs en cendre beaucoup plus élevées que celles que l'on rencontre (1);

3°) les galets auraient dû souvent venir jusque sur la bouillie végétale, et alors dans les régions exploitées du

(1) « A l'état de pureté, un certain nombre de houilles des gisements belges ne renferment pas plus de 2 à 5 % de cendres, parfois même moins, c'est-à-dire la teneur minimum des végétaux, si l'on tient compte de la condensation résultant des phénomènes de la carbonisation. Aussi, nombre d'auteurs voient-ils dans ce fait une preuve de la non intervention des sédiments terrigènes ou d'une sédimentation active par l'eau courante ». (Armand RENIER. — Les gisements houillers de la Belgique. *Annales des Mines de Belgique*, année 1919, tome XX, 2^e livraison, p. 474).

bassin houiller du Pas-de-Calais, du Nord et de Belgique, on rencontrerait des banes de conglomérats beaucoup plus nombreux que ceux que l'on connaît (1) ;

4°) les végétaux flottés provenant de la région B, que l'on trouve au toit des couches, auraient dû flotter à contre-courant pour venir se déposer en A dans les boues argileuses ;

5°) on connaîtrait une série de roches supplémentaires, celles formées en C. Or, dans le bassin westphalien supérieur (si l'on excepte de rares poudingues et des roches annexes : carbonate de fer, pyrite, calcite, etc., on ne connaît que trois sortes de roches, des grès ; des schistes, de la houille.

Deuxième hypothèse. — Si nous examinons la deuxième hypothèse (figure 4), c'est-à-dire celle d'une lagune très vaste de faible profondeur bordée par une forêt marécageuse, si nous avons en D « l'origine d'un alluvionnement » (2), nous aurons à partir du point d, des dépôts de sable, puis d'argiles de plus en plus fines au fur et à mesure que l'on s'éloigne de D, ces boues seraient nécessairement très fines à proximité de la forêt, et cela d'autant plus que le courant d'eau est en ce point ralenti par la végétation proche. En un point donné, nous aurons donc une coupe de la lagune analogue à celle de la figure.

(1) Les poudingues sont très rares en Belgique. « Un niveau se rencontre au sommet de l'assise d'Andenne; un second existe vers le sommet de l'assise de Flénu, mais sa position est indéterminée. Le premier a donc seul une importance stratigraphique..... Du poudingue se rencontrerait également, quoique de façon locale, dans l'assise du Chokier.... Enfin, des roches poudingiformes ont été signalées localement dans l'assise de Charleroi du bassin de Liège ». (Armand RENTER. — Les gisements houillers de la Belgique. *Annales des Mines de Belgique*, année 1914, tome XIX, première livraison, p. 7).

Dans la partie française du bassin, on ne connaît guère que les galets de la Veine du Nord à Aniche, et le poudingue du toit de la Veine Edouard du bassin du Pas-de-Calais.

(2) J'emploie à dessein cette désignation vague, me réservant de chercher un peu plus loin, la manière dont on peut concevoir cette « origine d'alluvionnement ».

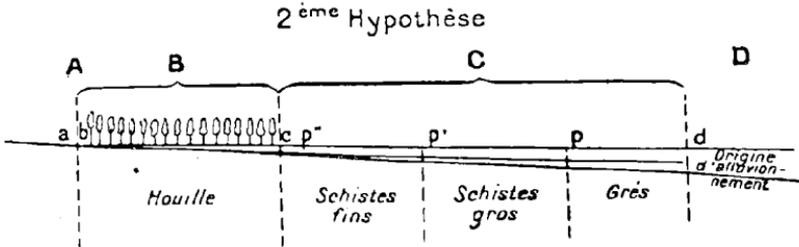


Fig 4

Variation des facteurs du dépôt. — Si les facteurs du dépôt varient (par facteurs du dépôt, j'entends la vitesse du courant d'eau, son débit, la proximité de l'embouchure de la rivière qui apportent les matériaux, l'affaissement ou le relèvement du sol de la lagune), les points de contact p, p', p'' vont se déplacer. Pendant les mouvements positifs, ils se déplaceront de D vers A, amenant les sables à monter sur les argiles grossières, et ces dernières sur les sables.

Les dépôts se présenteront finalement sous la forme indiquée (figure 5) et représentée schématiquement, par des lentilles de sable s'amincissant vers la rive, allant plus ou moins loin, enveloppées par des argiles grossières, enveloppées elles-mêmes par des argiles de plus en plus fines.

La forêt, elle, est accrochée au rivage, elle pousse sur les terrains compris entre les profondeurs de n et n' mètres d'eau.

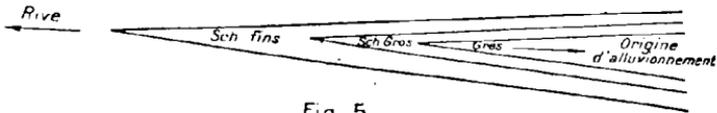


Fig 5

Pendant les mouvements positifs, l'alluvionnement comblant la lagune amène de nouvelles régions à la profondeur de végétation possible, et la forêt gagne hori-

zontalement en montant sur les formations alluvionnaires, c'est-à-dire sur des boues fines (sous lesquelles sont des argiles grossières, puis des sables).

S'il y a affaissement des terrains, la forêt recule vers la berge, se développe même en deçà du point a; mais en c, les boues fines progressent, la recouvrant. Ces dernières sont à leur tour recouvertes par les argiles grossières, puis par des sables.

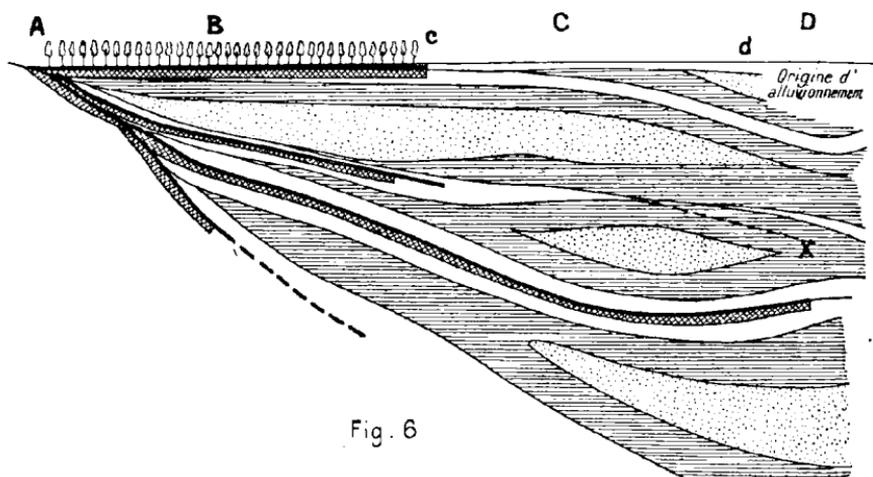


Fig. 6

En résumé, par moment, les formations alluvionnaires vont monter sur le sol de végétation de la forêt (et la bouillie végétale qui la surmonte); à d'autres moments, au contraire, la forêt montera sur les formations alluvionnaires. La végétation poussant à travers les dépôts les plus élevés, transformera en mur une partie des assises de roches les plus voisines de la surface.

On trouvera donc au toit des veines de houilles des couches se présentant comme suit: à partir de la veine, des bancs de schistes très fins, puis des bancs de schistes plus grossiers et plus massifs, et enfin un banc de grès, jusqu'à ce que, par suite d'un mouvement en sens inverse,

les grès soient surmontés de schistes grossiers, ceux-ci de schistes fins, et ces derniers de mur, et enfin une nouvelle veine de houille.

Il se peut que le mouvement de déplacement des formations vers A n'ait pas été suffisant pour amener un dépôt de sable sur la verticale d'un dépôt de bouillie végétale sous-jacent en un point donné; on aura alors, en ce point, deux couches de houille séparées par des bancs de schistes sans intercalation de grès. Finalement, la forme générale d'ensemble d'un bassin lagunaire se présenterait, comme il est indiqué schématiquement figure 6.

Cette forme aurait d'ailleurs pu être réduite des remarques suivantes empruntées à Renier (1) :

« Les grès (ou quérelles...) présentent des allures lenticulaires nettes (Gosselet, 1871, Deltenre, 1912) quoique variables en étalement... Ainsi que l'a rappelé M. Deltenre (1912), l'accentuation du caractère gréseux d'une

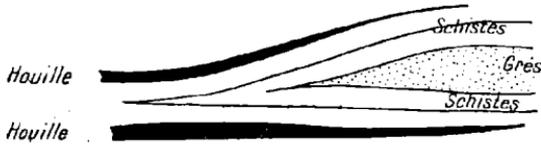


Fig. 7

stampe est accompagnée d'une augmentation de sa puissance ».... Le rôle des grès dans l'accentuation des stamper est manifeste (Arnould, 1877, Deltenre, 1912). La variation peut alors être rapide... Il se pourrait toutefois qu'il existât une loi générale de la variation d'épaisseur des stamper. D'après M. Stainier (Des relations génétiques entre les divers bassins houillers belges, *Annales*

(1) Armand RENIER. — Les gisements houillers de la Belgique. (*Annales des Mines de Belgique*, année 1914, tome XIX, première livraison, p. 8, 19 et 20).

des Mines de Belgique, LIX, page 448) « cette variation se ferait en sens inverse de celle de la puissance des couches de houille ». Cette formation en pointes se pénétrant en sens inverse, (voir figure 7) implique pour la houille une formation de gauche à droite, pour les stériles une formation de droite à gauche.

En résumé, mon hypothèse peut se résumer en deux mots :

Formation sur place pour la houille (progressant dans un sens) ;

Théorie des deltas pour les stériles (progressant en sens inverse).

REMARQUES DIVERSES

Remarque n° 1 (Subsidence continue sans saccades). — La houille s'est formée sous une profondeur d'eau incon nue, mais bien déterminée, comprise entre n et n' mètres. Or, on trouve dans le bassin du Nord 3.000 mètres de terrain houiller (1), c'est donc que la somme algébrique des mouvements dans un sens, et des mouvements dans l'autre se traduit en faveur des mouvements vers l'a mont, des mouvements de transgression, par une plus-value de 3.000 mètres. Ces mouvements de transgression ont donc été de beaucoup les plus importants. Il n'est donc pas nécessaire de faire intervenir des mouve ments compliqués de la croûte terrestre pour expliquer la formation sur la verticale, d'un même point de couches alternées de grès, de schistes et de houille. En un point donné, à un moment donné, la profondeur d'eau est la résultante de deux mouvements de sens inverse :

1°) un mouvement d'enfoncement des terrains dus aux mouvements épirogéniques, continu quoiqu'irrégulier ;

2°) un mouvement d'exhaussement des terrains dû à l'alluvionnement continu quoiqu'irrégulier.

Selon la prépondérance momentanée de l'un de ces

(1) J. GOSSELET. — L'Ardenne, p. 701. — A. RENIER, A. M. B., tome XX, p. 487.

mouvements sur le second, le fond de la lagune se révèle ou s'enfonce sur la verticale du point considéré.

Remarque n° 2 (Roches manquantes). — Très souvent, on ne trouve pas sous une couche une assise de schiste fin que la théorie annonce, cela est très explicable; ces roches ont été détruites et remaniées par le bourgeonnement des raticelles qui poussaient dans ce sol de végétation.

D'autre part, les variations des courants d'eau, une variation rapide de la profondeur d'eau, ont pu amener le remaniement des boues déjà déposées et supprimer quelques-unes des assises de la stratification normale. En particulier, elles ont pu amener la formation de couches de houille à toit de grès. Le labourage de la bouillie végétale par les sables a dû provoquer une surface de contact irrégulière, les couches à toit de grès doivent donc rogner au toit, ce que l'observation démontre. Enfin, les couches à toit de grès étant en partie érodées par les sables doivent être beaucoup moins régulières que les couches à toit de schiste, ce que l'observation démontre également.

Remarque n° 3 (non synchronisme des formations). — Bien entendu, les schémas représentent une coupe transversale de la lagune en un point déterminé; le long de son axe, en amont ou en aval, les formations peuvent se trouver à des stades antérieurs ou postérieurs, c'est la continuité du mouvement d'alluvionnement qui a donné à ces dépôts la forme de nappes régulières d'épaisseur sensiblement constante.

Remarque n° 4 (les mouvements de la forêt). — La forêt a dû progresser horizontalement de A vers D, sous faible épaisseur d'eau, au fur et à mesure du comblement de la lagune, mais par moment, elle s'est affaissée en Ac' après sa formation, permettant son recouvrement par les dépôts d'alluvions. La forêt a donc dû toujours rester immergée.

Remarque n° 5 (les formations dites profondes peuvent être littorales). — Dans la classification des roches du

terrain houiller, on distingue souvent des formations littorales, des formations de faible profondeur et des fondations profondes. On donne le nom de formations profondes à celles qui sont constituées par des éléments très fins déposés en eau très calme et peu oxygénée. Si l'on admettait l'hypothèse qui a été faite (hypothèse n° 2), on voit que ces appellations ne seraient pas toujours exactes, puisque des formations à grains fins auraient pu se déposer vers la rive (1). Inversement, vers le centre de la lagune on pourrait trouver des formations considérées généralement comme littorales à cause de la vitesse plus grande du courant d'eau et de l'agitation qui en résulte.

Cette manière de voir me semble conforme à la réalité. En effet : immédiatement au-dessus des couches de houille on trouve la plupart du temps un banc de schiste fin contenant des empreintes végétales ou animales.

C'est le banc qui s'est déposé immédiatement après la houille. La houille s'étant formée sous faible épaisseur d'eau, le banc qui la suit doit, normalement, par continuité, s'être formé dans des conditions peu différentes, c'est-à-dire également sous une épaisseur d'eau réduite. La présence des empreintes végétales s'explique par le voisinage de la forêt, celle des empreintes animales, par l'abondance plus grande des animaux au voisinage du point où ils trouvaient leur nourriture. La stérilité relative des autres bancs s'explique en outre, par les probabilités de destruction, par les courants d'eau, le frottement sur les sables, et la dissolution des éléments des fossiles, dans une roche plus poreuse. Cependant, la fréquence plus grande des restes d'insectes à vol lourd et d'animaux terrestres dans les bancs voisins de la couche se comprend mieux si l'on admet pour ces bancs une formation littorale plutôt qu'une formation profonde.

(1) La faible teneur en oxygène de l'eau, s'il était nécessaire de la faire intervenir en ce point, s'expliquerait très bien par le voisinage des amas de bouillie végétale dans lesquels des tissus se décomposaient sous l'action de ferments aérobies.

Remarque n° 6 (les invasions marines). — S'il y a un affaissement important et généralisé de tous les terrains de la région, le seuil par lequel les eaux de la lagune s'écoulent dans la mer doit s'affaisser, s'élargir, et on constatera une invasion marine, mais par suite de cet approfondissement, l'influence des courants d'eau va diminuer énormément, leur vitesse va se réduire: ils se présenteront alors sous la forme de rivières débouchant dans des laes profonds, et leurs deltas diminueront beaucoup d'étendue; seules, les boues très fines flotteront, et pourront se répandre sur le fond. On aura donc formation au toit de la houille, de schiste fin, contenant des fossiles marins. Cette formation aura une très grande étendue, et sera très peu sujette à variations, d'où la grande valeur stratigraphique des niveaux marins.

D'après Renier (1), les facies à faune marine franche sont particulièrement nombreux dans les débuts du Westphalien supérieur, productif; ensuite, deviennent un peu plus rares, et souvent *se sont localisés à la base d'une stampe particulièrement importante où se rencontre vers le milieu une zone gréseuse.*

Il doit évidemment en être ainsi, si pour une figure, nous concrétisons « l'origine d'alluvionnement », sous la forme du delta d'un fleuve débouchant dans la lagune en face de la forêt, nous aurons comme position de départ, celle représentée en traits pleins sur la figure 8. A partir de la rive R, des dépôts successifs de sables, d'argiles grossières, puis de boues fines. En face, la forêt poussant le long de la berge A. Si les terrains s'affaissent dans la position indiquée en pointillé, les deux rives vont s'écarter:

A viendra en A¹ entraînant la forêt,

R viendra en R¹ entraînant les dépôts de sable et d'argile
entre les deux, il ne se déposera que des boues fines.

(1) A. RENIER. — Les gisements houillers de la Belgique. *Annales des Mines de Belgique*, année 1919, tome XX, deuxième livraison, p. 486.

A¹ et R¹ s'écarteront tant que le mouvement d'affaissement l'emportera sur l'alluvionnement.

Quand l'alluvionnement l'emportera sur l'affaissement, les deux formations (forêt d'une part, argiles et sables d'autre part), marcheront à la rencontre l'une de l'autre — argiles puis sables viendront recouvrir successivement les boues fines (toit de schistes à grains fins renfermant des fossiles marins) qui se sont déposées sur la forêt immergée F'.

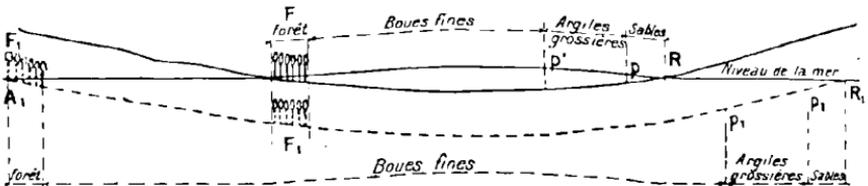


Fig 8

Il en sera ainsi jusqu'au moment où une nouvelle variation amènera la rétrogradation des sables et argiles et l'implantation d'une nouvelle forêt sur la verticale de la forêt initiale enfouie en F'. Comme l'affaissement a été important, il faudra un long alluvionnement pour combler la lagune au point de revenir à la position initiale, donc: stampe importante composée de schistes, de grès, puis de schistes. On trouvera donc une couche avec toit de schistes à grains fins renfermant des fossiles marins « à la base d'une stampe particulièrement importante où se rencontre vers le milieu une zone gréseuse »

Nous pouvons remarquer encore ceci :

La forêt qui s'était établie sur une très grande profondeur, rétrograde de F en F¹ pendant la période d'immersion. Elle se propage vers F¹ de proche en proche par rhizomes où grâce aux spores que le vent emporte dans la bonne direction, les espèces moins bien adaptées à cette migration peuvent disparaître. Puis, au moment du maximum de transgression, quand l'eau salée aura complète-

ment envahi la vallée, la grande forêt aura disparu, il n'en subsistera que des épaves sous forme des restes des espèces les plus vigoureuses qui auront pu se réfugier dans les anses ou lagunes côtières alimentées en eau douce par quelque cours d'eau où ils formeront de petits bois isolés les uns des autres.

Ce sont ces petits bois qui, en s'étendant à nouveau en période d'alluvionnement, donneront naissance à la deuxième forêt, forêt qui poussera ultérieurement jusque sur la verticale de la forêt immergée F'. Ces vicissitudes ont pu et dû entraîner une modification de la flore (1) et on conçoit dès lors très bien qu'une classification des assises houillères basée sur la flore coïncide exactement avec une classification basée sur la faune. Ce fait démontre une fois de plus l'importance primordiale des niveaux marins. Pour schématiser, on peut dire: Entre deux niveaux marins, on a affaire à une couche de houille unique zigzaguant, poussant des tentacules à travers les stampes stériles. Quand on traverse un niveau marin, on passe à une couche unique, fille de la première.

Remarque n° 7 (les schistes bitumineux). — Dans les golfes formés par la forêt, devait s'accumuler du plankton, et celui-ci donnait naissance à du bitume. Or, il arrive très fréquemment que des schistes bitumineux se trouvent au toit de la couche. On peut même presque admettre comme une règle générale que les schistes qui sont immédiatement au toit de la couche sont plus riches en matières volatiles que ceux qui les surmontent.

QU'EST-CE QUE C'EST QUE « L'ORIGINE D'ALLUVIONNEMENT D » ? — Scientifiquement parlant, je devrai répon-

(1) Par exemple: dans tout le bassin du Nord du Pas-de-Calais à la Westphalie, on constate la disparition du *Sphenopteris Hoeninghausi* au passage du niveau marin de Poissonnière, etc....

Voir aussi: Communication faite au district du Nord de l'Industrie Minérale par M. Ch. BARROIS (*Revue de l'Industrie Minérale*, n° 86, du 15 juillet 1924, p. 355).

dre: je n'en sais rien. Les hypothèses énoncées ci-dessus ne semblant serrer les phénomènes observés d'assez près pour me croire *voisin de la vérité*, mais en ce qui concerne la détermination précise de l'origine d'alluvionnement, les bases manquent.

L'esprit ne pouvant se satisfaire de cette incertitude et ayant besoin de concrétiser les idées abstraites, je vais essayer d'aller un peu plus loin, mais sans me dissimuler l'incertitude des vues qui vont suivre.

Nous sommes parvenus à cette conclusion :

Une forêt (figure 9) accrochée à une rive A tendait à s'étendre dans le sens de A vers B au fur et à mesure que l'alluvionnement relevait le fond du marais.

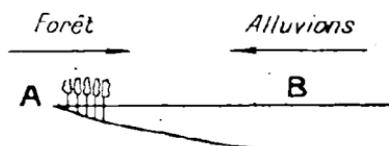


Fig. 9

Cet alluvionnement progressait dans le sens de B vers A.

Impossibilité d'un alluvionnement direct par deltas. — La première idée qui vient à l'esprit est la suivante: (figure 10). En face de la rive A se trouvait une rive C. Les rivières se déversant dans la lagune envoyaient des alluvions jusqu'en A.

Cette hypothèse est d'autant plus séduisante que les « régions continentales qui ont fourni les principaux éléments terrigènes des dépôts westphaliens possédaient un substratum de roches cristallines » (1) et que l'Archaia qui s'étendait de l'Ecosse à la Scandinavie, sur l'autre

(1) A. RENIER. — Gisements houillers de la Belgique. A. M. B., tome XX, deuxième livraison, p. 509.

rive de la lagune westphalienne, c'est-à-dire en C, était formée de roches cristallines. Elle présente cependant une difficulté qui ne permet pas de l'admettre sous cette forme simple et qui résulte de la largeur du bassin westpha-

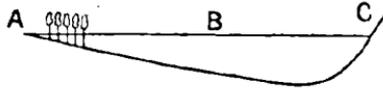


Fig. 10

lien. Si l'on ne tient pas compte des déplacements vers le Nord dûs aux mouvements hercyniens, et aux érosions post-westphaliennes, on peut tracer avec une certaine approximation le bord sud du bras de mer westphalien. Il n'en est pas de même en ce qui concerne le bord nord.

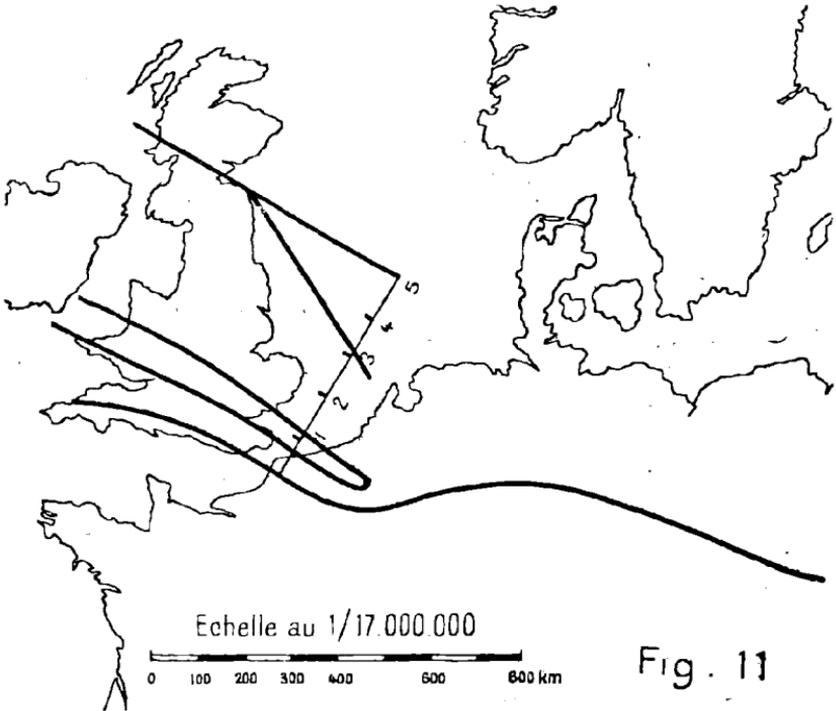


Fig. 11

On a une indication dans la région de l'Ecosse, puis on ne connaît rien concernant son passage sous la mer du Nord et sous les recouvrements de terrain plus récents dans l'Allemagne du Nord ou le Danemark. Cette indication (figure 11) suffit cependant pour assigner à cette mer une largeur de l'ordre de grandeur de 700 kilomètres au droit de Cardiff, de 500 à 300 kilomètres au droit de Boulogne (et encore cette dernière limite qui correspond à une ligne droite joignant le bord Nord du bassin d'Ecosse au bord Nord des bassins de Hollande, est-elle sûrement beaucoup trop basse).

Il n'est pas possible que les fluctuations de vitesse de courant et le débit des fleuves de l'Archaia ou le déplacement de leurs deltas, aient pu se faire sentir sur les côtes basses situées à quelques quatre à cinq cents kilomètres en face d'elles avec une sensibilité suffisante pour amener les alternances que nous connaissons de schistes fins, de schistes grossiers et de grès. On peut admettre que la majeure partie des éléments qui ont formé les stériles houillers provenaient du Nord (1), mais l'origine d'alluvionnement D devait être beaucoup plus près de la rive méridionale de la lagune que le bord des massifs granitiques de l'Archaia.

Pour aller plus loin, il est nécessaire d'essayer, avec l'aide des données de la stratigraphie, de se représenter la configuration de la région au moment de la formation des couches de houille exploitées. Nous pouvons résumer ces données comme suit :

Rappel des données stratigraphiques. — Vers le début du Westphalien, la région a dû être soumise à des mouvements qui ont eu pour effet d'isoler plus ou moins complètement la mer viséenne de la mer libre. Dans l'assise du Chokier (ou assise des ampélites de Bruille) qui constitue la base du Westphalien inférieur, et qui est formée

(1) Il y aurait des études très intéressantes à poursuivre sur les stériles du houiller.

de phthanites, de schistes siliceux et de bancs de grès, on ne trouve que des animaux marins. Les végétaux (*Adiantites oblogifolius*) sont rares. On a affaire à une formation entièrement marine (1).

Au-dessus, dans la zone de Flines-Andenne, on trouve des formations de schistes et grès avec quelques petits lits calcaires dans lesquels on n'a point encore trouvé de représentants de la faune continentale, mais les animaux fossiles marins abondent. On voit apparaître des végétaux plus nombreux (*Pecopteris aspera*). Les invasions marines ont alterné avec des périodes d'exhaussement pendant lesquelles se sont déposées quelques rares et minces veinés de houille, mais le régime continental ne s'est réalisé franchement qu'au-dessus de cette assise, après le dépôt du (poudingue d'Andenne — grès de Flines Rough Rock) (2).

Origine des stériles du Westphalien. — Je vais par la suite admettre, à la suite d'Armand Renier, que la majorité des éléments qui ont constitué les stériles du Westphalien, provenaient d'un continent situé au Nord du bassin: l'Archaia (3).

Géographie de l'Europe Occidentale au Westphalien.

(1) La partie inférieure de l'Assise du Chokier visible à Si-rault est composée de phthanites noirs en bancs minces. Ce sont des roches siliceuses résultat vraisemblablement de l'épigénie de calcaire, elles sont surmontées à cet endroit de schistes siliceux; on retrouve ce schiste siliceux aux affleurements du camp de Casteau près de Mons? La partie supérieure bien visible à Hautrage se présente comme un amas épais de tout petits bancs de grès très pur qui surmontent des schistes noirs. (*Congrès géologique international de Bruxelles, 1922, livret-guide de l'excursion C 4, par Armand RENIER, p. 18*). L'Assise du Chokier recoupée par sondages à Soensdrecht (Campine) a à cet endroit une puissance de 200 m. Elle n'est pas inférieure à 100 m. à Baudour (Hainaut).

(2) Pierre PRUVOST. — (*Congrès géologique international de Bruxelles, 1922, compte-rendu, deuxième partie, p. 642*).

(3) Les Gisements houillers de la Belgique. (*Annales des Mines de Belgique, année 1919, tome XX, p. 508*).

— On peut, je crois, se représenter comme suit (1) la géographie de l'Europe occidentale au début de l'époque westphalienne; un bras de mer, de plusieurs centaines de kilomètres de largeur couvre une partie de l'Irlande, presque toute l'Angleterre, le Nord de la France, la Belgique, les Pays-Bas, la Westphalie, l'Allemagne du Nord, la Haute-Silésie; communiquait-il vers l'Est avec la haute mer qui couvrait la plus grande partie du territoire russe, où communiquait-il vers l'ouest? Cela ne présente pour nous, pour le moment, aucune importance.

La mer viséenne était bordée: au Nord par un continent s'étendant de l'Ecosse au massif fino-scandinave, et formé de roches éruptives: l'Archaia; au Sud par un continent formé de roches dévoniennes, siluriennes et cambriennes qui semble avoir eu une aire d'arrosage et une altitude bien moindre que l'Archaia, puisque ses débris n'ont concouru que dans une faible mesure à la constitu-

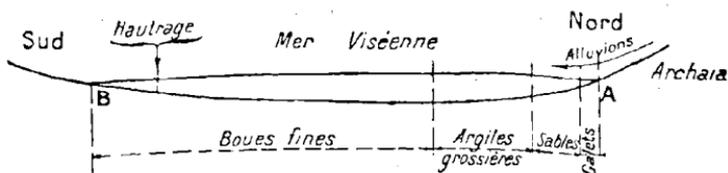


Fig. 12

tion des stamperes stériles. « L'absence de roches dévoniennes, siluriennes et cambriennes parmi les galets houillers est tenue pour un fait constant (Stainier, 1904 d, non 1896, p. 14; Barrois, 1910 a b, p. 312, non 1901, pp. 32-33 et 1907, p. 276; cf. Carpentier, 1913, p. 311) » (2).

(1) ARMAND RENTIER. — Les Gisements houillers de la Belgique. *Annales des Mines de Belgique*, 1919, tome XX, p. 537 et suivantes.

(2) A. RENTIER. — *Ibid.*, p. 508-611.

Comblement de la mer Viséenne. — La mer viséenne, tout au moins en ce qui concerne nos régions ne devait pas être profonde (voir ci-dessous).

Au début du Westphalien, les fleuves de l'Archaia comblent le bras de mer en déposant, à partir de la rive (voir figure 12) des galets, des sables, des argiles grossières et enfin des boues fines.

A la fin de l'assise du Chokier, la mer viséenne était presque complètement comblée puisque les sables (grès d'Hautrage) arrivaient près de la rive opposée B. Les végétaux et les veinules de charbon que l'on trouve dans l'Assise du Chokier montrent que la végétation s'était déjà établie en B à ce moment là.

On peut en déduire la profondeur approximative de la mer viséenne: elle devait être d'une bonne centaine de mètres à Hautrage, un peu moins en France, le double en Campine.

Aspect de la lagune houillère. — S'il n'y avait pas eu de subsidence, l'alluvionnement se serait poursuivi, la vallée aurait été entièrement comblée et les divers fleuves de l'Archaia ainsi que les rivières du Sud seraient devenus des affluents d'un grand fleuve coulant dans une très large vallée plus près de la rive B que de la rive A puisque l'alluvionnement venait surtout du Nord. Mais, *par suite de la subsidence, ce fleuve n'a jamais pu se former* (1).

Si, en un point déterminé, alluvionnement et subsidence l'emportent tour à tour, dans l'ensemble, dans la région de nos bassins houillers, l'alluvionnement n'a jamais pu l'emporter sur l'enfoncement du sol. Les fleuves n'ont jamais pu être, que des courants plus rapides, des chenaux au milieu de nappes d'eau de profondeur variable, dont les bords marécageux étaient envahis par une végétation forestière. Des courants rapides traversent le marais, entraînant des matériaux qui sont déposés par place

(1) On ne trouve pas, je crois, trace de formation terrestre dans les bassins houillers.

sous forme de banes mouvants. En dehors des courants se déposent des sables, des argiles grossières, puis des boues fines jusqu'en bordure de la forêt où l'eau complètement stagnante, en cul-de-sac, les empêche de pénétrer.

Par moment, des crues ou des changements de courants remanient les dépôts antérieurs et opèrent un nouveau reclassement donnant de nouveaux dépôts successifs de sables, d'argiles grossières, de boues fines.

Définition du point D « origine d'alluvionnement ». — Si nous voulons schématiser grossièrement sur une vue en plan les notions acquises, nous voyons (fig. 13) :

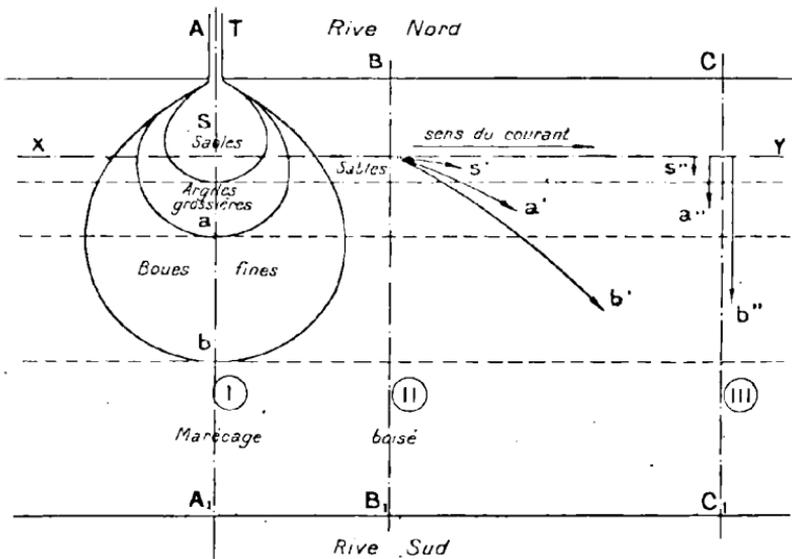


Fig 13

1° — en un point d'une rive débouche un torrent T qui constitue au droit de son axe A A₁ un delta d'alluvion. Celui-ci est formé de dépôts successifs de galets en g, de sables en a, d'argiles grossières en a, de boues fines

qui arrivent en b, jusqu'à proximité du marécage boisé accroché à la rive opposée, mais ne peuvent y pénétrer.

2° — un courant X Y entraîne sables, argiles et vases de X vers Y (les galets restent généralement le long de la rive, c'est pour cela que nous les rencontrons si rarement dans nos terrains qui ne comprennent qu'une faible partie du bassin primitif), au droit de B, B¹, des matériaux s'échappant latéralement, les sables se déposeront en s', les argiles en a', les boues en b'.

3° — des crues, des déplacements de la rive Nord, des changements de direction ou de vitesse des courants peuvent amener le remaniement des dépôts antérieurs et déposer des sables en s'', des argiles en a'', des boues en b'', tel qu'il est représenté au droit de C C¹.

Ces trois modes de transport sont rangés dans l'ordre d'influence croissante; en effet, le delta n'exerce son action qu'une seule fois en un point, le courant n'exerce son action qu'une seule fois le long d'une ligne, quant aux phénomènes qui amènent les remaniements postérieurs (déplacements de rives, changements de direction ou de vitesse des courants d'eau, crues), ce sont eux qui ont agi les derniers, et ils ont dû se répéter un certain nombre de fois, amenant chaque fois un étalement des dépôts (1) et un classement par équivalence plus parfait.

Ces remaniements ne troublaient pas le classement puisqu'ayant tous pour origine des courants d'eau plus rapides au centre de la lagune que sur les rives, ils agissaient tous dans le même sens.

L'origine d'alluvionnement peut être conçue approximativement comme la ligne de vitesse maxima du courant d'eau, chargé de matières en suspension, qui traverse la lagune.

(1) Ces étalements répétés font comprendre la régularité de puissance des bancs stériles, régularité d'autant plus grande que les éléments qui leur ont donné naissance sont plus facilement déplaçables, — les boues étant plus déplaçables que les sables, les bancs de schistes doivent avoir une puissance plus régulière que les bancs de grès, ce que l'observation démontre.

Si nous voulons serrer les choses de plus près, nous pouvons dire : Nous avons repris sous les numéros 1, 2, 3, trois modes de transport qui ont dû jouer successivement et simultanément en se combinant entre eux de toutes les matières possibles. Si nous considérons qu'en un point déterminé, les matières en suspension pouvaient être influencées par plusieurs torrents tels que T et plusieurs courants tels que X Y, par d'autres courants provoqués par des déplacements de rives, des crues, etc., nous concevons que les forces qui agissaient à un moment donné sur les matières en suspension en un point donné dans l'eau, étaient très complexes, mais elles n'en avaient pas moins pour résultante unique un déplacement dans un sens déterminé, avec une vitesse déterminée. Ce déplacement en dehors du torrent et du chenal X Y n'était pas tumultueux, c'est là la seule condition requise pour un classement par l'équivalence, et nous concevons dans ces conditions qu'il doit se former des dépôts par zone enveloppante irrégulière de sables, d'argiles grossières et de boues fines.

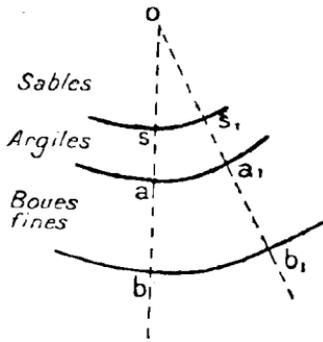


Fig. 14.

Dans une région assez étroite, (fig. 14), ces zones sont limitées par des courbes vaguement concentriques, le point O où se rencontrent les rayons de ces courbes : c'est pour la zone b o b' le point fictif D que j'ai appelé « l'origine d'alluvionnement ».

Si nous considérons une certaine portion du bassin, les points origine d'alluvionnement doivent se succéder selon les lignes continues. Il est très possible qu'une coupe transversale du bassin rencontre plusieurs de ces lignes si la lagune était traversée par plusieurs courants. Ce serait donc tirer des conclusions prématurées et fausses de cet exposé que de dire, par exemple « les matériaux qui ont constitué les stampes stériles venaient du Nord, l'origine d'alluvionnement était au Nord de nos gisements, donc ceux-ci doivent augmenter de richesse en allant du nord vers le sud » ; tant que nous ne connaissons pas la forme des stampes stériles ou tout au moins la forme des lentilles de grès rencontrées entre les diverses couches, nous manquerons de données concernant la direction des origines d'alluvionnement, et par suite, sur la position de la rive à laquelle est accrochée la forêt qui a donné naissance aux couches de houille que nous exploitons.

Si l'expérience confirme l'exactitude des vues exposées, on voit que dès que l'assimilation des veines du bassin sera terminée, — ce qui permettra de repérer avec exactitude les banes de grès situés entre chaque couche, — il sera très intéressant d'étudier les variations de puissance des banes de grès.

M. G. Dubois fait la communication suivante :

Dunes et cordons littoraux dans l'agglomération
de Calais
par Georges Dubois.

Dans une série de notes antérieures, j'ai décrit les différents cordons littoraux, surmontés ou non par des dunes, qui se sont successivement établis dans le Calaisis

depuis le Flandrien moyen jusqu'à nos jours (1).

Les limites de ces cordons littoraux sont très difficiles à établir à l'intérieur de l'agglomération de Calais; les sondages ne peuvent y être opérés que très rarement et la topographie primitive de la ville et de ses faubourgs a été très altérée par de nombreux travaux de fortification.

Les cartes anciennes ne peuvent être utilisées, dans cet ordre de recherches, qu'avec une extrême prudence, car les cartographes d'autrefois ont généralement dessiné les routes, les travaux d'art et surtout les forteresses avec plus de soin que les accidents naturels du sol (surtout des accidents aussi peu prononcés que ceux de la plaine flamande). Pourtant, si plusieurs documents d'une même époque sont concordants entre eux et concordants avec les données de la géologie, ils peuvent fournir d'utiles indications.

J'ai pu, en 1925, faire quelques observations nouvelles dans la ville et, en les joignant à mes observations antérieures, obtenir une documentation géologique suffisamment dense pour pouvoir espérer la compléter utilement par la lecture des documents cartographiques et iconographiques anciens.

La recherche de ces documents m'a d'ailleurs été très aisée: de nombreux plans anciens sont exposés au Musée de Calais; d'autre part, on peut trouver, dans l'admirable iconographie de Lennel « *Calais par l'image* », la reproduction de presque toutes les cartes du Calaisis con-

(1) G. Dubois. — Résultats d'une campagne de sondages à travers les terrains quaternaires et récents du Calaisis (Note préliminaire). *A. S. G. N.*, t. 46, 1921, p. 67-78, pl. I, 1 fig.; — Terrains quaternaires et modernes. Exploration de la partie occidentale de la Plaine maritime flamande. *B. S. Carte Géol. Fr.*, C. R. Coll. pour 1921, n° 146, t. 26 (1921-1922), p. 140-142; — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. VIII, n° 1, 1924, p. 45-115; — Notes complémentaires sur le banc de galets des Pierrettes entre Sangatte et Calais, *A. S. G. N.*, t. 50, 1925, p. 190-198.

nues en France, en Belgique, aux Pays-Bas et en Angleterre (1).

1^o *Banc des Pierrettes et Banc sableux de Marck*. — Je rappelle que le banc des Pierrettes établi dès le Flandrien moyen a constitué le littoral du Calaisis au cours des temps gallo-romains; ce littoral se prolongeait par un massif de dunes vers Marck.

La limite S. du banc de galets m'a été relativement aisée à fixer à Calais; je n'y reviendrai pas.

J'ai éprouvé plus de difficultés à tracer sa limite N. Mes dernières enquêtes m'engagent à placer cette limite (entre la place du Théâtre et la place de la Nation) en bordure même du boulevard Lafayette (côté Nord du Boulevard) (2).

(1) F. LENNEL. — Calais par l'image, 3 fasc. texte: Notices historiques (1^{er} fasc., 211 p., 1904; 2^e fasc., 219 p., 1905; 3^e fasc., 200 p., 1906) — Deux atlas (1^{er} album: Des origines à la fin du règne de Louis XIV, pl. 1-195, 1904; 2^e album: De la fin du règne de Louis XIV à nos jours, pl. 196-372, 1905). Calais (ou vrage publié à 250 ex., par souscription).

(2) Quelques cartes anciennes mettent vaguement en évidence le banc des Pierrettes, généralement par le seul tracé des watergands qui bordent le banc au N. et au S., depuis l'estuaire du Nieulay jusqu'à Marck. D'autres sont plus précises; en voici quelques-unes parmi les plus intéressantes:

Carte du Calaisis au début du XVII^e siècle (Bibliothèque Nationale, Estampes, coll. topograph., arr. de Boulogne, 15; LENNEL, pl. 130), indiquant « La plaine de Marc qui ne peut estre inondée ».

Carte des environs de Calais en 1633 (British Museum; LENNEL, pl. 137), indiquant « chemin des pierrettes lequel ne se peut inonder ».

Carte de Calais et des environs en 1640 (Bibliothèque Nationale, Manuscrits; LENNEL, pl. 145), figure par un pointillé le « Bancq de pierrette ».

Plan de Calais et des environs au début du XVIII^e siècle (Bibliothèque Nationale, coll. topogr., arr. de Boulogne, 29; LENNEL, pl. 200). Le banc des Pierrettes est figuré près du Fort Nieulay par un pointillé.

Plan de Calais et du Fort de Niculet, du début du XVIII^e siècle (Bibliothèque Nationale, coll. topogr., arr. de Boulogne, 32; LENNEL, pl. 201), figure le « Banc de Galet hors l'inondation ».

Plan du Camp sous Calais, commandé par M. le Prince de Croij, 1756 (Bibliothèque de l' Arsenal; LENNEL, pl. 217) figure « Les Pierrettes ».

2° *Banc de sable du Petit-Courgain*. — Il est bien visible au Petit-Courgain de Calais, extra-muros : il apparaît comme un massif de dunes très érodé. A l'intérieur de l'enceinte fortifiée, je n'ai pu l'identifier de façon certaine ; j'ai pu noter l'existence de sables poldériens à *C. edule* et *Scrobicularia piperata* dans la dépression du canal de Marek, jusqu'aux abords de la rue Voltaire et de la rue Linné ; la rue Mollien qui mène de l'Hôtel-de-Ville à la porte de Gravelines est partout installée sur un remblai d'environ 2 m. au moins aux abords de la rue Descartes ; l'Hôtel-de-Ville lui-même est installé sur un terre-plein artificiel.

Aucune carte ancienne ne signale le banc du Petit Courgain ; mais il n'y a pas lieu de s'en étonner, car les cartes modernes, y compris la carte géologique, ne le signalent pas davantage.

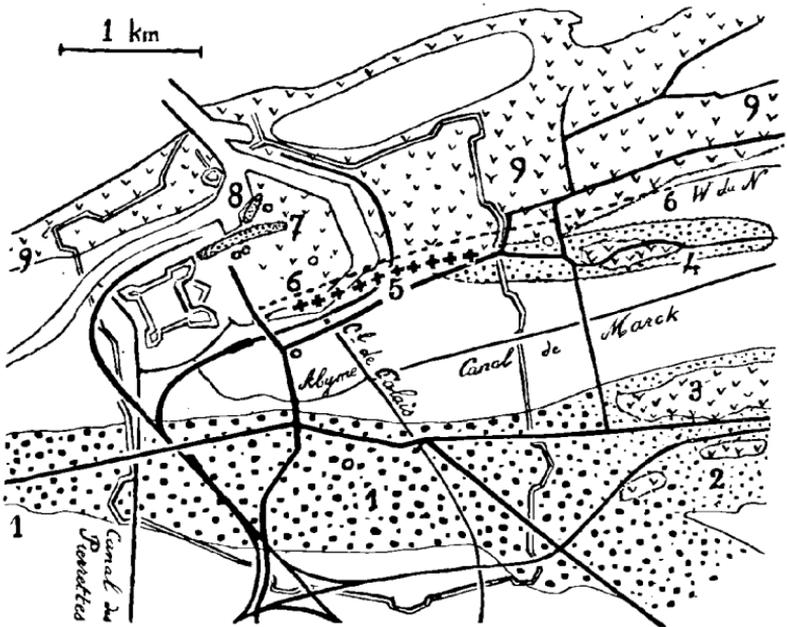
Le tracé des watergands sur les cartes anciennes permet pourtant d'en déduire l'emplacement.

Sur une excellente carte anglaise du xv^e siècle (1), une bande de terrain couverte de maisons s'étend sur l'emplacement actuel du Petit Courgain et du quartier de l'Hôtel-de-Ville. Elle est limitée au S. par le More dyke (un watergand qui paraît être devenu la branche occidentale de l'actuel canal de Marek) et au N. par le watergand du Nord, dont une ramification se dirigeant vers Marek forme aujourd'hui la branche orientale du Canal de Marek. Cette bande de terrain n'était évidemment pas très élevée, mais la présence de maisons à sa surface indique qu'elle était bien asséchée ; elle était sans nul doute bordée par un ancien bourrelet littoral assez fruste, cordon littoral ou digue, qui devait longer à peu de distance le watergand du Nord et devait passer non loin de l'emplacement du port de navigation intérieure actuel (soit au N., soit au S. de cet emplacement).

La date historique de l'établissement de ce bourrelet

(1) Calque conservé aux Archives du Pas-de-Calais ; (LENNEL, pl. 67-68).

littoral est totalement inconnue. Peut-être le banc de sable de la ferme Oyez (à l'W. de Sangatte), correspond-il au même stade de déplacement du littoral? C'est une hypothèse acceptable, mais dont la vérification ne paraît guère possible. Quoi qu'il en soit, ce bourrelet littoral ne fut fonctionnel que pendant une courte période: l'avancée



Dunes et cordons littoraux dans l'agglomération de Calais

LÉGENDE. 1, Banc des Pierrettes; — 2, Banc sableux de Marck; — 3, Petits massifs de dunes à la surface du banc de Marck; — 4, Banc de sable du Petit Courgain, avec quelques dunes; — 5, Emplacement ancien, probable, du banc de sable du Petit Courgain dans l'agglomération de Calais; — 6, Tracé approximatif du Watergand du Nord ou rivière de Gravelines, à Calais, avant le XVIII^e siècle; — 7, Bourrelet littoral de Calais-Nord; — 8, Dunes du Courgain; — 9, Dunes et sables éoliens plus récents que les cordons littoraux ou massifs de dunes précédents.

du nouveau cordon littoral (de Sangatte au Risban) provoqua l'établissement d'une sédimentation poldérienne sur une partie de l'estran situé au-devant du bourrelet littoral du Petit Courgain. Là fut établie la ville de Calais. A l'E. de Calais, le cordon littoral du Petit Courgain fut pendant quelque temps encore fonctionnel et reçut une couverture de sable éolien amené de l'estran resté sableux au devant de lui.

Telle me paraît être l'histoire de ce banc de sable dont l'établissement est à peu près contemporain de la naissance de Calais.

3° *Le bourrelet littoral de Calais-Nord.* — Les petites rues se rendant de la place d'Armes au boulevard des Alliés montent légèrement ou sont en dos d'âne (rues de la Poissonnerie, Courtenveau, des Mariniers, Berthois, etc...); ces rues, déjà toutes dessinées et bâties au xvi^e siècle, sont de toute évidence installées sur un bourrelet littoral qui fut peut-être un cordon littoral naturel, peut-être une digue artificielle, surmonté ou non de sables éoliens.

C'est le bourrelet littoral qui a provoqué ou favorisé l'installation de l'agglomération de Calais.

4° *Dunes du Courgain.* — Les étroites ruelles du quartier du Courgain sont en partie bâties sur une petite hauteur. La carte anglaise du xvi^e siècle déjà citée, indique sur l'emplacement actuel du Courgain quelques maisons situées au bord d'un littoral assez bas, les gros massifs de dunes n'étant figurés que plus à l'Est, au-devant de Marek près de Waldam.

Une vue de la ville et du port sous Henri VIII, vers 1544 (1), montre ces quelques maisons sur une dune très basse; une autre vue approximativement de la même époque montre quelques maisons et un hôpital près du port,

(1) British Museum, LENNEL, pl. 72.

à l'emplacement du Courgain, protégés par une petite dune.

En somme, ce quartier, très longtemps situé hors de la ville, semble n'avoir été construit qu'assez tardivement sur un petit massif de dunes très basses, récemment installées.

5° *Les dunes à l'E. du port.* — Tout le quartier situé à l'E. du port, entre la rue Mollien et l'enceinte fortifiée, est couvert de sable éolien qui cache le soubassement sans prendre la topographie de dune sauf près de l'angle N.E. de l'enceinte.

Depuis le milieu du xv^e siècle et certainement en 1558, à en juger par une gravure représentant la prise de Calais par les Français (1), le littoral, bordé de dunes, prolongeait vers l'E. le front N. des fortifications; pendant la fin du xv^e siècle et au début du xvii^e, le littoral s'est déplacé vers le Nord. Mais de nombreuses criques, situées entre les amas de dunes se remplissaient à marée haute à une faible distance de la ville, ainsi que l'indiquent la même gravure et beaucoup de cartes et plans, par exemple un plan de Calais par Damoiseau, en 1738 (2). C'est vraisemblablement pour limiter l'extension de ces criques que fut construite plus tard une digue (Digue Mouron, un peu au Nord de la vieille route de Gravelines (ch. de gr. communication n° 119 actuel). Cette route contournait l'angle S.E. de la fortification de Calais puis se dirigeait vers l'E. (3).

Ce chemin était peu distant du Watergand du Nord que j'ai mentionné plus haut. On voit encore le watergand

(1) Bibliothèque Nationale, coll. topogr., arr. de Boulogne, I, 35, LENNEL, pl. 92.

(2) Bibliothèque Nationale coll. topogr., arr. de Boulogne, I, 28, LENNEL, pl. 212.

(3) Voir la gravure intitulée: « Vray pourtraict de la ville et chasteau de Calais, comme la dicte ville a esté prinse par apoinctement, par son Illustriss Altesse, le Cardinal Albert le 17 d'April 1596 et le Chasteau per assault le vingtquatriesme ensuyvant ». Archives du Pas-de-Calais, LENNEL, pl. 110.

dessiné sur la plupart des cartes et plans jusqu'au début du XVIII^e siècle.

Sur un plan de 1731, par l'ingénieur Joseph Day (1), le watergand du Nord est encore figuré, mais avec cette annotation : « A canal which formerly went towards Gravelines, but is now filled with sand blown from the Neighboring Downs ».

Sur quelques cartes postérieures en date le watergand est encore indiqué sans remarque.

Mais, sur une carte datant de 1750 environ (2), le watergand est dessiné en noir avec l'annotation : « Ancienne R^e comblé de sable ».

Sur un plan de 1769 (3), le watergand est tracé avec l'annotation : « Ancienne rivière de Gravelines ».

D'ailleurs sur ces cartes, la route de Gravelines a été détournée et chemine plus au S. qu'auparavant sur une certaine distance.

Actuellement, le watergand du Nord n'est plus représenté que par un petit fossé se terminant en cul-de-sac parmi les dunes au Nord de Petit Courgain et amenant les eaux de quelques prairies dans le canal de Marek; tout le cours occidental du watergand a disparu.

Un envahissement marqué des sables éoliens vers l'intérieur du pays s'est donc produit vers le milieu du XVIII^e siècle, dans la partie de Calais voisine de l'angle N.E. de l'enceinte fortifiée actuelle.

(1) A Plan of the Town and Harbour of Calais. (British Museum, LENNEL, pl. 211).

(2) Carte de la Capitainerie Garde Coste de Calais ou Sangatte qui comprend les 24 paroisses du Gouvernement de Calais, présentée à Mons^r de Saint-Martin, Brigadier des Armées du Roy, Lieut.-Colonel de Régiment de Cav. de Romain, Capitaine Général Garde-Coste de la ditte Capitalnerie, par le S^r Ruijter. (Collection Joire; LENNEL, pl. 220).

(3) Collection Joire, LENNEL, pl. 227.

M. R. Dehée fait la communication suivante :

*Sur la présence de la Craie à Bélemnites
(Craie de Meudon) à la Fosse St-Aybert des
Mines de Thivencelles*
par René Dehée.

La Société Houillère de Thivencelles procède actuellement au fonçage d'un nouveau puits qui portera le nom de Fosse St-Aybert. Ce puits est situé sur le territoire de la commune de St-Aybert, à 1.000 mètres à l'Ouest du clocher de ce village, à 3 km. 500 de Condé-sur-l'Escaut, à 1.400 mètres environ de la frontière belge.

Les documents géologiques recueillis au cours de ce fonçage sont mis à la disposition de l'Institut de Géologie de Lille, par M. le Directeur général Dirand (1). M. Ch. Barrois m'a chargé d'en faire l'étude.

La coupe géologique complète de la Fosse St-Aybert sera publiée plus tard. Mais je n'ai pas voulu attendre l'achèvement du puits pour donner un résumé de mes premières observations. La *Craie sénonienne*, mal connue dans la région au Nord de Valenciennes, faite de coupes dressées avec soin, s'est montrée remarquable à St-Aybert par son épaisseur considérable et par la présence de couches dont on ignorait l'existence dans le Nord de la France. On verra ainsi que les assises du Sénonien du Bassin de Mons se prolongent sur le territoire français, en y conservant leurs faciès et leurs faunes caractéristiques.

Je fais abstraction, dans cette note préliminaire, des formations du Quaternaire (sables; épaisseur 8 mètres) et

(1) Je désire adresser dès maintenant mes remerciements à M. Driand, Directeur des Mines de Thivencelles, et aussi à M. Ronfard, Ingénieur en chef, qui m'a procuré toutes les commodités de travail, ainsi qu'à M. Goupil, Ingénieur de la Fosse St-Aybert, qui recueille soigneusement de nombreux échantillons, et me facilite les descentes dans le puits chaque fois que j'en exprime le désir.

du Tertiaire (sables glauconieux landéniens, tuffeau; épaisseur 23 m. 75) qui surmontent la Craie.

LE SÉNONIEN DE SAINT-AYBERT

On a récemment entamé, à 164 m. 50 de profondeur, une craie extrêmement glauconieuse, sableuse, de teinte gris foncé, qui correspond manifestement à la partie la plus élevée du Turonien à *Micraster breviporus* (*Leskei*). C'est la Craie de *Maisières* du Bassin de Mons. Cette roche, bien connue dans la région de Valenciennes sous le nom de *Bonne-Pierre*, constitue un niveau précis qui facilite l'interprétation des couches supérieures.

1° Par l'intermédiaire d'une formation de transition à grains de sable, gravier, nodules phosphatés, et par disparition progressive de la glauconie, on passe vers le haut à une formation de craie blanche, légèrement grisâtre, à nombreux débris d'Inocérames: *Inoceramus involutus* Sow., *In. Mantelli* de Mercey. J'y ai trouvé un *Micraster cortestudinarium* (*decipiens*). On a ici l'assise à *M. cortestudinarium*, Craie de *Saint-Vaast* du Bassin de Mons (CONIACIEN). L'épaisseur totale de l'assise est de 39 m. 50. Sa surface supérieure est ravinée par un conglomérat sableux, graveleux, à gros rognons verdis de phosphate et de pyrite.

2° Ce conglomérat forme la base de la couche supérieure qui atteint 74 mètres d'épaisseur: craie blanche, très pure, à cassure conchoïdale, en gros banes, où abonde *Actinocamax quadratus* DeFrance. On reconnaît ici la Craie de *Tivrières* du Bassin de Mons qui constitue l'assise à *Act. quadratus* (CAMPANIEN). Cette zone était inconnue dans notre département du Nord. Elle correspond à la Craie de Reims et à la Craie grise phosphatée de Picardie. Elle atteint, au Nord du Bassin de Mons, l'épaisseur de 120 mètres. Sa puissance est encore considérable à *St-Aybert*.

3° Les caractères de la couche supérieure sont ceux de

la Craie d'Obourg, qui, en Belgique, forme la partie tout à fait inférieure de l'assise à *Belemnitella mucronata*. La craie, sur 18 mètres d'épaisseur, est très blanche, très pure, pulvérulente. Elle a fourni à tous les niveaux, et en abondance, *Bel. mucronata* Schlotheim, qu'accompagne une faunule que je décrirai plus tard, où l'on reconnaît les espèces de la Craie de Meudon. A sa base, un conglomérat renferme à la fois *Bel. mucronata* et *Act. quadratus* remanié de l'assise sous-jacente. Sa surface, à 31 m. 75 de profondeur, est très ravinée par le Tuffeau landénien.

CONCLUSION

On retrouve donc, à la Fosse St-Aybert, depuis le Turonien jusqu'au Tertiaire, avec les mêmes faciès, les couches du Bassin de Mons qui se prolonge ainsi en deçà de la frontière. Les assises du Sénonien présentent des épaisseurs remarquables qu'elles n'atteignent pas à Hensies, à 3 km. au S. E., au puits N° 1 du Siège Louis-Lambert dont M. J. Cornet a dressé la coupe (1).

La position de notre puits correspond à une région relativement profonde d'une dépression de la surface du terrain primaire, décrite par Gosselet sous le nom de *Cuve de St-Aybert*, cavité qui serait antérieure, à l'époque crétacée (2).

Gosselet, sans connaître la nature exacte des couches du Sénonien, avait observé que, dans la Cuve de St-Aybert, comme dans plusieurs autres *paléocreux*, l'épaisseur anormale de la craie est en relation avec la grande profondeur du socle paléozoïque. De plus, il pensait que, dans ces dépressions, les assises les plus élevées du Crétacé pouvaient être conservées. Ces idées se vérifient à St-Aybert.

(1) J. CORNET. — Coupe des morts-terrains du puits N° 1 du siège Louis-Lambert des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul, à Hensies. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XLIX, 1924, p. 30-34.

(2) J. GOSSELET. — Les Assises Crétaciques et Tertiaires dans les Fosses et Sondages du Nord de la France. Fascicule IV. Région de Valenciennes, p. 4.

Plus à l'Ouest, au Sud de la Forêt de Raismes, dans le prolongement du Bassin de Mons et de la Cuve de St-Aybert, le *paléocreux Sabatier* présente des faits analogues. On ne connaît pas, en ce point, la texture du Sénonien. Mais la Fosse Sabatier en a traversé une épaisseur exceptionnelle. Il est fort probable que la *Craie à Bélemnites* y est représentée, comme à St-Aybert.

M. P. Corsin fait la communication suivante :

*Note sur la présence de Leiaia à la fosse n° 11
des mines de Nœux
par P. Corsin*

La fosse n°11 des mines de Nœux est située à proximité du chemin de Verquin à Béthune, à 3 km. environ du beffroi de cette dernière ville. Au cours de l'année 1924-1925, je me suis rendu souvent sur le terris de cette fosse afin de l'explorer. Là j'ai recueilli un certain nombre d'empreintes végétales, parmi lesquelles les plus intéressantes et les mieux conservées furent déposées dans les collections du Musée houiller de Lille.

En voici la liste :

<i>Neuropteris heterophylla</i> Brongn.	T C
<i>Neuropteris cf. flexuosa</i> Brongn.	R
<i>Neuropteris gigantea</i> Sternb.	R
<i>Neuropteris Schlehani</i> Stur.	T R
<i>Lonchopteris Bricei</i> Brongn.	T C
<i>Mariopteris acuta</i> Brongn.	A C
<i>Mariopteris aff. Sauveuri</i> Brongn.	A C
<i>Mariopteris</i> nov. sp.	R
<i>Sphenopteris cf. furcata</i> Brongn.	A C
<i>Sphenopteris cf. Lamarckiana</i> Kidston.	T R
<i>Sphenopteris</i> sp.	R
<i>Zeilleria delicatula</i> Brongn.	T R
<i>Corynepteris coralloides</i> Gutb.	R
<i>Calamites undulatus</i> Sternb.	T C
Fructifications de <i>Calamites</i> .	
<i>Lepidodendron ophiurus</i> Brongn.	
<i>Lepidostrobilus cf. ornatus</i> .	
<i>Dorycordaites palmaeformis</i> .	T C
<i>Samaropsis</i> .	

<i>Sphenophyllum cuneifolium</i> Sternb.	A C
<i>Bothrodendron minutifolium</i> Boulay.	
<i>Pinakodendron</i> sp.	
<i>Cardiocarpus</i> sp.	
<i>Annularia radiata</i> Brongn.	
<i>Asterophyllites longifolius</i> Sternb.	C
<i>Asterophyllites equisetiformis</i> Schloth.	C

Dans cette liste il convient de souligner la présence des espèces suivantes : *N. Schlehani*, *Lonchopteris Bricei* forme *Eschweilleriana*, *Mariopt. acuta*, *Asterophyllites longifolius*; nous remarquerons que *N. Schlehani* est relativement très rare, et *Lonch. Bricei* très abondant. De plus, on rencontre ici trois *Neuropteris* autres que *N. Schlehani*.

D'après les caractères de cette flore, on peut attribuer les couches exploitées à la fosse n° 11 de Nœux à l'assise de Vicoigne (zone A² de Zeiller) sommet de la zone à *N. Schlehani* et base de la zone à *Lonchopteris Bricei*.

De même sur le terris on trouve fréquemment : *Carbonicola similis* Brown. (Base de l'assise d'Anzin), *Anthracomya Williamsoni* Brown. (Sommet de l'assise de Vicoigne), avec *Naiadites modiolaris* Sow.

Ainsi la faune limnique confirme donc exactement les conclusions que nous venons de tirer de la flore.

En mai 1924, je remarquai la présence parmi les déblais d'un schiste noir, rubané, très fin, riche en fossiles animaux. Je montrai ces empreintes à M. Pruvost et nous y reconnûmes les formés suivantes :

un lamellibranche d'eau douce : *Naiadites carinata* Sow., forme très abondante, associé à lui, un petit phyllopoде que l'on trouve également en grande quantité : *Leaia tricarinata* f. *minima* P. Pr.

A côté de ces formes, nous fûmes assez heureux pour découvrir en association avec elle un arachnide nouveau de la famille des Anthracosironidés : *Anthracosiro* nov. sp.,

et une ponte de poisson du type Fayolia : *Fayolia Sterzeli* Weiss., dont M. Pruvost donne la description dans une note ci-après.

La découverte de ce schiste renfermant une faune limnique intéressante, caractérisée surtout par la présence de *Leaia* méritait un examen d'autant plus approfondi que ce niveau à *Leaia* est connu dans le bassin houiller franco-belge comme ayant une position stratigraphique bien définie dans l'assise de Vicoigne (faisceau de Modeste) (1), et qu'on pouvait espérer en tirer des indications sur l'âge encore inexact du faisceau exploité par la fosse n° 11 de Nœux et tenter de l'assimiler aux faisceaux où ce niveau a déjà été reconnu.

Dans ce but des recherches purent être entreprises au fond de la mine à partir de juin 1925, avec M. Vigier, ingénieur des mines de l'arrondissement minéralogique de Béthune, grâce à la collaboration de MM. Jourdan, ingénieur en chef de la Compagnie de Nœux, Malraison, ingénieur en chef-adjoint; Agniel, ingénieur de la fosse.

La fosse n° 11 de Nœux exploite un groupe de veines de 8 à 13 la veine 13 étant au mur du gisement. Nous étudiâmes d'abord méthodiquement le toit des veines exploitées. Cette première recherche ne nous donna pas le niveau à *Leaia*. A ce moment, M. Agniel attira notre attention sur le fait que des travaux de galerie avaient été faits dans une passée située au toit de la veine n° 13 et que le toit de cette couche inexploitable devait avoir lui aussi été déversé sur le terris. En décembre 1925, M. Vigier constata qu'en effet le niveau à *Leaia* était bien cette première passée au toit de la veine 13, et il recueillit au fond de la mine de nombreux échantillons de ce fossile dans un schiste semblable à celui du terris.

La connaissance du niveau à *Leaia* est importante à un autre point de vue, c'est qu'il se trouve, toujours dans le houiller à quelque distance au mur du niveau marin de *Poissonnière* (*Katharina* de la Buhr).

En analysant les couches de la fosse n° 11 à partir de la passée de 13 vers le toit du gisement, on peut donc s'at-

(1) P. PRUVOST. — Introduction à l'étude du Houiller du Nord de la France. 1919, p. 69.

tendre à mettre la main sur le niveau marin, dont M. Ch. Barrois a révélé l'importance et la continuité dans le bassin (1).

Ce niveau marin de Poissonnière est isolé à la base de la zone à *Lonchopteris* (2).

Or, *Lonchopteris Bricei-Eschweilleriana* apparaît à la veine 12 puis de nouveau dans une passée au mur de la veine 10. C'est entre ces deux veines qu'apparaît la flore à *Lonchopteris* et il nous semble que c'est là le point où doit se trouver le niveau marin.

M. Vigier en entreprend actuellement la recherche d'après ces indications paléontologiques.

M. R. Vigier, à la suite de cette communication, est heureux d'annoncer que la découverte du Niveau marin de Veine Poissonnière dans le faisceau de la fosse N° 11 de Nœux, découverte souhaitée par M. Corsin, en confirmation de ses observations, vient d'être réalisée effectivement ces jours derniers.

M. Vigier a, en effet, trouvé ce niveau au toit de la passée à 10 mètres sous la Veine N° 10. Ce toit est un schiste pyriteux riche en lamellibranches marins; en particulier la *Nuculana acuta* y abonde.

Dans le faisceau de la fosse N° 11 qui comprend de haut en bas les couches suivantes :

Veine N° 10.
passée irrégulière.
passée à 10 m. sous Veine N° 10 = POISSONNIÈRE.
Veine N° 11.
Veine N° 12.
passée.
passée au toit de Veine N° 13 = NIVEAU A *Leaia*.
Veine N° 13.

Ce niveau marin de Poissonnière est à 65 m. au-dessus du niveau à *Leaia* et est intercalé dans des couches contenant la flore à *Lonchopteris Bricei* (Veine N° 12, passée sous veine N° 10).

(1) Ch. BARROIS. — Note sur la veine poissonnière du terrain houiller d'Aniche. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. 39, p. 49.

(2) P. BERTRAND. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 168, 1919, p. 780.

Cette découverte qui fixe pour la première fois la position du niveau de Poissonnière, au N. de la faille Reumaux, dans la région de Béthune, est un nouvel exemple de ce que l'on peut atteindre en utilisant d'une façon parallèle les documents fournis par la flore terrestre, la faune continentale et la faune marine, pour fixer l'âge d'un faisceau du terrain houiller.

M. P. Pruvost fait la communication suivante :

Description de deux fossiles du terrain houiller de Nœux
(*Anthracosiro Corsini nov. sp. et Fayolia Sterzeli Weiss.*)
par **Pierre Pruvost**

(Pl. VII).

La découverte des *Leavia minima* (1) dans le gisement de la fosse n° 11 de Nœux, que nous devons aux recherches de M. P. Corsin, assistant à la Faculté des Sciences, et de M. R. Vigier, ingénieur des mines à Béthune, porte à cinq le nombre des localités où cet intéressant fossile a été signalé (2), dans notre bassin houiller. Ce sont :

1°) à la fosse Dejardin des mines d'Aniche, où les *Leavia* se trouvent au toit de la veine Nord-4, à 90 m. sous le niveau marin de Poissonnière.

2°) à la fosse n° 4 des mines d'Ostricourt, où elles sont au toit d'une passée située à 22 m. au-dessus de la veine Auguste. La position de cette couche par rapport au niveau marin de veine Poissonnière était inconnue à l'époque où j'en signalai la présence à Ostricourt, mais des recherches récentes de M. Solasse, ingénieur de cette Compagnie, ont permis de fixer ce point. M. Solasse a, en effet, découvert à la fosse n° 4 le niveau marin de Pois-

(1) Les *Leavia minima* ont été retrouvés dernièrement dans le bassin houiller du Limbourg, par le D^r J. W. Jongmans, dans le sondage n° XLIII, à la profondeur 389 m. Elles y occupent le même niveau stratigraphique qu'à Liège. (Note ajoutée pendant l'impression).

(2) Voir *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 43, p. 254.

P. PRUVOST. Faune contin. du terr. houiller, *Mém. Carte géol. France*, 1919, p. 67-69, pl. 25, fig. 1-4.

sonnière à 25 m. au-dessus de la couche à *Leaia* (Poissonnière = passée située à 40 m. au mur de veine Alphonse du Sud).

3°) à la fosse n° 10 des mines de Lens, au toit d'une passée située à 12 m. dans le recoupage n° 3, un schiste à *Leaia* a été rencontré; mais on se trouve dans une région disloquée, et les relations avec le niveau marin de Poissonnière sont actuellement incertaines.

4°) à la fosse n° 2 bis des mines de Bruay, M. L. Didier, ingénieur en chef, a trouvé une couche à *Leaia* au toit de la veine n° 2. Cette couche est à 100 m. au niveau d'une passée à 37 m. au-dessus de veine Célestine, passée dont le toit représente le niveau marin de Poissonnière.

5°) enfin, la couche à *Leaia* de la fosse n° 11 de Nœux, formant le toit de la passée sur veine n° 13, vient, grâce aux patientes recherches de M. R. Vigier, d'être située par rapport au même niveau marin, dont elle a permis la découverte. Poissonnière qui, à la fosse n° 11 de Nœux, est la passée à 10 m. au niveau de veine n° 10, se trouve à 65 m. au-dessus de la couche à *Leaia*.

Ainsi se confirme la curieuse localisation stratigraphique de ce fossile, d'abord découvert par M. A. Renier dans le terrain houiller de Liège, puis par M. X. Stainier, dans celui de Charleroi. D'un bout à l'autre du bassin franco-belge, il se rencontre dans la moitié supérieure de l'assise de Vicoigne, dans le faisceau compris entre les deux niveaux marins de la passée de Laure et de Poissonnière. Les gisements belges indiquent qu'il se tient plutôt au voisinage du premier; les gisements français, au contraire, montrent ces *Leaia* plus voisines du second niveau marin. En tous cas, leur découverte a déjà permis, en deux occasions, à Bruay et à Nœux, de retrouver ensuite le niveau marin de Poissonnière, en orientant les recherches dans les couches qui les surmontent immédiatement.

Avec les *Leaia minima*, M. Corsin a trouvé en associa-

tion, à Nœux, *Naiadites carinata* Sow., en abondance, et deux empreintes extrêmement intéressantes, l'une d'un Arachnide, l'autre d'une ponte d'Elasmobranché, sur lesquelles je voudrais ici donner quelques détails :

Anthracosiro Corsini *nov. sp.* (1)

Pl. VII, fig. 1 et 2.

DESCRIPTION. — L'échantillon d'arachnide découvert par M. Corsin est l'empreinte (positive et négative) de la face dorsale, montrant la plus grande partie de l'abdomen et un petit morceau du céphalothorax en connexion avec lui. L'empreinte négative (fig. 1 a) est la plus complète.

Abdomen: de contour trapézoïdal, plus large en arrière qu'en avant, segmenté, formé sur la face dorsale de sept segments, précédés d'un anneau antérieur d'articulation avec la tête, un peu différent des autres. Les segments dorsaux se composent d'une pièce tergale rectiligne et de deux pièces pleurales, de plus en plus importantes en allant d'avant en arrière, les postérieures étant curvilignes, recourbées en avant. Sur la ligne axiale des tergites, une carène saillante porte des petits tubercules. On voit par transparence l'orifice anal de la face ventrale s'imprimer sur la dernière tergite. Les autres traits de la face ventrale sont invisibles.

Céphalothorax: Le fragment qui en est conservé est trop réduit pour donner une idée de l'ensemble. Cette pièce a été reconstituée dans son contour, sur la fig. 2, d'après ce que l'on connaît des formes voisines.

Dimensions: longueur de l'abdomen : 9 mm. 5; largeur (la plus grande) : 7 mm.

AFFINITÉS. — Les caractères de cette empreinte d'abdomen, en particulier le nombre et la structure des segments formés de trois pièces, dont le tergite rectiligne et les deux lobes pleuraux dirigés en arrière, faisant un angle

(1) Famille des Eophrynidés Karsch; genre *Anthracosiro* Pocock.

brusque avec le tergite, sont exactement ceux du genre *Anthracosiro* Pocock (1), dont les seuls représentants connus actuellement se trouvent, extrêmement rares, dans le terrain houiller de la Grande-Bretagne.

Des deux espèces signalées, *A. Woodwardi* Pocock et *A. Fritschi* Pocock, le fossile de Nœux se sépare profondément par la forme de l'abdomen très élargie en arrière, et tronquée en arrière, par la forme de ses plaques pleurales, recourbées en avant, et le développement inusité des postérieures d'entre elles; enfin, la présence d'une carène axiale pustuleuse sur cet abdomen est également tout à fait spéciale. Ces caractères nous conduisent à envisager comme une espèce nouvelle l'arachnide de Nœux, que nous sommes heureux de dédier à son heureux inventeur. Ceci porte à huit le nombre des espèces d'arachnides recueillies jusqu'à présent dans notre bassin houiller.

GISEMENT DES ANTHRACOSIRO. — Des deux espèces anglaises, l'*A. Woodwardi*, représenté par un certain nombre d'exemplaires, et l'*A. Fritschi*, dont une seule empreinte est connue, proviennent tous des Lower Coal Measures; la plupart de Cosely, près Dudley. Il n'est pas sans intérêt de constater que l'espèce française de ce genre est située elle aussi au même niveau (assise de Vicogne).

Fayolia Sterzeli WEISS

Pl. VII, fig. 3.

1887. *Fayolia Sterzeliana*, Ch. Weiss. Jahrl. d. preuss. geol. Landesanst., 1887, p. 94, pl. IV.
1894. *Fayolia dentata* Seward (nec. Renault et Zeiller), Naturalist, 1894, p. 233, pl. I, fig. 1-2.
1910. *Fayolia dentata* Seward, in L. Moysey, Quart. Journ. geol. Soc., vol. 66, p. 338.

Avec l'arachnide décrit ci-dessus, M. Corsin a recueilli

(1) R. Pocock, *Geol. Mag.* [4], vol. X, p. 408 et Monogr. Carbonif. Arachnida. *Pal. Soc. Lond.*, p. 69 et 79, fig. 36 et 37.

dans la couche à *Levia* de la fosse n° 11 de Nœux une empreinte appartenant au genre *Fayolia*, c'est-à-dire à une ponte de poisson (Ichthyotome vraisemblablement), formée de deux valves enroulées l'une sur l'autre en spirale.

L'échantillon de Nœux ne montre qu'un fragment de tour de spire ; mais il présente la striation et la ligne de petites cicatrices circulaires qui caractérisent les *Fayolia* (1).

La taille, la largeur du tour de spire, le nombre et l'écartement des cicatrices (deux cicatrices sur une distance de 3 mm.) circulaires correspondent exactement au type spécifique du terrain houiller de Chemnitz décrit par C. Weiss sous le nom de *F. Sterzeli*. C'est à cette espèce que je rapporte le fossile de Nœux.

F. Sterzeli Weiss paraît être une espèce limitée à la partie tout à fait inférieure du terrain westphalien. On la connaît en effet à Borna, près Chemnitz, dans les couches d'Hainichen-Ebersdorf, et en Angleterre dans les Lower Coal Measures, car il faut lui rapporter à mon avis (c'est d'ailleurs une opinion présentée par L. Moysey comme vraisemblable) le fossile de Barnard Castle, décrit par le Professeur Seward sous le nom de *F. dentata*. La découverte de M. Corsin porte à trois le nombre de localités où a été reconnue cette espèce, et l'on constatera avec intérêt qu'il s'agit encore ici d'un niveau (assise de Vicoingne) correspondant à la partie inférieure du Westphalien (2).

(1) Je renvoie à l'étude détaillée de ces formes résumée dans les deux mémoires suivants: L. MOYSEY, *Q. J. G. S.*, vol. 66, p. 329, et P. PRUVOST, La faune contin. du terr. houiller, *Mém. Carte géol. France*, 1919, p. 439.

(2) Je rappellerai qu'une autre espèce de *Fayolia* (*F. Moyseyi* Pruv.), est connue dans notre bassin houiller, comme en Angleterre, mais dans l'assise moyenne du Westphalien (Lens, faisceau d'Ernestine). Voir P. PRUVOST, *op. cit.*, p. 450, pl. 26, fig. 30.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

Anthracosiro Corsini et Fayolia Sterzeli

FIG. 1 et 2. — **Anthracosiro Corsini** nov. sp. : 1, Empreinte positive de l'abdomen (face dorsale); 1a, empreinte négative, en l, un fragment de *Leaia minima*; 2, reconstitution du fossile (seules les parties conservées sont figurées en traits continus); gr — 6.

Etage : Westphalien; *Assise* : de Vicoigne faisceau de Modeste¹.

Localité : Nœux, fosse n° 11, toit de la passée au-dessus de veine n° 13.

Holotype conservé au Musée houllier de Lille.

FIG. 3. — **Fayolia Sterzeli** Weiss, fragment d'un tour de spire (gr = 3/2).

Même gisement que ci-dessus.

M. G. Pontier fait la communication suivante:

Contribution à l'étude

du Mastodon Turicensis - Schintz

par G. Pontier.

(Planche VIII)

Dans un ouvrage récemment paru concernant la Collection de l'Abbé Bourgeois réunie par ce savant à l'école de Pont-Leroy, l'auteur, M. le Dr G. H. Stehlin, Conservateur du Musée de Bale, signale en décrivant les pièces révérales aux Mastodontes, la rareté des débris du *Mastodon Turicensis*. Cette espèce est en réalité beaucoup plus rare que le *Mastodon angustidens*, à en juger par les pièces existant dans les divers musées et collections particulières. Ayant la bonne fortune de la voir représentée dans ma collection par plusieurs molaires détachées, par une mandibule complète et toute la moitié droite du crâne, j'ai jugé utile de donner de ces matériaux une description complète. En effet, de nombreuses

recherches m'ont montré que ces pièces constituent un ensemble unique et prêtent à la fixation de certains caractères de l'espèce encore très discutés.

La question du *Mastodon Turicensis* a déjà été longuement discutée par certains auteurs (Gaudry-Vacek, Schlesinger). C'est Cuvier qui, le premier, à propos d'une molaire trouvée dans le calcaire de Montabuzard, près d'Orléans, a abordé la question. La dent trouvée dans une carrière de calcaire d'eau douce, pétri de Limnées et de Planorbis, attira l'attention du grand paléontologiste qui en a donné la reproduction dans son ouvrage sur les ossements fossiles (pl. 28, fig. 6). Ses collines, dit-il, simplement crénelées, ne sont pas aussi exactement divisées en deux pointes que celles du *Mastodon angustidens*, ce qui pourrait faire soupçonner une autre espèce. Ces collines, non divisées, indiquent donc un rapport avec les dents des grands tapirs (Le *Dinotherium*). Néanmoins, je ne pense pas que la dent actuelle provienne de ce genre dont les collines sont plus séparées et dont les crénelures nombreuses et petites ne peuvent jamais représenter des mamelons (1).

Se hasant donc sur ces caractères différentiels, Cuvier proposa pour cette nouvelle espèce le nom de *Mastodon tapiroïdes*

Mais la molaire de Montabuzard était une molaire de lait, document se prêtant assez peu à l'établissement d'une diagnose générique. Trois molaires trouvées à Elgg furent dans la suite décrites par Schintz sous le vocable *Mastodon Turicensis* et elles présentent toutes les garanties désirables. H. Von Meyer a d'ailleurs décrit d'autres spécimens provenant également d'Elgg, et Schlesinger des documents provenant de la Basse Autriche (Klein Hadersdorf).

Voici en résumé les caractères de l'espèce :

(1) CUVIER. — Ossements fossiles, t. II, p. 371.

Forme de la première dentition

$$\text{Inc. } \frac{1-1}{1-1} \quad \text{M. } \frac{3-3}{3-3} = 16$$

Seconde dentition

$$\text{Inc. } \frac{1-1}{1-1} \quad \text{prem. } \frac{2-2}{2-2} \quad \text{mol. } \frac{3-3}{3-3} = 24$$

Les deux premières de lait sont inconnues encore actuellement (Stehlin). La troisième de lait supérieure rectangulaire porte 3 collines transverses, à crête comprimée et crénelée au sommet avec scissure médio longitudinale pénétrante; il existe une arête récurrente très prononcée et tuberculée dans le fond du vallon. Cingulum crénelé, rejoignant en avant et à l'arrière un talon également crénelé.

La molaire D³ du bas est analogue mais plus étroite.

Il existait des prémolaires rappelant comme forme les homologues du *Paleomastodon*. Les troisième molaires particulièrement intéressantes au point de vue de la diagnose, ont les caractères suivants, d'après Lartet :

Série supérieure : Troisième molaire à couronne un peu plus longue à proportion que celle du *Mastodon Borsoni* et également plus contractée à l'arrière, portant aussi quatre collines transverses dont les trois premières sont moins égales entre elles. La quatrième est suivie d'un talon crénelé tantôt détaché, tantôt rejoignant la pointe interne de la quatrième colline. Bourrelet en ceinture basilaire ordinairement très saillant.

Série inférieure : Dernière molaire à couronne surbaissée et contractée en arrière comme la supérieure portant comme elle quatre collines qui vont en décroissant de largeur de la deuxième à la quatrième. Celle-ci est suivie d'un talon tubercule diversiforme, mais toujours nettement détaché. La détritition sur les molaires du *Mastodon Turicensis* produit des figures en losanges moins définies que dans celles du *Mastodon Ohioticus* qui appartient

également à la série tapiroïde. Le *Mastodon Turicensis* apparaît dans le Miocène Inférieur (Burdigalien) d'après M. Ch. Depéret. Schlesinger a réfuté l'opinion de M. Wegner qui affirmait que les Mastodontes à molaires franchement tapiroïdes n'apparaissent que dans le Pontien. L'espèce est assez polymorphe.

Lartet a décrit une espèce intermédiaire entre le *Mastodon Turicensis* et le *Mastodon angustidens*: le *Mastodon pyrenaicus*, qui aurait été pourvu d'une défense sans bande d'émail et de molaires à disposition sub-tapiroïde.

Comme le fait remarquer le Dr Stehlin, cette espèce est douteuse et pourrait peut-être se rapporter au *Mastodon longirostris* du Pontien sub-pyrénéen. Une molaire de ma collection paraît confirmer la manière de voir du savant professeur de Bale.

Quoi qu'il en soit, nombreuses sont les transitions entre les molaires bunodontes du *Mastodon angustidens* et les molaires lophodontes du *Mastodon turicensis*.

Il paraît au premier abord difficile de tracer une limite entre les deux types. Schlesinger dans son ouvrage sur les Mastodontes de la basse Autriche a admis une forme décrite sous le nom de *sub-tapiroïdea*. Plus on s'approche de la limite inférieure du Miocène, plus on observerait des molaires atypiques et on serait tenté de conclure que les ancêtres aquitaniens du *Mastodon Turicensis* étaient franchement bunodontes.

La question est en réalité très complexe, car on trouve déjà dans le calcaire de Sansan des types très évolués avec des molaires presque aussi coupantes que celles du *Mastodon Borsoni*. On pourrait invoquer pour certaines formes intermédiaires des phénomènes de convergence. Si l'on admet avec M. Depéret qu'au moment où vivait la mutation primitive du *Mastodon angustidens*, la mutation *pygmæus* (Depéret), il existait déjà des *Mastodon Turicensis* typiques, on peut être amené à remonter plus haut pour en rechercher l'origine.

Dans un travail précédemment paru dans les *Annales*

de la Société Géologique du Nord j'ai signalé qu'il existait chez les ancêtres des Mastodontes une forme bunodonte et une forme lophodonte : *Paleomastodon Beadnelli* d'une part, *Paleomastodon Wintoni* et *Paleomastodon Barroisi* d'autre part. La question de descendance est en réalité très compliquée et l'origine de la disposition ta-piroïde remonte peut-être jusqu'au *Paleomastodonte*.

Pour ce qui est des incisives (défenses), Lartet a attribué au *Mastodon Turicensis* quatre défenses permanentes : La défense supérieure, d'après cet auteur, est à courbe simple cylindroïde à la sortie des alvéoles et un peu comprimée à la partie exerte, avec bande d'émail sur la face convexe et longitudinale. Schlesinger a signalé de la basse Autriche un ensemble de documents qui confirme cette manière de voir. Nous verrons dans la suite ce qu'il faut en penser, la défense du *Mastodon Turicensis* décrite ici étant encore in situ dans l'alvéole et absolument complète.

Les défenses inférieures développées à l'extrémité de la symphyse étaient cylindroïdes, comprimées latéralement et ressemblaient à l'homologue du *Mastodon angustidens*.

Le *Mastodon Turicensis* qui fait la base de cette étude a été trouvé à Villefranche d'Astarrac, dans le niveau du calcaire de Simorre, assise à faune plus évoluée que celle de l'assise de Sansan. Il reposait à la base d'une petite colline, la colline de Lasseube.

Dans le Gers, les couches ne sont pas exploitées industriellement et dans de grandes carrières, mais les trouvailles se font à la suite de recherches voulues, ou de simples prises de calcaire que les paysans font pour la construction fortuite des bâtiments. Il sensuit que les matériaux paléontologiques provenant de la région sont très rares. Le *Mastodon* en question reposait tout entier dans un calcaire dur à gros éléments. Comme on a fait sauter les pierres à la mine, on n'a pu obtenir l'animal entier, ce qui est à déplorer, étant donné l'état parfait de conservation.

Je n'ai pu sauver que la mandibule complète, la moitié

droite totale du crâne restée dans une énorme pierre que j'ai fait transporter ici et dégagé moi-même. Ces deux pièces offrent un intérêt particulier au point de vue anatomique. En dehors d'elles, il reste l'arrière molaire gauche détachée, une partie de l'intermaxillaire gauche, un tronçon de la défense gauche encore engagée et quelques débris de grands os.

D'après M. de Lapparent, le Miocène du Gers tout entier lacustre a trois cents mètres de puissance et se divise en deux assises séparées par un poudingue à galet calcaire. Il est constitué par des marnes versicolores jaunes grises, verdâtres et rougeâtres et des mollasses ou grès calcarifères avec quelques bancs calcaires. Les *Unio flabellifer*, *Unio Lacazei*, *Melania aquitana*, *Helix Larteli*, *Helix Leymerii*, se rencontrent dans les deux assises. La principale masse calcaire de l'assise inférieure est connue sous le nom de calcaire de Sansan, elle offre un très riche gisement de mammifères, particulièrement la colline fameuse, propriété actuelle du Museum de Paris. Cette faune est assez semblable à celle de l'Orléanais avec, *Protopithecus antiquus*, *Mastodon angustidens*, *Mastodon Turicensis* = *Mastodon tapiroides*, *Amphicyon major*, *Rhinoceros Sansaniensis*, *Chærotherium Nouleti*, *Dicroceras elegans*. Cette couche peut être considérée comme à cheval sur le Burdigalien et l'Helvétien.

L'assise supérieure franchement helvétique forme le Calcaire de Simorre également très riche en mammifères: *Mastodon Simorrensis*, *Mastodon Turicensis*, *Dinotherium giganteum*, *Rhinoceros (Brachypotherium) brachypus*, *Anchitherium Aurelianense*, *Listriodon splendens*, *Dicroceras elegans*. Le *Mastodon Turicensis* de Villefranche, provenant de la zone de Simorre, présente donc le type de l'espèce tout à fait évoluée et se prête donc à une excellente description anatomique.

LA MANDIBULE. — Elle est complète et offre les deux défenses définitives inférieures dans un parfait état de conservation. La symphyse est longue, mais moins déve-

loppée, cependant que dans le *Mastodon angustidens* ainsi que nous le verrons tout à l'heure, elle est trapue et dilatée à son extrémité. A sa partie supéro-externe et de chaque côté existent deux lignes osseuses partant de la région du diastème et plus épaisses dans la région de l'insertion des défenses. Cette disposition anatomique délimite une gouttière plus resserrée dans la région du diastème et allant en s'aggrandissant dans les deux tiers antérieurs.

Cette gouttière est délimitée en bas par un plan assez régulier, assez difficile à distinguer dans certaines parties où il reste du calcaire adhérent. Le diastème limite à l'arrière la gouttière, il est assez large et résulte de la fusion en avant de la ligne dentaire des deux branches horizontales du maxillaire. Les défenses s'insèrent à la partie antéro-externe de l'extrémité de la symphyse, elles sont à la base entourées d'un assez fort bourrelet osseux, rugueux à certains endroits. Elles sont cylindroïdes, légèrement aplaties latéralement, un peu divergentes et présentant à l'extrémité un peu d'usure. Les trous mentonniers sont situés l'un derrière l'autre sur une ligne parallèle à la base de la symphyse.

La branche horizontale de la mandibule est épaisse, arrondie à la partie inférieure. Le bord inférieur est presque rectiligne, plus peut-être que du vivant de l'animal, car il paraît avoir été aplati et les branches un peu déjetées à gauche par suite de la fossilisation dans l'épaisse couche de calcaire. A l'avant, la branche est plus haute et elle s'incline à l'arrière où elle s'arrondit légèrement à l'endroit où elle rencontre la branche montante. Elle est moins épaisse et moins bombée que chez les mastodontes évolués et en particulier le *Mastodon Arvernensis*.

Cette branche porte deux molaires : la seconde molaire vraie M^2 , et la troisième M^3 in situ. La première est formée de trois collines avec scissure médio-longitudinale encore visible..

Chaque colline est formée de deux denticules, l'un ex-

terne plus fort, l'autre interne plus étroit, l'arête récurrente n'est plus visible; le talon est petit, formé de deux éléments légèrement déjetés à l'arrière comme dans le *Dinotherium Bavaricum*. L'extrémité des mamelons est entamée et montre des champs d'ivoire entourés d'émail épais. L'aspect de cette molaire est franchement tapiroïde.

L'arrière molaire est formée de quatre éléments sub-égaux, subdivisés en deux denticules, l'externe plus fort. La première colline est presque au début de la fonction et légèrement entamée; les trois autres collines encore complètes montrent trois ou quatre éléments intermédiaires dont la réunion avec les denticules forme une crête perlée. Les espaces entre les collines sont largement ouverts non interceptés; il existe une crête récurrente légère offrant de deux à trois perlures. La scissure médio-longitudinale est très apparente, le talon est petit, contracté, séparé en plusieurs éléments crénelés.

La branche montante est haute, l'apophyse coronoïde encore encroûtée à droite, est plus haute que le condyle, à gauche la partie supérieure est abrasée, ainsi que la surface condylienne. Le condyle droit resté entier, est malheureusement recouvert d'une masse de gangue dont la dureté a empêché le dégagement, de crainte de destruction de l'os par l'ébranlement. Sur la pièce, une ligne blanche délimite la position que doit occuper la calotte condylienne, le col est épais.

Le bord antérieur de la branche montante est épais, cannelé latéralement, le bord postérieur présente un angle marqué, alors que chez l'éléphant et les types évolués, ce bord est arrondi régulièrement. Le canal dentaire visible à gauche est large, l'insertion des masseters rugueuse et irrégulière.

La branche montante forme avec la branche horizontale un angle de 122°, c'est-à-dire obtus. C'est une caractéristique des mastodontes primitifs par opposition aux autres proboscidiens évolués dont la mandibule est plus courte. Chez le *Mastodon angustidens* l'angle est de 120

à 125° environ ; à titre de comparaison, chez le *Mastodon Andium* l'angle est de 100°, chez le *Mastodon Sivalensis*, de 90 à 95° ; chez le *Mastodon Ohioticus*, de 95° ; chez le *Stegodon bombifrons*, de 90° ; chez le *Stegodon insignis*, de 95°. L'angle voit sa valeur descendre encore chez les éléphants, on note 72° chez l'*Elephas planifrons*, 70° chez l'*Elephas africanus*, 65° chez l'*Elephas indicus* et l'*Elephas primigenius*. A cette occasion, on peut noter que par atavisme les jeunes éléphants ont un angle bien plus obtus que les adultes ; une mandibule de jeune mammouth de Sibérie offrant D¹ et D² a un angle dépassant 100°, et une symphyse bien plus proéminente que chez l'adulte.

Par les caractères que nous venons d'énumérer, le *Mastodon Turicensis* est encore une forme primitive mais déjà plus évoluée que le *Mastodon angustidens* (f. *Tetralodon*). Dans ce dernier, la symphyse est plus développée, la gouttière plus longue et plus profonde, s'élargissant davantage pour s'étaler au niveau des incisives. Le bord incisif supérieur est remarquable par sa forme semi-circulaire et le relief accusé qu'il possède. On peut se demander par quoi était recouverte la longue symphyse du *Mastodon angustidens* et du *Mastodon Turicensis*.

Si on place au-dessus d'un maxillaires inférieur la face d'un Mastodon primitif appartenant au groupe des *Tetralodon*, avec ses molaires, on voit par la naissance des incisives supérieures que la symphyse avançait fort à l'avant de ces deux dents et qu'il n'existait pas de pièces osseuses destinées à la recouvrir. C'était donc une lèvre supérieure très forte, très épaisse, qui venait, en abritant la symphyse inférieure, prolonger en avant la cavité buccale. On devrait tenir compte de cette disposition anatomique quand on veut représenter le mastodonte restauré.

MENSURATIONS

Mandibule du Mastodon Turicensis. — Collection personnelle.

Longueur totale du bord postérieur de la branche montante à l'extrémité de la symphyse..... 1^m01 cm.

Longueur de la défense	31 cm.
Longueur de la symphyse	41 cm.
Largeur de la gouttière	6-7-11 cm.
Longueur de la branche horizontale	28 cm.
Hauteur au niveau de M2	16 cm.
Hauteur au niveau de M3	12 cm.
Longueur de la table dentaire	25 cm. 5
Longueur de M2.....	9 cm. 5
Largeur.....	6 cm. 5
Longueur de M3.....	15 cm. 5
Largeur.....	7 cm.
Les deux tables dentaires sont parallèles.	
Hauteur de l'apophyse coronoïde	32 cm.
a dû être de	34 cm.
Hauteur du condyle.....	28 cm.
Épaisseur du maxillaire derrière le talon de M3	11 cm.
Écartement entre les deux molaires	8 cm.
Écartement des apophyses coronoïdes	25 cm.

Mastodon angustidens. Mensurations prises sur le squelette de Sansan au Museum d'Histoire Naturelle de Paris.

Longueur de la mandibule du bord postérieur de la branche montante à l'extrémité de la symphyse. 1 ^m	17 cm.
Longueur de la symphyse	75 cm.
Longueur de la gouttière	61 cm.
Longueur de la table dentaire	25 cm.
Hauteur de la branche horizontale au niveau de M2.	19 cm.
Hauteur de l'apophyse coronoïde	35 cm.
Hauteur du condyle.....	27 cm.

Mastodon Arvernensis (Sauvigny. Yonne). — Collection personnelle.

Longueur de la table dentaire	32 cm.
Longueur de la branche horizontale	36 cm.
Hauteur au niveau de M2	14 cm.
Hauteur au niveau de M3	12 cm.
Largeur en arrière de M3	14 cm.
Longueur de M3.....	20 cm.

Nota. — Dans cette espèce évoluée, la mandibule est beaucoup plus trapue, le bord inférieur de la branche horizontale plus arrondi et plus courbé comme chez l'éléphant.

LE CRANE. — Le crâne est représenté par toute la partie droite avec la défense supérieure *in situ* s'insérant dans l'alvéole complète. Etant donné l'âge du sujet, l'occipital supérieur, les pariétaux, les frontaux et la partie supérieure des temporaux sont unis pour former une seule calotte.

L'os maxillaire est comparativement beaucoup plus allongé que chez les éléphants, l'élévation verticale est moindre, particulièrement chez les Mastodontes primitifs.

Le *Mastodon Turicensis* avait beaucoup de rapport avec le *Mastodon angustidens* à ce point de vue. Au niveau du sinus maxillaire, on observe un épaissement assez fort, une dépression indique l'endroit où s'est faite la soudure avec l'intermaxillaire.

Le bord alvéolaire du maxillaire porte deux molaires: M² et M³ en parfait état de conservation. La molaire antérieure M² offre trois collines avec éléments élanés. L'extrémité est entamée par l'usure. Les vallées sont très largement ouvertes et l'arête récurrente est presque invisible de même qu'à M² inférieure, ce qui donne à la molaire un certain aspect dinothérien. Le talon est petit et forme une crête perlée, séparée de la troisième colline par un vallon irrégulier plus large et plus profond à la partie externe. La molaire postérieure M³ présente trois collines seulement, la première offre deux gros denticules, l'externe plus fort et coupant l'interne légèrement usé et montrant le champ d'ivoire entouré d'un bourrelet d'émail épais.

La partie antérieure de la dent est entourée d'un cingulum avec nombreuses perlures, disposition classique chez le *Mastodon Turicensis*. Les deux autres collines non entamées sont subégales avec denticules externes plus coupants portant deux sillons indiquant l'existence de deux éléments médians; le denticule interne est plus fort et un peu plus arrondi. Il existe à la partie postérieure des collines une arête récurrente plus marquée à l'arrière qu'à l'avant formée de petits tubercules coalescents. Les vallées sont très largement ouvertes, deux petits flots de perlures, dépendances du cingulum antérieur, les limitent à la partie interne de la dent..

Le talon est coalescent avec la quatrième colline. Il en résulte une masse formée de trois denticules saillants séparée de la troisième colline par une large vallée. La con-

traction des deux derniers éléments qui, en réalité, réduit la molaire à trois collines normales est souvent observée chez le *Mastodon Turicensis* et rappelle la disposition souvent remarquée également chez les espèces de Paléomastodontes tapiroïdes (*Paleomastodon Wintoni*, *Paleomastodon Barroisi*). J'ai déjà signalé cette disposition atavique dans un travail sur les Paléomastodontes. Cette réduction de la partie postérieure de l'arrière molaire me paraît plus commune chez les espèces lophodontes que chez les espèces bunodontes. Il est à remarquer que chez les Paléomastodontes Bunodontes, *Paleomastodon Beadnelli*, la réduction de M³ est également beaucoup moins commune.

Les molaires divergent légèrement à l'avant et sont moins parallèles que chez les proboscidiens évolués. Le bord postérieur du maxillaire est épais avec l'apophyse ptérygoïde du palatin en partie conservé. Cette apophyse est très développée, l'échancre au devant de l'apophyse est forte. Le palais osseux étant très développé à l'arrière, on observe deux des trous sphéno-palatins. Chez les éléphants, le palatin moins développé avance jusqu'au milieu de l'espace occupé par les molaires, espace dont l'échancre palatine prend un cinquième. Derrière les molaires, le palatin est comme enveloppé par la partie ptérygoïdienne du sphénoïde. Cette surface remonte obliquement en avant pour se continuer avec une crête du frontal qui sépare l'orbite de la tempe. Chez le Mastodonte, cette crête a une direction plus verticale, surtout chez le *Mastodon Turicensis* qui nous occupe et chez le *Mastodon angustidens*.

Le temporal bien visible sur l'échantillon a sa fosse en partie comblée par le calcaire; cette fosse plus développée dans le sens antéro-postérieure n'offre pas, par contre, une hauteur comparable à celle qu'on observe chez les Mastodontes plus récents (*Mastodon Sivalensis*, *Mastodon Arvernensis*). L'arcade zygomatique est peu élevée surtout à l'arrière, elle a été écrasée et fait presque corps

avec le maxillaire sur lequel elle a été rabattue par suite du poids des matériaux environnants au moment de la fossilisation. Le peu de hauteur de l'arcade à l'arrière correspond ici aux conditions observées au maxillaire inférieur. Le canal auditif encreoûté siégeait légèrement au-dessus de l'arcade. La partie jugale mieux conservée, montre une apophyse post orbitaire assez courte et légèrement obtuse.

L'occipital est encreoûté fortement par le calcaire; il montre une crête qui a dû être très développée; il est déformé au niveau de l'occipital supérieur et les condyles ne sont pas observables.

Le pariétal s'élève assez peu, beaucoup moins que chez les éléphants; il était rempli de cavités qu'on voit fort bien en coupe.

Le frontal est également moins élevé comme chez le *Mastodon angustidens*, il limite en haut l'orbite qui était moins large chez les formes primitives. Une petite portion du sphénoïde antérieur où l'aile orbitaire est cachée dans l'orbite derrière la crête sphéno-frontale. Le trou optique est petit et peu visible dans l'enfoncement encombré de calcaire.

L'apophyse orbitaire du frontal est assez forte et irrégulière; offre la disposition observée chez le *Mastodon angustidens*. Il est probable que chez le *Mastodon Turicensis* et les types voisins, l'œil était relativement plus haut que chez les éléphants.

L'os lacrymal est peu visible et son tuberculé peu saillant peut-être du fait de la conservation défectueuse à ce niveau.

Le trou sous orbitaire est fort large, et assez éloigné de l'arcade.

La région nasale n'a pas été conservée sur l'échantillon.

L'intermaxillaire sur notre sujet a été séparé à sa partie moyenne et laisse voir latéralement la large impression des deux défenses; il présentait un raphe médian.

Détail curieux: entre le raphe et les deux défenses exis-

tent deux îlots d'ivoire dont la structure rappelle la disposition anatomique d'une racine dentaire; l'îlot de droite sectionne à la partie moyenne et se poursuit sur la partie droite de l'intermaxillaire qui porte l'alvéole de la défense. S'agit-il d'un reste atavique de l'Incisive I chez les anciens proboscidiens? En absence d'examen micrographique, il est difficile de se prononcer.

Les alvéoles sont puissantes: le bord qui entoure la défense est extrêmement épais et atteint à la partie inférieure l'épaisseur de trois centimètres. A la partie inférieure et à la partie supéro-externe, existent deux crêtes qui, à leur extrémité, dépassent légèrement le bord alvéolaire. L'alvéole forme avec le maxillaire supérieur un angle de 70° environ. Cet angle est variable chez les diverses espèces de proboscidiens suivant leur degré d'évolution. Chez le *Mastodon Arvernensis* et le *Mastodon Sivalensis* cet angle est de 60°, chez le *Mastodon longirostris* de 65°, chez le *Mastodon Ohioticus* de 70°, chez le *Stegodon bombifrons* de 50°, chez le *Stegodon Ganesa* de 45°. Dans le groupe des éléphants, cette valeur angulaire est moindre; elle atteint 50° chez l'*Elephas hysudricus* et l'*Elephas africanus*, et descend à 45° chez l'*Elephas indicus* et l'*Elephas primigenius*.

LA DÉFENSE. — La défense est longue, légèrement arquée, proclive, c'est-à-dire pointant en bas, à l'opposé de ce qu'on observe chez le *Stegodon* et l'Éléphant où la concavité regarde en haut. Elle est cylindroïde en sortant de l'alvéole; elle diminue graduellement et se comprime également. Chez le *Mastodon* de Villefranche, elle est presque pseudoprismatique à l'extrémité.

La bande d'émail existait très développée chez le *Mastodon Turicensis*. Elle n'est pas absolument développée sur la face externe ainsi que l'indique Lartet, opinion que semble confirmer Schlesinger. Si on la prend dans l'alvéole où une partie a été enlevée en vue de cet examen, on voit qu'elle commence par une bande très large siégeant à la partie supérieure de la défense. Dès la sortie de l'alvéole, elle s'incline de façon à gagner la surface

externe vers la partie moyenne; elle est alors absolument externe; vers la fin de la défense, elle empiète légèrement sur la partie externe. A l'extrémité, la pointe est presque entièrement recouverte. Il s'ensuit que la bande d'émail est légèrement spiralée, mais beaucoup moins que chez le *Mastodon angustidens*. Le défaut d'interprétation, des auteurs qui se sont occupés de la question provient sans doute de ce que leurs recherches ont porté sur des défenses détachées ou sur des fragments. Dans le cas en question, il n'y a plus de doute, la défense n'ayant jamais été enlevée de l'alvéole.

Chez le *Mastodon Turicensis*, la bande d'émail est épaisse, régulière et fait un relief sur le reste de la défense. L'âge du sujet de Villefranche étant égal à l'inspection des dents à celui du *Mastodon angustidens* du Muséum, on peut en inférer que chez le *Mastodon Turicensis*, la défense supérieure était plus forte et plus longue que chez le *Mastodon angustidens*. Chez ce dernier, elle était plus proclive, indiquant sa parenté avec le *Paleomastodon Beadnelli*. Les défenses inférieures venaient se loger entre les défenses supérieures et leur plan coupait obliquement celui des défenses supérieures.

Comme conclusion, nous dirons que le *Mastodon Turicensis*, tout en conservant beaucoup des caractères du groupe des tetrabelodon, montre certains caractères évolutifs qui l'éloigne des types tout à fait primitifs, dont le *Mastodon angustidens* nous donne la notion.

DIMENSIONS DU CRANE

Longueur totale de l'extrémité de la défense à l'apophyse ptérygoïde.	1 ^m 88
Jusqu'à l'occiput.	1 ^m 97
De l'occiput à l'extrémité de l'alvéole	87 cm.
Longueur de l'alvéole.	43 cm.
Longueur de l'arcade zygomatique	32 cm.
Largeur.	8 cm.
Longueur de la fosse temporale	29 cm.
Largeur.	16 cm.
Longueur du maxillaire supérieur latéralement	30 cm.
Longueur de la table dentaire	25 cm.

Longueur de M2.....	10 cm.
Longueur de M3.....	15 cm.
Largeur de M2	6 cm. 5
Largeur de M3	7 cm. 5
Circonférence de la défense à la sortie	36 cm.
A l'extrémité.	20 cm.
Écartement des défenses à la sortie	15 cm.
Largeur de la bande d'émail au niveau de l'alvéole.	6 cm.
A la partie moyenne	4 cm. 3
A la partie terminale	3 cm. 5
Longueur totale de la défense	1 ^m 12 cm.

Mastodon angustidens, du *Museum d'Histoire Naturelle de Paris*.

Longueur totale du crâne:

De l'apophyse ptérygoïde à l'extrémité de la défense.	1 ^m 72 cm.
De l'apophyse ptérygoïde à la partie antérieure du maxillaire supérieur.	35 cm.
Longueur de l'alvéole	37 cm.
Longueur de la défense prise de la sortie de l'alvéole à la pointe.	1 ^m 00

Il me reste pour terminer à adresser mes plus vifs remerciements à MM. Paul de Givenchy et Mossier, membres de la Société Préhistorique française, mes collègues qui ont bien voulu prendre les mensurations comparatives sur le *Mastodon angustidens* remonté au Museum d'Histoire Naturelle de Paris.

BIBLIOGRAPHIÉ

CUVIER. — Recherches sur les ossements fossiles, Paris, 1836.

FALCONER. — Paléontological memoirs.

FALCONER et CAUTLEY. — Fauna antiqua siwalensis.

LARTET. — Sur la dentition des Proboscidiens fossiles. *Bull. Soc. Géol. de France*, tome XVI.

ANDREWS. — Catalogue des vertébrés du Fayoum.

DR PONTIER. — Sur une nouvelle espèce de Paleomastodon. *Annales Soc. Géol. du Nord*, 1907.

DR Ch. DEPERET. — Découverte d'un *Mastodon angustidens* dans le Cartennien de Kabylie.

DR Ch. DEPERET. — Evolution du monde animal, Paris, 1907.

SCHLESINGER. — Die Mastodonten der K. Naturhistorischen Hoff. Museum, Wien, 1917.

DR H.-G. STEILLIN. — Catalogue des ossements de mammifères tertiaires de la Collection Bourgeois à l'École de Pont-Leroy (Loir-et-Cher). — Blois, 1925.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

Mastodon Turicensis Schintz

Collection Pontier à Lumbres

- I. — Crane, vue latérale
 - II. — Crane, vue de la table dentaire.
 - III. — Mandibule, vue prise latéralement.
 - IV. — Mandibule, vue présentant la table dentaire de face.
-

Sur la grande mutation

du *Mastodon longirostris* - Kaup.

par **G. Pontier.**

(Planche LX)

Dans une étude parue antérieurement dans les *Annales de la Société Géologique du Nord*, j'ai signalé que dans le gisement classique d'Eppelsheim existe une forme de *Dinotherium* évolué dont les molaires atteignent les grandes dimensions de la mutation terminale du genre observée dans les Couches Pontiques et décrite par Stefanescu sous le vocable *Dinotherium* variété *gigantissimum*. Les mensurations que j'ai prises dernièrement au Muséum de Paris sur le moulage de la mandibule de *Dinotherium gigantissimum* donnent en effet une longueur de 110 millimètres à la penultième molaire supérieure comme dans la dent d'Eppelsheim décrite dans le travail en question.

Le *Mastodon longirostris* trouvé à Eppelsheim dans les mêmes conditions de gisement se prête aux mêmes conclusions.

Il a en effet existé à Eppelsheim un *Mastodon longirostris* qu'on peut rapporter à une mutation géante terminale. M. le professeur Pohlig a, dans un travail précédemment paru, signalé la grandeur exceptionnelle attein-

te par cette forme géante. Le fémur du *Mastodon longirostris* évolué atteint la grandeur des plus grands fémurs d'*Elephas antiquus* qu'on admet être la forme la plus colossale du groupe des Elephants, et ne le cède qu'à l'homologue du *Dinotherium*. L'entrée de deux molaires superbes appartenant à la grande mutation dans ma collection, est l'occasion d'en donner ici une description.

Le gisement d'Eppelsheim, d'après Pohlig, est Pliocène tout à fait inférieur, ce qui explique la particularité offerte par la mutation en question.

Le *Mastodon longirostris* appartenant à la série Bunodonte, *Angustidens longirostris arvernensis* est une espèce tetralophodonte, c'est-à-dire que chez lui les molaires intermédiaires présentent quatre collines plus un talon.

La formule pour cette espèce est pour la première dentition :

$$\text{Inc. } \frac{1-1}{1-1} \quad \text{M. } \frac{3-3}{3-3} = 16$$

pour la deuxième dentition :

$$\text{Inc. } \frac{1-1}{1-1} \quad \text{prem. } \frac{2-2}{2-2} \quad \text{mol. } \frac{3-3}{3-3} = 24$$

Cette espèce offre encore des prémolaires comme dans les types primitifs. Il existait quatre défenses; la symphyse était beaucoup moins développée que dans les *Mastodon angustidens* et *turicensis*, et portait deux petites défenses permanentes.

Il existe un échantillon de mandibule adulte au musée de Mayence. Dans la troisième molaire inférieure et supérieure, on observe cinq rangées de collines avec mamelons se contractant à l'arrière. Il y a quelquefois addition ou suppression d'une colline suivant que le type est plus ou moins évolué.

Les mamelons des molaires sont moins élancés et mieux alignés transversalement. Les tubercules intermédiaires sont moins gros que dans le *Mastodon arvernensis* et ne s'élèvent pas jusqu'au niveau des éléments principaux.

Les vallons séparatifs sont moins encombrés et plus largement ouverts.

Il existe dans le groupe *longirostris* un type ordinaire de taille moyenne dont la deuxième molaire a 13 ou 14 centimètres de long sur 0,07 de large et où l'arrière molaire atteint 16 à 18 centimètres. Comme type de cette variété primitive, je décrirai une molaire supérieure gauche à la sortie de l'alvéole. Cette dent ne présente qu'une légère usure au bourrelet qui relie le denticule interne au cingulum antérieur. Elle présente cinq collines et un petit talon formé de plusieurs éléments. Le bourrelet antérieur est crénelé ainsi que la série d'éléments qui le rattache à la première colline. Cette colline est formée de deux éléments très séparés et pluridigites. La vallée séparant les deux premières collines offre trois gros tubercules intermédiaires interceptant la dite vallée; la seconde colline offre une disposition analogue, le denticule interne offre trois éléments coalescents, et le denticule externe en a le même nombre. Les tubercules intermédiaires existant entre la deuxième et la troisième colline sont au nombre de trois et interceptent entièrement la vallée. La troisième et la quatrième collines sont composées d'une façon analogue, les denticules latéraux sont plus saillants comparativement et les denticules médians sont moins forts. La dernière colline offre seulement deux gros éléments latéraux et un petit élément médian. Les tubercules intermédiaires des deux dernières vallées sont plus petits et au nombre de quatre ou cinq. Latéralement, on observe des groupes de perlurés. Si on place à côté de cet échantillon une molaire de même rang et de même situation provenant du calcaire de Sansan, et appartenant au *Mastodon angustidens*, on voit que les différences essentielles consistent seulement dans la suppression d'une colline et dans un moins grand développement des tubercules intermédiaires. On voit qu'il existe entre ces deux espèces une très grande similitude, et que l'une n'est que la suite de l'autre.

La longueur pour le *Mastodon angustidens* est de 15 centimètres sur 7 cm. 5 ; la dimension homologue pour le *Mastodon longirostris* est de 18 cm. 5 avec une largeur égale.

Si on procède à l'examen des deux molaires appartenant à la grande mutation, on voit d'abord que les dimensions sont de beaucoup plus élevées.

26 cm. 5 pour la molaire du haut sur 11 cm. de large, 26 cm. sur 9 cm. 5 pour la molaire du bas toujours plus étroite chez les proboscidiens.

La première molaire mesurée, arrière molaire supérieure gauche, est une pièce remarquable par ses dimensions et sa conservation. Elle présente cinq collines plus un talon très développé.

La première colline entamée par l'usage montre un denticule interne formé de plusieurs éléments dont la coupe donne une surface tréflée, qui rappelle ce qu'on observe sur le *Mastodon Andium* ; le denticule externe offre la coupe de trois éléments, les tubercules sont forts, un bourrelet puissant forme de nombreuses perlures et entoure à la partie antérieure la première colline. La seconde colline entamée également, offre une disposition analogue, la vallée séparative est obstruée par de nombreux tubercules accessoires au nombre de dix au moins, elle est totalement interceptée de même que la seconde vallée. La troisième colline montre des éléments touchés à leur extrémité tout à fait supérieure, il existe deux gros denticules latéraux et deux éléments médians. La troisième vallée montre sept gros tubercules intermédiaires disposés comme précédemment. La quatrième colline offre une disposition analogue, mais l'usure inégale a entamé seulement la partie postérieure.

Les tubercules intermédiaires de la vallée séparant l'élément IV de l'élément V sont en partie recouverts par du ciment, ce qui indique l'évolution du sujet en question. Ce ciment qui noie en partie les tubercules intermédiaires rappelle ce que l'on observe sur les *Mastodon Humboldtii*, *Andium* et *mirificus*.

La cinquième colline est formée de deux éléments externes arrondis et de quatre éléments médians digités. Derrière se voit un talon très fort formé de trois groupes d'éléments. Ces groupes contiennent environ douze tubercules, et il existe aussi du ciment dans l'espace séparant la dernière colline du talon.

Latéralement, on observe des groupes de perlures et un cingulum assez développé. Cette énorme molaire présente de fortes racines en cinq groupes correspondant aux collines.

La molaire du bas, arrière molaire inférieure gauche, n'appartient pas au même animal, elle est tout à fait au début de l'usage. Elle offre cinq collines et un talon également très développé. Il n'existe pas à l'avant un bourrelet aussi net qu'à la molaire supérieure. Ce petit bourrelet est réuni au denticule interne par un groupe de trois tubercules. La première colline divisée par la scissure médio-longitudinale qu'on voit jusqu'au talon, offre deux gros denticules : externe et interne assez larges, élancés, et trois éléments intermédiaires. Elle est atteinte légèrement par l'usure qui a entamé l'émail et montre un peu l'ivoire central.

La vallée est assez resserrée et ne montre que trois tubercules, intermédiaires dont l'un est très développé et mamelonné, interceptant l'espace situé entre les deux collines. Les trois collines suivantes ne sont pas atteintes par l'usure, elles offrent quatre éléments médians délimités par des sillons et bien digités, et deux gros denticules interne et externe, à sommet régulièrement arrondi.

La cinquième colline est plus contractée, mais a une disposition identique. Le talon, qui la suit est fort, presque aussi développé qu'une colline, très contracté et porte un élément postérieur très net. Il offre l'aspect d'une colline en train de se scinder pour donner un élément supplémentaire (type pentalophodonte). A chaque vallée existe un groupe de tubercules accessoires, trois ou quatre en général, et interceptant l'espace séparatif. Un léger

dépôt de ciment comble également le fond des vallées. Il n'existe pas de cingulum, l'émail latéralement est épais et porte de fines stries parallèles, la base de sustentation des mamelons est épaisse et fortement développée.

Comme nous venons de le voir, les molaires de la grande mutation se distinguent du type normal par les dimensions bien plus grandes: 18 à 26 cm., presque les 2/5; par une plus grande complexité des éléments fondamentaux et, en particulier, des tubercules accessoires; par l'exubérance du talon et l'apparition du ciment dans le fond des vallées. On sait que l'observation de cet élément indique que l'on est en présence d'un Mastodonte à type évolué. Le ciment ne se développant d'une façon abondante que chez les Stegodon et les Eléphants.

La disposition des couches tertiaires dans le gisement classique d'Eppelsheim indiquant une durée très longue, il n'est pas étonnant de voir des espèces évoluer sur place et offrir des types géants faisant pressentir l'extinction prochaine du groupe.

BIBLIOGRAPHIE

KAUP. — Oss. foss. Darmst., 1832.

KAUP. — Bertr. zur nach, etc., 1857.

DE BLAINVILLE. — Osteol. g. Eleph., les morceaux d'Eppelsheim, pl. XV.

LARTET. — Sur la dentition des proboscidiens fossiles. *Annales de la Société Géologique*. Paris, 1858.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

Fig. I. — Molaire de *Mastodon angustidens* Cuvier — Mol. 3 sup. gauche.

Fig II. — Molaire de *Mastodon longirostris* — Kaup Mol. 3 sup. gauche. type normal. — Eppelsheim — Hesse-Darmstadt.

Fig. III. Molaire de *Mastodon longirostris* Kaup. Eppelsheim Mol. 3, sup. gauche. Mutation évoluée.

Fig. IV. — Molaire de *Mastodon longirostris*. — Kaup. Eppelsheim. — Mol. 3, inf. gauche. Mutation évoluée.

M. G. Dubois présente une molaire de Mammouth qu'il a récoltée à Sangatte et dont il fait don au Musée Gosselet. Il donne ensuite connaissance de la note suivante :

**Molaire de Mammouth provenant des limons
de la falaise de Sangatte**

par

G. Dubois et G. Pontier

(Fig. 1 et Pl. X).

I CONDITIONS DE GISEMENT. — Cette molaire a été trouvée à Sangatte le 8 septembre 1925 par l'un de nous, après une tempête survenue au cours de la période de grosses marées du début de septembre (1).

Des paquets de limon arrachés à la falaise ont été délayés sur place laissant ainsi apparaître des os qui pouvaient être ramassés sur l'estran lors du recul du flot, à peu de distance d'ailleurs du gisement de chacun d'eux, ainsi qu'il était aisé de s'en rendre compte, grâce au limon qui enrobait encore en partie ces ossements.

Certains d'entre eux, à patine brun foncé provenaient des couches de limon très sableux du sommet de la falaise.

D'autres à patine brun clair, ocre et blanche, provenaient des limons plus ou moins calcaires situés vers la base de la falaise.

C'est de ces couches inférieures que provient la molaire présentée. On sait que ces couches recouvrent des dépôts marins attribués au Monastirien (2).

La dent a été ramassée sur le cordon littoral actuel, à quelques mètres du pied de la falaise et à 150 m. environ à l'W. du chemin qui descend à la plage (3).

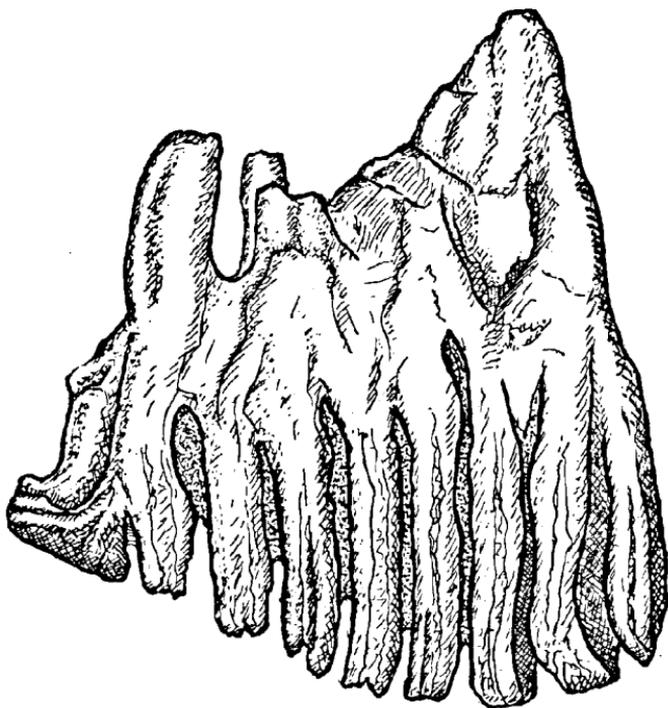
Elle est patinée d'ocre et de blanc. Quelques lames seu-

(1) Coefficient 1.10 le 2 septembre 1925.

(2) G. DUBOIS. — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France, *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. VIII, I, 1924, p. 19 et suiv., pl. B.

(3) Au voisinage du point XXXI de la coupe détaillée de la falaise, *loc cit.*

lement ont été en partie cassés par le choc de la vague. En dehors de ces cassures fraîches, les lames avec leurs fines et fragiles lamelles d'émail sont presque intactes; les racines sont en grande partie conservées.



· FIG. 1. — Molaire supérieure gauche (m1/) de Mammouth
Face latérale externe
Limens de la falaise de Sangatte
(approximativement $\frac{4}{5}$ de la grandeur naturelle)

On peut en déduire :

- D'une part, que la dent n'a subi qu'un transport insignifiant sur les galets du cordon littoral actuel;
- D'autre part, qu'elle n'a subi, avant sa fossilisation,

qu'un transport également peu considérable. Elle n'a pas subi de remaniement stratigraphique. *Elle date de manière certaine les limons qui la contenaient.*

DESCRIPTION DE LA MOLAIRE (Fig. 1 et Pl. X). — Elle offre une légère déformation due à la pression des terrains.

Elle est longue de 10 cm. 9; large de 7 cm. 1; haute de 11 cm. 5. La racine antérieure est bien distincte. La table masticatrice est basse (Fig. 1).

On distingue huit lames fonctionnelles (épaisses de 7 à 11 mm.), un talon postérieur très réduit et un champ d'ivoire antérieur indiquant la disparition de quatre lames.

Les lames sont serrées, un peu épaisses dans la région médiane; les lames d'émail sont minces (1 mm. à 1 mm. 5), finement festonnées (Pl. X).

DÉTERMINATION. — Ces caractères indiquent très nettement une molaire de type très évolué d'*Elephas primigenius* Blum.

Nous la rapportons à *E. primigenius sibiricus* Depéret et Mayet (1).

C'est très vraisemblablement une première molaire (antépénultième) supérieure, gauche.

CONCLUSIONS. — La présence de cette molaire dans les limons de Sangatte confirme la position stratigraphique qui leur a été fixée par l'un de nous (2). Ils constituent une masse de dépôts continentaux formés au cours de la régression post monastirienne et du début de la transgression flandrienne. Les bancs qui ont fourni la molaire décrite, sont plus particulièrement attribuables au *Flandrien inférieur* (3).

(1) DEPERET et MAYET. — Monographie des Elephants pliocènes d'Europe et de l'Afrique du Nord. *Ann. Univ. Lyon*, nouvelle Série, I, fasc. 42, 1923, 2^e P., p. 188-190; p. 201.

(2) G. DUBOIS, *loc. cit.*, p. 292.

(3) Le Mammouth avait déjà été signalé à Sangatte. Mais les précisions paléontologiques et stratigraphiques désirables n'avaient pu être données en toute certitude au sujet de cette présence (cf. G. DUBOIS, *loc. cit.*, p. 32):

— De la pièce découverte par Robbe, il ne nous reste plus

Séance du 17 Mars 1926

Présidence de M. Tacquet, ancien président,
puis de M. Dollé, président.

Sont élus membres de la Société :

MM. **Berthelin**, Ingénieur en chef aux Mines de Carvin
(Pas-de-Calais).

Bestel, Professeur au Lycée de Laon.

Maillet, Ingénieur aux Mines de Liévin.

Vigier, Ingénieur au Corps des Mines à Béthune.

Il est procédé à l'organisation des Excursions de l'année 1926.

M. **A.-P. Dutertre** présente des observations sur le Callovien des environs de Marquise et sur les Poissons du bathonien du Boulonnais.

M. G. Dubois fait la communication suivante :

Ostéométrie de l'*Ursus arctos* fossile de Beuvry
par Georges Dubois.

Je donne ci-dessous, à titre de documentation, la description sommaire et la mensuration d'un squelette

que la description sommaire de Chellonneix (CHELLONNEIX, Eléphant dans le diluvium de Sandgatte. *Bull. Sc. Hist. Litt. Dép. du Nord*, t. V, 1873, p. 259-260; et Découverte d'un *Elephas primigenius* à Sangatte. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. I, 1873, p. 38-40), que nous résumons ici: Pièce montrant la symphyse du menton et contenant la première dent antérieure gauche. Cette dent mesure 0 m. 12 de longueur; elle possède dix lames. Trouvée à 100 m. au S.W. du chemin qui donne accès à la mer, à 4 m. horizontalement du pied des escarpements diluviens. Elle provient de limons gris-verdâtre à nodules de craie.

— D'autre part, le gisement du fragment de molaire de la collection Gosselet, provenance Hette, n'est pas certain.

La présente note apporte les précisions nécessaires.

d'*Ursus arctos* L. trouvé à Beuvry en 1873 et conservé au Musée Gosselet à Lille (1).

GISEMENT ET ORIGINE

Ce squelette provient d'une carrière ouverte près de la gare de Beuvry (près Béthune; département du Pas-de-Calais).

Il gisait dans une poche de ravinement des sables landéniens. Cette poche était remplie par les limons suivants :

- 2° Limon argileux rouge, rude au toucher (ravinant le limon 1),
- 1° Limon sableux pulvérulent, jaune, avec petits nodules calcaires.

C'est dans le limon inférieur, dont la position stratigraphique et les caractères lithologiques sont ceux d'un ergeron, qu'a été trouvé le squelette.

Dégagé par les soins de M. Hanquelle, pharmacien à Béthune, et offert par ce dernier au Musée Géologique de Lille, il a été décrit sommairement par Chellonneix (2).

POSITION SYSTÉMATIQUE.

Je rappelle au préalable la position systématique de l'espèce, sans m'étendre d'ailleurs sur les caractères familiaux et génériques, qui sont bien connus :

- Famille des *Ursidés* Gray, 1825 (3)
- Genre *Ursus* Linnæus, 1758 (4)
- Ursus arctos* Linnæus, 1758 (4)

(1) Cette importante pièce a été fortement détériorée au cours des événements de guerre. Elle vient d'être remontée dans la mesure du possible. C'est à cette occasion que j'ai rédigé la présente note.

(2) CHELLONNEIX. — Ours fossile de Beuvry. *Bull. scientifique, historique et littér. du Dép. du Nord et des pays voisins*, t. V, 1873, p. 181-183. — *Ursus arctos* dans le diluvium de Beuvry. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. II, 1873, p. 33-35.

(3) J.-E. GRAY. — An outline of an attempt at the disposition of Mammalia into tribes and families, with a list of the genera apparently appertaining to each tribe. *Thomson's Annals of Philosophy*, vol. XXVI, 1825, p. 339.

(4) C. LINNÆUS. — *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*; 10^e éd., t. I, Regnum animale, 1758, p. 47.

DESCRIPTION SOMMAIRE ET MENSURATION.

TÊTE.

La tête est munie de sa mandibule. Les arcades zygomatiques ne présentent que leurs racines postérieures. La base du crâne est détruite.

Boîte crânienne et rostre sans sutures apparentes : ceci indique un individu très âgé.

Crêtes occipitale et sagittale très hautes ; lambda fortement surélevé ; crêtes temporales formant entre elles un angle aigu. Déclivité frontale accentuée. Pas de bosses frontales développées.

Foramen préorbitaire ouvert antérieurement au-dessus de l'espace interdentaire m1/ et m2/.

Les principales dimensions de la tête sont consignées ci-dessous :

Tête avec la mandibule. Longueur totale.....	40 cm.
Longueur basilaire (intercondylo-alvéolaire) ..	34 cm. 6
Largeur maxima interzygomatique	(?) 25 cm.
Largeur intercondylienne de l'occiput	7 cm. 9
Largeur maxima inter-paroccipitale.....	13 cm. 1
Largeur maxima interlympanique (prise aux mêats).....	15 cm. 9
Largeur maxima intermastoiïdienne	19 cm.
Largeur minima à l'étranglement mastoiïdo- zygomatique.	16 cm. 1
Largeur minima à l'étranglement postorbitaire.	9 cm. 6
Largeur maxima aux apophyses postorbitaires.	13 cm. 8
Largeur minima à l'étranglement orbitaire ..	9 cm. 2
Largeur du rostre au niveau des canines.....	10 cm.
Longueur de la crête sagittale.....	13 cm. 1
Diamètre transverse maximum de l'orifice na- sal externe.	6 cm. 2
Longueur condylo-alvéolaire de la mandibule..	27 cm. 5
Hauteur condylo-coronoïdienne de la mandibule	10 cm. 7

DENTITION.

Les dents présentes sont fortement usées ; ce qui confirme la vieillesse de l'individu considéré (déjà indiquée par l'état des sutures crâniennes).

Je cite les dents présentes. Les dents perdues depuis la mort de l'animal, et dont la place est marquée par les alvéoles, sont signalées entre parenthèses; les espaces interdentaires sans alvéoles correspondant aux prémolaires absentes sur l'animal vivant, sont indiqués par des traits.

Dents supérieures :

gauches: (i1), i2, i3, c, p1, —, (p3), p4, m1, m2,

droites: i1, i2, i3, c, (p1), —, p3, p4, m1, m2.

Dents inférieures :

gauches: i1, (i2), (i3), c, (p1), —, —, p4, m1, m2, m3,

droites: i1, i2, i3, c, (p1), —, p3, p4, m1, m2, m3.

Dimensions :

Distance entre c/ et p4/.....	3 cm.
Distance entre /c et /p4.....	4 cm. 3
Longueur de la rangée des dents supérieures.	16 cm. 1
Longueur de la rangée des dents inférieures.	17 cm. 6
Dents sup. p4/ longueur (g.)	1 cm. 7
— (dr.).....	1 cm. 9
largeur	1 cm. 6
m1/ longueur (g.)	2 cm. 4
— (dr.).....	2 cm. 4
largeur	2 cm.
m2/ longueur (g.)	3 cm. 8
— (dr.).....	3 cm. 9
largeur	2 cm.
Dents inf. /m2 longueur	2 cm. 9
largeur	1 cm. 8
/m3 longueur	2 cm. 3
largeur	1 cm. 7

COLONNE VERTÉBRALE. CÔTES.

Les 7 *cervicales*, les 14 *dorsales* et les 6 *lombaires* sont présentes; leurs diverses apophyses sont généralement cassées ou usées au bord.

L'*allas* est large de 14 cm. 3; son diamètre dorso-ventral maximum est de 5 cm. 5.

L'*axis* est long de 8 cm. 2 (de l'extrémité antérieure de l'odontoïde à l'extrémité postérieure du corps).

Le *sacrum* n'est représenté que par quelques débris.

Quelques fragments proximaux de *côtes* ont pu être rapprochés de leurs vertèbres respectives.

MEMBRES ANTÉRIEURS.

Les *omoplates* sont présentes, quoiqu'incomplètes. De la considération des deux pièces il est possible de déduire les dimensions suivantes, assez approximatives :

Longueur maxima.	31 cm. 3
Largeur maxima.	21 cm.
Hauteur (de la face interne de l'os au sommet de l'acromion)	9 cm. 2

Le *membre antérieure gauche* est presque complet, y compris la main. Toutefois, le *cubitus* et le *radius* ont été fragmentés. A droite, n'existe que *l'humérus*.

Les dimensions suivantes ont été levées sur le *membre antérieur gauche* :

Humérus: Longueur	34 cm. 7
Radius: Longueur (environ)	32 cm.
Cubitus: Longueur (environ)	35 cm.
1 ^{er} Métacarpien	8 cm. 1
5 ^e Métacarpien	9 cm. 5

MEMBRES POSTÉRIEURS.

La *ceinture pelvienne* est complète.

Les deux *fémurs* sont présents, ainsi que les deux *rotules*.

Le *tibia*, un fragment de *péroné*, le *tarse* et les *métatarsiens* n'ont été conservés que du côté *droit*.

Longueur maxima d'un iliaque	37 cm. 6
Fémur: Longueur	41 cm. 3
Tibia: Longueur	30 cm. 7
Calcaneum: Longueur	9 cm. 1
Rotule: Dimension maxima.	6 cm. 6
Rotule: Epaisseur maxima	3 cm. 2

DÉTERMINATION SPÉCIFIQUE.

La présence des quatre premières prémolaires p1/ et /p1, des deux p3/, et de /p3 droite est le principal élément de détermination spécifique. Il y a lieu d'y joindre l'absence de bosses frontales, et les dimensions des différents os :

Il s'agit ici de *Ursus arctos* L. (1).

On remarquera d'ailleurs l'absence de $\rho/3$ à gauche, fait en relation avec l'âge très avancé de l'animal.

AGE GÉOLOGIQUE

On sait que *Ursus arctos* vit encore actuellement dans une grande partie de l'Eurasie tempérée froide ou montagneuse, là où de grandes forêts existent encore.

Sa disparition progressive de l'Europe est due à l'action de l'homme et date des temps historiques.

A l'état fossile on connaît l'espèce depuis le début des temps quaternaires (2).

Il n'est pas possible de fixer de manière affirmative l'âge géologique du sujet décrit ici. Les conditions de gisement à la base des limons de type ergeron rappellent toutefois celles de la faune froide de Cambrai (St-Druon) que l'on doit attribuer au Flandrien inférieur.

M. A. Duparque expose, à l'aide de projections lumineuses, la communication suivante :

La structure microscopique des Lignites.

Comparaison avec la structure microscopique de la houille

par **André Duparque**

(Planche XI).

On désigne sous le nom de « Lignites » des combustibles d'âge tertiaire ou secondaire qui se distinguent des

(1) La distinction de *U. arctos* L. et *U. horribilis* Ord ne paraît pas pouvoir être faite ostéologiquement avec certitude. Cf. S. H. REYNOLDS. A monograph of the British pleistocene Mammalia. *Paleontogr. Society*, 1906, vol. II, part. II, the Bears, p. 32; — M. BOULE. Les Grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé), t. I, fasc. IV, 1919, p. 250 (note).

(2) M. BOULE, *loc. cit.*, p. 249.

houilles primaires par des teneurs moindres en carbone et supérieures en oxygène, un pouvoir calorifique plus faible et un pourcentage d'eau hygroscopique plus important (normalement plus de 10 % et parfois jusqu'à 60 %). C'est ce dernier caractère qui explique qu'ils se désagrègent, par suite de la contraction de leur masse, lorsqu'on les dessèche brusquement.

On peut y distinguer deux grandes classes :

1° *Les lignites communs* ou charbons bruns (braunkohle des Allemands) comprennent un certain nombre de variétés qui sont toutes caractérisées par leur couleur brun foncé ou noire, leur texture compacte, leur aspect tantôt mat et terreux, tantôt brillant à éclat résineux, à cassure plane et quelquefois conchoïdale. C'est à ce type qu'appartient le Lignite de Fuveau.

2° *Le Lignite xyloïde* présente un aspect fibreux qui permet de reconnaître à l'œil nu la structure du bois. Il est tantôt noir à éclat assez vif, à cassure conchoïdale, tantôt brun à cassure fibreuse et mate. Sa texture interne est généralement compacte. Le plus souvent il conserve nettement la structure du bois, mais parfois il n'en a gardé que l'aspect extérieur.

Ces deux classes de lignites forment des lits analogues aux veines de houille, mais tandis que ces dernières sont généralement peu épaisses et très nombreuses, les couches de lignite sont souvent très importantes et isolées.

Le lignite xyloïde existe parfois en lits continus, mais plus fréquemment à l'état de fragments isolés dans les sables, les argiles et les calcaires. On rencontre assez souvent des troncs d'arbres entiers transformés en lignite (1).

(1) Les indications précédentes ont été empruntées à l'ouvrage « Géologie » de J. Cornet, le lecteur pourra se reporter au tome III de ce traité et en particulier aux paragraphes 1.268, 1.281, 1.282, 1.284, 1.289, 1.298 et 1.308 où il trouvera une documentation très complète sur la structure, les propriétés physiques et chimiques, le mode de formation des différentes variétés de lignites.

J. CORNET.— Géologie, tome III, Librairie C. Leich, Mons, 1920.

J'ai appliqué avec succès la méthode métallographique à l'étude d'un certain nombre de lignites secondaires et le but de la présente note est, en montrant les résultats que l'on peut obtenir par le procédé que j'ai décrit précédemment (1), d'étudier leur structure microscopique et de les comparer aux quatre constituants macroscopiques de la houille.

Les échantillons de lignites tertiaires que j'ai examinés ne m'ont pas permis d'entreprendre leur étude en surfaces polies, en raison de leur structure terreuse et friable qui les rapproche de la tourbe. Leur étude ne pourra guère être abordée que par la méthode des macérations.

I. — STRUCTURE DES LIGNITES COMMUNS

Les échantillons que j'ai étudiés appartiennent au Musée de Géologie de Lille, et proviennent du bassin crétacé de Fuveau.

Le Lignite de Fuveau (Pl. XI, Fig. 1 et 2).

Ce lignite crétacé (2) est une roche noire nettement stratifiée et formée de lits ternes et brillants; l'aspect de l'ensemble rappelle celui de certains charbons mats (Durain) qui présentent fréquemment de telles alternances. À l'œil nu il pouvait être très facilement confondu avec cette variété de houille dont il possède également la cassure parallélipédique.

Il se laisse polir facilement, grâce à sa cohérence et à son homogénéité, l'examen microscopique révèle la complexité de sa texture.

Les lits à éclats plus ternes sont très hétérogènes et

(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.

(2) Ce lignite généralement considéré comme appartenant au Danien devrait, d'après M. Haug, être rapporté au Maestrichtien inférieur. — E. HAUG. *Traité de Géologie*, p. 1410.

formés de nombreux corps figurés réunis par une pâte amorphe.

a) *Corps figurés*. — Les corps figurés sont représentés par des spores ou des grains de pollen assez nombreux, des menus fragments de tissus ligneux et des cuticules.

Les macrospores (Pl. XI, Fig. 2) du lignite de Fuveau sont de très petite taille eu égard à celles de l'époque houillère et dépassent rarement 70 μ ; elles sont aplaties parallèlement à la stratification et leurs contours, parfois circulaires, sont généralement ovoïdes. Ce dernier caractère les rapproche des spores de Fougères qui ont été décrites par certains auteurs.

Les grains de pollen et les microspores sont de plus petite taille et rappellent les microspores du Durain.

Les fragments de tissus lignifiés sont toujours de dimensions réduites (Pl. XI, Fig. 1) et formés d'un petit nombre de cellules; ils sont beaucoup moins nombreux que les spores et assez altérés.

Les cuticules peu nombreuses sont identiques à celles de la houille.

b) La pâte qui réunit ces éléments est peu abondante et son aspect amorphe et homogène rappelle celui de la substance fondamentale de la houille, elle contient de nombreux granules microscopiques tantôt isolés et tantôt assemblés en chapelets ou en petits amas, rappelant les microcoques de Renault. Ce dernier caractère la rapproche donc de la pâte des Gayets (Cannel-Coals) (1).

Les lits mats présentent fréquemment des fentes de retrait assez importantes (Pl. XI, Fig. 1) qui se sont produites alors que la masse était encore plastique.

Les lits brillants ont une structure homogène; les corps figurés y sont rares et la substance fondamentale domine.

(1) André DUPARQUE. — Application du microscope métallo-graphique à l'étude des charbons de terre. — *Comptes-Rendus du 59^e Congrès des Sociétés Savantes, Poitiers 1926.*

les fentes de retrait y existent assez nombreuses, mais il est évident qu'un certain nombre d'entre elles, plus fines et plus fréquentes, proviennent de la dessiccation du lignite après son extraction.

Ces lits brillants doivent être considérés comme étant les homologues des lits de vitrain de la houille et des couches de dopplérite de la tourbe. Ils dérivent comme eux de la précipitation des substances organiques en solution ou en pseudo-solution dans les eaux de la lagune où ils se déposaient.

Un deuxième échantillon, de même âge que le précédent, présente des caractères identiques. Il a été prélevé dans le voisinage du toit qui contient de nombreuses coquilles d'eau douce et des minces filets ou des lentilles de lignite.

Sa structure microscopique est également semblable à ce détail près que les spores et les grains de pollen sont plus nombreux.

La structure des lignites de la première classe rappelle donc de très près celle des charbons sporo-polliniques (Spore-Coal, Durain, Cannel-Coals, Gayets) et se rapproche surtout de celle de certains gayets. Comme ces derniers, ils sont caractérisés par la prédominance des corps figurés cutinisés (spores, grains de pollen), l'altération et la fragmentation des tissus lignifiés.

II. — STRUCTURE DES LIGNITES XYLOIDES.

Le lignite xylöide forme souvent des lits continus, mais on le rencontre aussi à l'état de fragments d'assez grandes dimensions et parfois de troncs d'arbres entiers disséminés dans les argiles, dans les sables et plus rarement dans les calcaires.

Dans le Nord de la France et en Belgique son gisement est toujours trop peu important et trop irrégulier pour permettre une exploitation industrielle.

Tous les échantillons que j'ai étudiés appartiennent au Musée Gosselet.

1° *Lignite Wealdien de Santes* (forage Wallaert). (Pl. XI, Fig. 3 à 6).

Ce lignite a été trouvé par M. Brégi à 89 m. de profondeur; l'échantillon comprend une dizaine de galets aplatis de tailles sensiblement égales, de structure fibreuse, mais d'aspects différents.

a) Galets formés d'un lignite à aspect mat, velouté, à cassure fibreuse et terne, tendre, pulvérulent et tachant les doigts, rappelant à s'y méprendre le Fusain de la houille dont il a la structure microscopique.

b) Galets formés d'un lignite fibreux à cassure plane ou faiblement conchoïdale, à éclat résineux et d'apparence homogène se ternissant par exposition à l'air. Il se laisse polir facilement et différents échantillons révèlent des structures identiques, mais des altérations variables.

Ce lignite comme le précédent (a) est formé exclusivement de bois dont l'aspect extérieur a été conservé. En section perpendiculaire à l'allongement des vaisseaux ligneux (Pl. XI, Fig. 3), il permet d'observer la structure des organes cylindriques dont il dérive, les cellules ayant conservé leur alignement primitif.

En coupe tangentielle (Pl. XI, Fig. 4), on peut reconnaître l'aspect des vaisseaux, des fibres ligneuses et des rayons médullaires. Les épaisissements et les ornements des parois des vaisseaux sont souvent bien visibles (Pl. XI, Fig. 4 et 6). Ces tissus ligneux très denses, présentant la structure du bois de certaines gymnospermes, sont parfaitement conservés et rappellent par leur aspect les tissus ligneux que l'on rencontre dans le Fusain ou le Xylain peu évolué.

Dans d'autres galets de lignite, les tissus lignifiés sont plus altérés et ont subi une gélification plus avancée, la structure de certaines cellules a persisté, tandis que les autres ont comblé plus ou moins complètement leur cavité par gonflement de leurs parois et ont été transformés en une masse plus ou moins homogène. La Figure 5 (Pl. XI)

nous montre une coupe radiale d'un tel échantillon, les cellules des rayons médullaires seules ont subsisté, alors que le reste des tissus est à l'état d'une masse homogène, avec çà et là quelques vides aplatis représentant les vestiges des cavités cellulaires.

Les cavités cellulaires qui ont persisté sont remplies par une substance granuleuse noire (Pl. XI, Fig. 6), analogue à la substance de remplissage des cellules du Fusain.

c) Galets formés d'un lignite identique au précédent (b), mais fortement fendillés, très pyriteux et présentant des enduits sulfatés blanchâtres.

Au microscope les tissus ligneux sont très altérés et la structure cellulaire n'est plus visible que par place, elle disparaît complètement dans certaines régions.

En résumé, le lignite de Santes est constitué uniquement de tissus ligneux qui présentent les trois stades d'altérations que l'on rencontre dans la houille et que j'ai décrits sous les noms de « Fusain », « Xylain », « Xylovitrain » (1).

2° *Lignite Wealdien de la concession de Lens :*

Ce lignite recueilli par Gosselet dans les sables aachéniens, recoupés par les travaux des mines de Lens (2), est représenté par un fragment de grande taille montrant à l'œil nu une structure ligneuse particulièrement nette. Sa teinte est noire, sa cassure, compacte et brillante lorsqu'elle est fraîche, se ternit par exposition à l'air.

Examiné au microscope, il se révèle comme étant formé uniquement par du bois partiellement gélifié. Un nombre assez considérable de cellules sont nettement visibles, le reste étant transformé en une substance amorphe et homogène.

(1) André DUPARQUE. — Le rôle des tissus lignifiés dans la formation de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, planche I. p. 51 Lille 1926.

(2) Nous ne possédons pas d'indications plus précises sur le gisement exact de cette roche.

La structure de ce lignite est donc intermédiaire entre celles que l'on peut observer sur les figures 4 et 5 (Pl. XI).

3° *Lignite Wealdien du Déroit* :

Ce lignite a été dragué par M. le Professeur Hallez, dans la Manche, dans le creux des Platiers, au S.W. des Platiers, près des Rocquers, à une profondeur de 59 m. (1). L'échantillon était perforé par des Saxicaves ; il s'est sectionné en nombreux petits fragments depuis sa mise en collection.

C'est un lignite noir, à cassure semi-conchoïdale brillante à l'état frais, terne après une exposition prolongée à l'air. Il est fortement fissuré et très pyriteux.

Au microscope il présente une structure identique au précédent.

4° *Lignite portlandien de la pointe de la Crèche* (Boulogne-sur-Mer) :

Ce lignite recueilli dans les argiles de Châtillon est brun-noirâtre, à cassure régulière, résineuse à l'état frais, terne après altération, il est fibreux et très fragile par suite de l'existence de nombreuses fentes de retrait produites lors de sa dessiccation à l'air.

Au microscope, les tissus ligneux qui le constituent sont très altérés, les cavités cellulaires ont complètement disparu ou sont réduites à de minces fentes, et sa masse est presque entièrement à l'état de substance homogène amorphe, sans structure, divisée par des fentes fines, provenant de la dessiccation du lignite à l'air après son extraction du gisement. Cette substance contient en outre des vides irréguliers polyédriques, analogues à ceux que l'on rencontre dans le Xylovitrain et dus au retrait de la masse ligneuse lors de son dessèchement.

(1) P. HALLEZ. — Sur les fonds du Déroit du Pas-de-Calais. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXVIII, 1899, p. 14.

Ce lignite avait été attribué au Portlandien par M. Hallez. Selon toute vraisemblance il appartient plutôt à la série wealdienne.

Les tissus lignifiés de ce lignite indiquent une tendance marquée vers une transformation analogue à celle qui conduit au Xylovitrain.

En résumé, les différents échantillons de *Lignites xyloïdes*, qui ont fait l'objet de l'étude précédente, présentent une grande analogie d'origine et de structure avec les tissus lignifiés que l'on rencontre dans la houille. Ce sont, comme eux, des débris de bois ou de sclérenchyme ayant subi des altérations progressives qui les ont amené à l'état de *Fusain*, de *Xylain* ou de *Xylovitrain*.

III. — COMPARAISON DES LIGNITES ET DES QUATRE CONSTITUANTS DE LA HOUILLE.

L'examen microscopique d'un petit nombre d'échantillons de Lignites ne permet pas de tirer des conclusions générales sur la structure et le mode de formation de ces combustibles, mais il met en lumière un certain nombre de faits intéressants et permet de comparer ces combustibles aux quatre constituants de la houille.

1° Dans les lignites, comme dans la houille, on rencontre deux classes de charbons qui se différencient nettement par la nature des corps figurés qui leur ont donné naissance et qui doivent correspondre à deux types de sédimentation bien distincts (1).

a) *Le type Durain* (houille mate = Durain, Cannel-Coal, Gayet, Lignite commun (Fuveau, par exemple)) où le principal apport de substance a consisté en exines de spores, et par conséquent en *cutine*.

b) *Le type Clarain* (houille brillante = Clarain-Vitrain, Lignite xyloïde) où les corps figurés ne sont pratiquement représentés que par des tissus lignifiés (bois, sclérenchyme), formés presque exclusivement de *lignine*.

(1) André DUPARQUE. — La structure microscopique et macroscopique de la houille. Son origine et son mode de formation. — *Revue de l'Industrie minière*, Saint-Etienne, 1926, 4 figures, 2 planches.

2° Dans les Lignites comme dans la Houille, la *cutine* semble avoir mieux résisté que la *lignine* aux agents de destruction. Dans ces deux variétés de combustibles on rencontre constamment des exines de spores bien conservées, à côté de fragments de tissus ligneux très altérés.

3° Dans ces deux types de combustibles d'âges différents, les tissus lignifiés présentent des états d'altération variables, dont le terme ultime est le résultat de la gélification complète de la substance ligneuse. Les tissus lignifiés des Lignites nous offrent des états de transformation entièrement comparables à ceux que j'ai décrits dans la houille sous les noms de *Fusain*, *Xylain* et *Xylovitrain*.

Dans les roches du type *Durain* (Houille mate, Lignite commun) les tissus lignifiés sont plus altérés que dans les roches du type *Clarain* (Houille brillante, Lignite xyloïde).

4° Les houilles du Nord de la France que j'ai examinées jusqu'ici et les échantillons de lignites faisant l'objet de la présente note ne m'ont pas encore fourni une seule occasion d'observer des racines *in situ*, traversant les couches de combustibles. Dans ces conditions, on peut se demander s'il est tout à fait exact, comme on l'admet généralement aujourd'hui, que ces veines de charbon se soient accumulées rigoureusement à la place même où croissaient les arbres dont dérivent leurs corps figurés.

Il n'est pas question de mettre en doute la nature autochtone des murs à *stigmara*, sur lesquels reposent les veines de houille et qui sont d'anciens sols de végétation. Mais en ce qui concerne les couches de charbon elles-mêmes, qui leur ont succédé dans le temps, nos observations conduisent une fois de plus à admettre un certain transport, si léger soit-il.

CONCLUSIONS

De ce qui précède on peut donc conclure que les principaux phénomènes qui ont présidé à la formation des veines de houille se sont répétés lors du dépôt des couches

de Lignite, à ces seules différences près que leur durée, leur fréquence et leur intensité pouvaient être dissemblables et qu'ils se trouvaient d'autre part influencés par la nature de la Flore secondaire.

En ce qui concerne les Lignites xyloïdes, leur étude microscopique montre que l'altération des tissus lignifiés semble être indépendante de la nature de la roche encaissante, car on observe des structures identiques aussi bien dans les Lignites interstratifiés dans les argiles que dans les sables.

L'étude du Lignite de Fuveau m'a permis d'y mettre en évidence l'existence de roches secondaires analogues aux Gayets (Cannel-Coals) et ayant par conséquent une origine sapropélicienne.

L'étude microscopique des lignites conduit donc à cette conclusion, qui confirme d'ailleurs l'opinion de la majorité des Géologues, que houilles et Lignites sont des stades différents et successifs de la transformation de dépôts d'origines comparables.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI

Structure des Lignites

FIG. 1-2. — *Lignite de Fuveau.*

FIG. 1. — Section horizontale (parallèle au plan de stratification) montrant la structure hétérogène de cette roche qui rappelle celle du Durain et des Cannel-Coals.

Un fragment de tissu lignifié *t* subsiste au travers d'une fente de retrait *r*

M s. — Macrospore

t, t' — fragments de tissus lignifiés

Sf — substance fondamentale

r — fente de retrait.

Grossissement 55.

FIG. 2. — Portion plus grossie du même échantillon.

M s — macrospore

m s — microspore

S f — substance fondamentale

P — grain de Pyrite

Grossissement 780

FIG. 3-6. — *Lignite Wealdien de Santes (forage Wallaert).*

FIG. 3 — Section perpendiculaire à l'allongement des vaisseaux ligneux montrant la structure caractéristique du bois des gymnospermes.

FIG. 4. — Section parallèle à l'allongement des vaisseaux ligneux (section tangentielle) d'un échantillon de même provenance.

La structure du bois de gymno perme est nettement visible. On distingue les épaisissements des parois cellulaires, qui apparaissent alors sous forme de dentelures, et un rayon médullaire Rm

La structure des Lignites des Figures 3 et 4 rappelle celle du Fusain

Rm — Rayon médullaire.

C — Cavité cellulaire.

Grossissement 250.

FIG. 5. — Section radiale à travers un autre échantillon.

Les tissus lignifiés de cet échantillon sont partiellement gélifiés, les cellules des rayons médullaires, Rm, sont seules nettement visibles, tandis que les vaisseaux ligneux ont leurs cavités partiellement ou complètement comblées par gélification de leurs parois transformées en une substance brillante.

Rm — Rayons médullaires.

C — Cavités des vaisseaux ligneux.

La masse de cet échantillon de Lignite est à l'état de Xylain.

Grossissement 250.

FIG. 6 — Un point fortement grossi d'un échantillon, analogue à celui de la Figure 4, montrant les ornements des vaisseaux ligneux, l'aspect brillant de leurs parois et la substance granuleuse noire qui remplit leurs cavités.

V. — Vaisseau montrant les épaisissements de ses parois.

R. — Substance de remplissage chargée de Pyrite

Grossissement 780.



Séance du 21 Avril 1926

Présidence de M. P. Pruvost, ancien Président

MM. **G. Delépine**, **L. Dollé** et **P. Pruvost** sont désignés pour représenter la Société Géologique du Nord à la XIV^e Session du Congrès Géologique International (Madrid).

M. **Ch. Barrois** présente une belle série de Goniatites du Carbonifère qui viennent d'être apportées de Londres par M. **G. Delépine** et dont le British Museum a bien voulu se dessaisir en faveur des collections du Laboratoire de Géologie de Lille.

M. **R. Dehée** présente un outil néolithique provenant de Raismes (Vicoigne).

M. R. Dehée fait la communication suivante :

Un Echinide rare de la Craie du Nord de la France

(*Cardiaster Cotteau* d'Orb.)

par **René Dehée**.

(Planche XII).

En 1893, M. Parent présenta à la Société Géologique du Nord, comme appartenant au genre *Infulaster*, un Oursin recueilli par Gosselet, à Royon, dans la Craie à *Micraster Leskei*. Deux individus semblables furent trouvés plus tard dans d'autres localités.

En examinant de plus près ces fossiles conservés au Musée Gosselet, j'y ai reconnu une espèce intéressante et rare, créée jadis par d'Orbigny, et non encore signalée dans la Craie du Nord de la France.

Cardiaster Cotteau d'Orbigny.

1853. — **CARDIASTER COTTEAUNUS**, Alc. d'Orbigny. — Pal. Franc. Terrains crétacés. *Echinodermes*. T. VI, p. 140-142, planche 830, fig. 1-5.

1893. — **INFULASTER**, Parent. — Ann. Soc. Géol. du Nord, t. XXI, page 380.

FORME. — Test en forme de cœur. Face supérieure très

élevée en avant. Deux arêtes anguleuses s'élèvent presque verticalement au-dessus du plan de l'apex, constituant ainsi une sommet saillant excentrique ; elles descendent vers l'avant en pente rapide, délimitant sur le bord antérieur un sillon profond, étroit, qui se continue sur la face ventrale jusqu'à la bouche.

A partir du sommet, la surface dorsale descend graduellement jusqu'au bord postérieur, formant au milieu de l'interambulacre postérieur une saillie mousse en ligne droite. La surface incline rapidement à droite et à gauche de cette saillie. Bords latéraux arrondis. Régions antéro-latérales un peu bombées.

Bord postérieur nettement tronqué, constitué en surface triangulaire presque verticale, un peu inclinée vers l'extérieur. Le sommet du bord postérieur s'élève aux deux tiers de la hauteur totale.

Surface ventrale un peu convexe dans toutes les directions.

AMBULACRES. — 1° *Ambulacre impair* logé dans le sillon. Les zones porifères en sont peu visibles. Pores ronds. Les paires de pores, très rapprochées au sommet, s'espacent et deviennent invisibles vers le milieu du sillon.

2° *Ambulacres antéro-latéraux* asymétriques, chaque zone porifère antérieure étant plus étroite que la zone porifère postérieure.

Les paires de pores, très rapprochées vers l'apex, s'écartent de plus en plus, et deviennent invisibles sur les bords latéraux du test.

Dans la zone porifère antérieure, pores de chaque paire égaux, en forme de points allongés.

Dans la zone porifère postérieure, pores nettement linéaires, et inégaux dans chaque paire : le pore postérieur est plus allongé. Cette zone est un peu pétaloïde.

3° *Ambulacres postéro-latéraux* plus symétriques. Pores semblables dans chaque paire. Ces ambulacres divergent beaucoup des antéro-latéraux et forment entre eux un angle très aigu.

APPAREIL APICAL. — Central, étroit, allongé. Très mal conservé sur nos échantillons, il ne peut être décrit en détail.

BOUCHE. — Ovale. Située au fond de la dépression antérieure de la face ventrale formée par le sillon antérieur du test.

ANUS. — Ovale, allongé verticalement, acuminé à ses extrémités; s'ouvrant dans une dépression, au sommet du bord postérieur tronqué.

ORNEMENTATION. — Tubercules petits, disséminés, au milieu de fins granules, sur l'ensemble de la surface du test; très abondants à la partie antérieure, sur les arêtes saillantes.

Fascioles indistincts sur nos individus.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Par la forme générale du test, en cœur, avec un sillon antérieur fortement marqué aux bords proéminents, et par les caractères des zones ambulacraires, nos fossiles appartiennent bien au genre *Cardiaster*.

M. J. Lambert (1) rapproche de *C. Cotteaui* un *C. granulatus* incomplet et assez mal figuré par Cotteau (2) Nos échantillons en diffèrent nettement, ainsi que du *C. (Spatangus) granulatus* de Goldfuss (3), et du *C. Ananchytis* Leske qu'a figuré Wright (4), par sa forme plus allongée, sa partie antérieure moins élargie et moins ar-

(1) J. LAMBERT. — Note sur quelques Echinides, dans A. DE GROSSOUVRE, Recherches sur la Craie Supérieure, fascicule I, p. 266, 1901.

(2) G. COTTEAU. — Etudes sur les Echinides fossiles du département de l'Yonne. T. II. *Terrain Crétacé*. P. 341, pl. LXXIV, fig. 3-4, 1857-1878.

(3) GOLDFUSS. — *Petrofacta Germaniae*, p. 148, pl. XLV, figures 3 a, b, c.

(4) Th. WRIGHT. — Monograph on the British Fossil Echinodermata from the cretaceous formations. *Pal. Soc.*, 1864-1882, vol. 1, The Echinoidea, p. 302-304, pl. LXIX, fig. 2-3. (Par erreur, ce fossile porte sur la planche le nom de *Cardiaster granulatus*).

rondie, son sillon étroit bordé d'arêtes saillantes, la descente rapide du bord antérieur, le bord postérieur nettement tronqué, légèrement incliné vers l'extérieur, la position élevée de l'anus.

Il est intéressant de rapprocher nos échantillons de l'*Infulaster excentricus* Rose, qu'a bien figuré Wright (1). Chez cette dernière espèce le test est allongé, le sillon antérieur très étroit est bordé d'arêtes extrêmement saillantes, ce qui place le sommet très en avant, et fait descendre presque verticalement le bord antérieur. Le bord postérieur est nettement tronqué, et l'anus est situé au sommet de la surface triangulaire ainsi formée.

Tous ces caractères se retrouvent chez *Cardiaster Cotteaui*; mais ils y sont, dans l'ensemble, beaucoup plus atténués.

ECHANTILLONS ÉTUDIÉS. — Notre description est établie sur les trois seuls individus trouvés jusqu'à présent dans le Nord de la France. L'un d'eux, mal conservé ne mérite pas la figuration; la forme caractéristique du test est néanmoins reconnaissable. D'un autre individu, il ne reste que les deux tiers antérieurs; il montre parfaitement les zones ambulacraires et l'aspect si spécial du bord antérieur. Le troisième individu, de petite taille, est à l'état de moule interne entier, en silex. Il a perdu la plus grande partie de ses détails et de ses ornements.

GISEMENT. — Nos fossiles proviennent de la Craie à *Micraster Leskei* (*breviporus*) (Turonien supérieur) de Royon, canton de Fruges et d'Elnes près de Lumbres dans le Pas-de-Calais, et de Bohéries, canton de Guise, dans l'Aisne.

Cette espèce, jusqu'à présent, s'est montrée très rare. D'Orbigny n'en connaissait que quelques individus découverts dans la craie blanche de la Seine-Inférieure.

(1) WRIGHT. — *Loc. cit.*, p. 305-307, pl. LXX, fig. 1.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII

Cardiaster Cotteau d'Orbigny

(Toutes les figures sont de grandeur naturelle)

FIG. 1. — Individu incomplet : 1, face dorsale; 1a, vu latéralement; 1b, vu par le bord antérieur.

FIG. 2. — Moule interne d'un individu jeune : 2, face dorsale; 2a, vu latéralement; 2b, vu par le bord antérieur; 2c, face ventrale. 2d, vu par le bord postérieur.

Localités : Fig. 1 : Royon Fig. 2 : Elnes.

Gisement : Craie à *Micraster Leskei* (Turonien supérieur).

Collections de l'Institut géologique de la Faculté des Sciences de Lille (Musée Gosselet).

Coupe d'un bord de terrasse à Lambres (P.-de-C.)

par **Georges Dubois.**

(Fig. 1).

J'ai levé en mars dernier dans la carrière de la briqueterie Tellier à Lambres (Pas-de-Calais), une coupe dont le principal intérêt est de montrer nettement les rapports respectifs des formations alluviales d'une terrasse et des dépôts limoneux qui recouvrent celles-ci.

Lambres (1) est située sur la pente N.W. du Mont de Lambres qui domine la ville d'Aire et le confluent de la Laquette et de la Melde, avec la Lys. Au S.W, le Mont de Lambres se rattache aux collines de Rombly, Linghem, qui bordent le flanc droit de la Laquette.

Il est difficile de préciser si le cailloutis alluvial dont il va être question plus loin appartient à une nappe alluviale de la Laquette ou à une nappe alluviale de la Lys; il suffit de noter que ces deux rivières coulent dans le marais d'Aire à une altitude voisine de 15 m.

La carrière étudiée se trouve sur le côté E. de la route nationale n° 43 au S.S.E. de l'église. L'altitude du sol,

(1) cf. Carte d'Etat major au 1/80.000, feuille n° 4 (St-Omer).

au front d'exploitation est de 40 m. environ. Le front d'exploitation, long de 30 m., est orienté approximativement N.S.

I. — COUPE DE LA PARTIE S. DE LA CARRIÈRE.

Au S., la coupe est la suivante (Fig. 1) :

3. Limon roux	1 ^m 50
2. Limon sableux jaune	1 ^m 00
1. Limon panaché	0 ^m 20 à 0 ^m 25
F. Dépôts fluviatiles (épaiss. max.)	3 ^m 00
L. Sable glauconieux (Landénien) visible sur	3 ^m 00

Le sable glauconieux L sans fossiles est vert pâle; formé de grains de quartz bien roulés, incolores, bien calibrés (de 0 mm. 250 à 0 mm. 400); grains de glauconie nombreux.

Ce sable, près de son contact avec les couches fluviatiles qui le recouvrent, est jaune ôcre sur 0 m. 10 à 0 m. 25 d'épaisseur. Ceci est dû à ce que les grains de quartz y sont enrobés de limonite. La glauconie ne s'y trouve pourtant pas décomposée de façon appréciable; on doit en conclure que l'enduit ferrugineux provient des couches quaternaires qui recouvrent le sable.

Les dépôts fluviatiles F montrent une stratification entrecroisée typique et consistent essentiellement en galets de silice plus ou moins bien roulés, dont les plus gros atteignent 0 m. 15.

En outre, on peut observer des bancs lenticulaires de graviers fréquemment esquilleux, simplement arrondis aux arêtes, ainsi que des bancs lenticulaires sableux ou argilo-sableux.

Le sable de ces bancs est jaunâtre; il est formé essentiellement de grains de quartz de même aspect et de même calibre que ceux qui constituent le sable landénien. En outre, on observe quelques rares grains de glauconie, légèrement altérés. De toute évidence, ce sable fluviatile a été emprunté en grande partie aux sables landéniens immédiatement voisins. Cependant, certains grains de quartz

de 1 mm. ou plus, des grains de silex ont une origine plus lointaine. Le sable argileux résulte du mélange des éléments sableux précédemment décrits avec des grains de quartz de très petite taille ou des particules argileuses.

Il y a lieu de remarquer que la limite entre la masse de dépôts fluviatiles et les sables landéniens est à peu près horizontale, sans inégalités importantes.

L'âge des dépôts fluviatiles peut être approximativement fixé malgré l'absence de fossiles: la surface de ce dépôt est voisine de 37 m., elle domine de plus de 20 m. le niveau du marais d'Aire. La basse terrasse se maintient habituellement à une hauteur nettement inférieure dans le bassin actuel de la Lys. Les dépôts alluviaux décrits sont donc plus anciens que ceux de la basse terrasse: on est en droit de les attribuer à la moyenne terrasse (Tyrrhénien).

Le limon panaché 1 jaune brun et gris, peu épais, recouvre les dépôts fluviatiles et en comble les inégalités; il est légèrement calcaire, fortement sableux (1).

Le limon sableux jaune 2 répond au type ergeron (2). Il est calcaire. Il ne montre pas de stratification nette et ne présente pas de gravier à la base.

Le limon roux 3 répond au type terre à brique; il est décalcifié totalement.

II. — COUPE DANS LA PARTIE CENTRALE DU FRONT D'EXPLOITATION (Fig. 1).

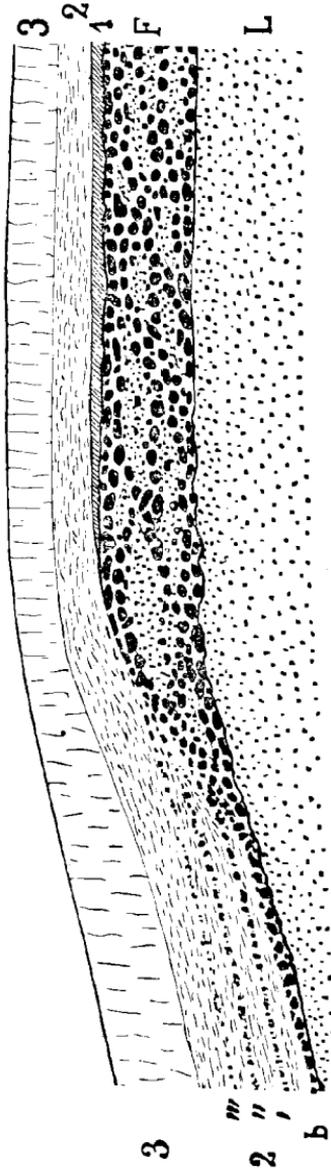
Le limon panaché, raviné par l'ergeron, disparaît.

La masse alluviale, d'ailleurs, est plus riche en sable qu'au point I.

La ligne de séparation des sables landéniens et de la masse alluviale est plus irrégulière.

(1) Essentiellement formé de grains de quartz de 0^{mm}050 à 0^{mm}100, de particules argileuses, de grains de silex roulés de 1 à 2 mm, de quelques grains de quartz de 0^{mm}250 à 0^{mm}400 semblables à ceux qui composent le sable landéniens.

(2) Formé essentiellement de grains de quartz bien roulés, bien calibrés, de 0^{mm}030 à 0^{mm}070, peu pigmentés.



Coupe demi-schématique de la carrière Tellier à Lambres

LÉGENDE. — L. Sable landésien ; F. dépôts fluviatiles tyrrhéniens — 1. Limon panaché — 2. Ergeron
3. Limon roux (terre à briques) - b. Gravier de base de l'ergeron — " " " Cailloutis interstratifiés dans l'ergeron

III. — COUPE DANS LA PARTIE N. DE LA CARRIÈRE.

Les dépôts fluviatiles sont totalement ravinés par les limons qui reposent directement sur les sables landéniens.

La coupe ici est la suivante (Fig. 1) :

3. Limon roux.
2. Limon sableux jaune avec gravier à la base et lits de graviers interstratifiés....
- L. Sable glauconieux (Landénien).

L'ergeron 2 acquiert une épaisseur d'autant plus considérable qu'on s'avance vers le N. Il est ici nettement stratifié. Il offre d'ailleurs les mêmes caractères minéralogiques que l'ergeron de la partie S. de la carrière.

La masse de l'ergeron est subdivisée en plusieurs banes (3 ou 4 suivant les points) séparés par de petits banes de cailloutis, peu épais (quelques centimètres) formés de silex à arêtes arrondies ou non.

A la base de l'ergeron, un cailloutis très important, atteignant 0 m. 25 à 0 m. 50 est formé de graviers de silex roulés ou non.

L'origine de ces cailloutis est ici très visible: chacun des cailloutis (y compris le gravier de base) se raccorde directement à l'amas de graviers ou de galets de la terrasse fluviatile.

La terre à briques 3 ne diffère pas de la terre à briques visible plus au S.; elle est simplement plus épaisse.

CONCLUSIONS

La coupe décrite est celle du bord interne d'une moyenne terrasse.

Les graviers de base du limon ou des différents lits de limons proviennent du remaniement direct des cailloux fluviatiles de la terrasse.

Sans vouloir généraliser de façon absolue et exclusive, il me paraît vraisemblable que dans nombre de cas les graviers de base des limons ont cette origine: emprunt aux terrasses fluviatiles les plus voisines.

M. Paul Bertrand présente à la Société deux échantillons de *Knorria*, provenant du bassin houiller de la Sarre. Il fait les observations suivantes :

Observations sur les *Knorria*

par Paul Bertrand.

Les fossiles, désignés sous le nom de *Knorria*, ont été longtemps regardés comme constituant un genre autonome; cette opinion était encore admise par Schimper en 1874. Depuis cette époque, on a reconnu que les *Knorria* représentent des structures internes, appartenant aux troncs des Lépidodendracées ou des Bothrodendracées (1); ils ont l'aspect de troncs cylindriques, couverts d'appendices, allongés ou renflés, disposés en hélices, et qui simulent à merveille des bases de feuilles ou des attaches de racines. Ces appendices sont en réalité constitués par les gaines scléreuseuses, enveloppant les cordons vasculaires, qui se rendent aux feuilles en traversant obliquement l'écorce, et le tronc cylindrique sur lequel ils sont fixés, représente approximativement l'écorce interne.

1° L'échantillon provenant du puits Mellin est un cylindre aplati, qui offre un aspect très semblable à celui du *Knorria imbricata* Sternberg (2); il paraît identique au *Knorria princeps* de Göppert (3). L'échantillon de Göppert provient de Silésie; l'origine du type de Sternberg n'est pas indiquée explicitement; il semble qu'il provienne d'Orenbourg (Russie). Sur l'échantillon de Mellin comme sur celui de Göppert, les appendices sont en forme de petites bouteilles allongées, qui se détachent nettement de la surface en chevauchant partiellement les

(1) On trouvera une bonne description des *Knorria* et un aperçu des principaux types *in* :

H. POTONIÉ. *Abbild. und Beschv. foss. Pflanzenreste*. Livraison III, n° 44, 1905.

(2) STERNBERG. *Versuch einer geogn. Darstell.* 1826, pl. 27.

(3) GÖPPERT. *Die fossile Flora des Uebergangsggebirgs*. 1852, pl. 31, fig. 1 et 2.

unes sur les autres. Plaqués sur cette structure de *Knorria*, on observe des restes, offrant les caractères de *Bergeria*, c'est-à-dire d'une structure sous-corticale; une croûte de houille brillante superposée directement au *Bergeria*, représente peut-être la vraie surface de l'arbre; cette surface est lisse ou finement striée en long. Il y a donc une grande probabilité pour que cet échantillon appartienne à une *Bothrodendrée* plutôt qu'à une *Lépidodendrée*, mais on ne peut rien affirmer à cet égard.

2° Le second échantillon provenant de la couche Josépha de Louisental est particulièrement intéressant. C'est, semble-t-il, une grosse racine portant encore à sa base, la trace d'une bifurcation. L'organe est fendu dans sa longueur et montre parfaitement la structure interne.

La surface est striée ou cannelée longitudinalement; aucune impression ne rappelle soit un *Stigmariâ*, soit un *Lépidodendron*. A l'intérieur de l'objet, on trouve une structure de *Knorria*, parfaitement conservée, qui s'élargit dans la région de la bifurcation. Elle consiste en un réseau à larges mailles, dont les cavités hexagonales ou octogonales sont dirigées obliquement vers la surface du tronc; ce réseau est apparemment constitué par un tissu scléreux; vraisemblablement les cavités des mailles (remplies actuellement par du grès) étaient occupées par un parenchyme enveloppant des cordons vasculaires sortants; mais comme la surface de la grosse racine ne porte pas d'appendices d'aucune sorte, il est impossible de rien affirmer la-dessus. La structure knorrioïde simule assez bien des cellules d'abeilles, contigues les unes aux autres. Les parois des cavités sont en houille brillante. Ce réseau de cavités, avec sa paroi interne, représente en somme l'écorce interne.

L'intervalle entre l'écorce interne et la surface est d'environ 8 cm.; il est rempli par du grès.

3° Cet échantillon, très curieux en lui-même, puisqu'il montre l'association de deux structures, emboîtées l'une

dans l'autre, donne lieu à d'autres remarques relatives aux végétaux carbonisés.

En effet, tout le réseau scléreux, représentant l'écorce interne, est à l'état de houille brillante. Il en est de même de la surface de l'organe, ou plus exactement de l'écorce externe, représentée par une mince couche de houille brillante. Or, on sait que cette écorce est elle-même composée de cellules à parois fortement sclérifiées, c'est-à-dire fortement imprégnées de lignine (périderme lignifié).

Ainsi, à juger seulement d'après les apparences, les seuls tissus qui soient carbonisés sont les tissus à parois très lignifiées (tissu cortical et gaines scléreuses enveloppant les cordons vasculaires) et ces tissus sont à l'état de houille brillante.

Dans l'état de conservation où se trouvent les troncs ou racines fossiles, enrobés dans une matrice gréseuse ou schisteuse, nous ne savons pas actuellement ce que sont devenus les tissus à parois minces : parenchyme fondamental, liber ; les vaisseaux du bois eux-mêmes, à parois très peu épaissies, quoique lignifiées, semblent avoir disparu sans laisser de trace. Du moins, nous ne savons pas les reconnaître ; peut-être ont-ils été complètement détruits par la macération ; peut-être ont-ils laissé des lambeaux méconnaissables, plaqués sur les autres tissus plus résistants.

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

Persistance d'ornements colorés chez les fossiles

par A.-P. Dutertre.

L'auteur présente des échantillons de *Canothyris vulgaris* v. Schloth. possédant des ornements colorés ; ces échantillons recueillis par M. DÉROGNAT dans le Trias moyen (*Muschelkalk*), à Langoubran, près Toulon (Var), lui ont été remis par M. P.-H. FISCHER qui les a décrits

dans une note détaillée (1). Ces fossiles présentent des bandes ou des stries généralement d'un rouge-brun qui tranche sur un fond plus sombre; cette *coloration semble secondaire* et en rapport avec les couches encaissantes, mais *la disposition* de ces ornements paraît être *demeurée inchangée*, tandis que s'opérait l'épigénèse du gisement; M. P.-H. FISCHER a comparé ces brachiopodes fossiles à certaines espèces des mers actuelles, telles que *Terebratulina radiata* Gould., *Terebratella rubella* Sow., *Terebratella Blanfordi* Dunker, et a constaté que la disposition des ornements colorés est identique; de plus, il a décrit des traces d'ornements colorés chez plusieurs lamelli-branches du même gisement.

La question de la persistance des couleurs chez les fossiles avait appelé l'attention de Henri FISCHER (2) qui, dans une révision des *Nérites* du Bathonien de l'Aisne et des Ardennes, a remarqué des traces de coloration chez plusieurs espèces de ce genre, telles que *N. ponderosa* Piette, *N. punctata* Piette, *N. gea* d'Orb.; complétant les observations de son père, M. P.-H. FISCHER (3) a décrit en détail les ornements colorés subsistant chez les mêmes espèces, ainsi que chez *N. millepunctata* H. Fischér, des mêmes gisements.

Des traces de coloration ont été observées chez plusieurs fossiles de la même famille dans le *faun à Pernes* mis à jour lors du creusement de la tranchée du chemin de fer à Terlinethum entre Boulogne et Wimereux; ce dépôt qui se place dans l'assise supérieure du Portlandien inférieur du Boulonnais renfermait une très riche faune de mollus-

(1) P.-H. FISCHER. — La persistance des couleurs chez les fossiles du Trias moyen. *Journ. de Conchyl.*, vol. LXIX, 1925, p. 5-12, pl. I à V.

(2) H. FISCHER. — Notes sur quelques coquilles fossiles des terrains jurassiques. *Id.*, vol. LVI, 1908, p. 256-270, pl. IX et X (1909).

(3) P.-H. FISCHER. — Disposition des ornements colorés chez quelques nérites du Bathonien de l'Aisne. *Journ. de Conchyl.*, vol. LXIX, 1925, p. 131-135.

ques dans un état de conservation remarquable et, parmi les gastropodes qui abondaient, se trouvaient *Neritoma sinuosa* Sow. et *Nerita transversa* v. Seebach présentant des ornements colorés : de beaux échantillons de ces fossiles décrits par P. DE LORIOU et E. PELLAT (1) sont conservés dans la collection E. Pellat à l'Institut de géologie de l'Université de Louvain, ainsi que dans les collections Beaugrand, G. Legay et Em. Dutertre au Musée géologique du Boulonnais.

La persistance de traces d'ornements colorés chez les *Nérites*, les *Néritines* et quelques genres satellites est d'ailleurs un fait assez général que l'on peut constater dans des formations d'âges variés ; les *Néritines*, en particulier, conservent souvent les dessins qui ornent leur surface et qui varient beaucoup de forme et de couleur ; les terrains tertiaires d'Europe renferment en abondance des *Néritines* présentant des dessins aux couleurs très vives ; citons dans l'Eocène du Bassin de Paris (2) des espèces telles que *Neritina suborna* d'Orb. et *N. vicina* Mell. (Thanétien), *N. Dutemplei* Desh. et *N. consobrina* Fer. (Sparnacien), *N. zonaria* Desh. (Yprésien), *N. lineolata* Desh. (Lutétien), *N. Passyi* Desh. (Bartonien), dans le Bassin de Mayence *N. rhenana* (Aquitanien), dans le Bassin d'Aquitaine *N. picta* Fer. (Aquitanien, Burdigalien, Helvétien), etc. M. COSSMANN et A. PEYROT (3) ont remarqué que les dessins colorés qui ornent *N. picta* Fer. semblent varier avec les gisements de telle façon que l'on ne pourrait identifier d'une manière absolue, au point de

(1) P. DE LORIOU et E. PELLAT. — Monographie paléontologique et géologique de l'étage portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer. *Mém. Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, 1866, p. 33-37, pl. III, fig. 19-24, et pl. XI, fig. 8.

(2) M. COSSMANN et G. PISSARO. — Iconographie complète des coquilles fossiles de l'Eocène des environs de Paris, t. II, pl. 5 et 6, 1911.

(3) M. COSSMANN et A. PEYROT. — Conchologie néogénique de l'Aquitaine. *Actes Soc. linn. de Bordeaux*, t. LXX, 1917-1918, p. 53.

vue de la coloration, aucun exemplaire du Bordelais avec ceux des environs de Dax.

Les Néritines des terrains quaternaires ont souvent aussi conservé leurs couleurs alors que les autres coquilles des mêmes gisements les ont perdues.

Séance du 19 Mai 1926

Présidence de M. Dollé, Président,
puis de M. Georges, Vice-Président.

Le Président adresse les félicitations de la Société à
MM. **J. Chavy** qui vient d'être nommé Chevalier de la
Légion d'Honneur,

G. Delépine qui vient de recevoir de la Société Géologique de France, le Prix Fontanes,

G. Dubois qui vient de recevoir de la Société Géologique de France, le Prix Viquesnel.

Est élu Membre de la Société :

M. **Jules Delecourt**, Ingénieur à Saint-Ghislain.

M. **Dutertre** fait une communication sur la présence du *Cardium pes bovis* dans le Bathonien inférieur du Boulonnais.

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

Note sur la falaise du Noirda à Audresselles
(Boulonnais)

par **A.-P. Dutertre**.

Les grès mamelonnés à *Gravesia portlandica* de Lor. de l'assise inférieure du Grès de la Crèche (Portlandien inférieur du Boulonnais), qui forment de beaux affleurements au pied de la digue d'Audresselles, se relèvent vers le N., à la hauteur de l'extrémité N. du bourg, et les

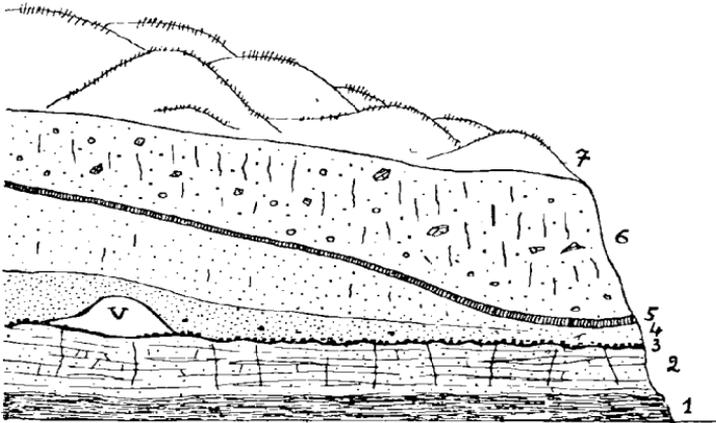
iles schisteuses de Châtillon, à *Aulacoste*, *notabilis* de Lor. (Kimméridgien supérieur), apparaît immédiatement sur la plage, sous ce grès, et s'élèvent ainsi vers le N. pour constituer la falaise de la petite baie du Noirda. Les grès portlandiens qui couronnent la falaise au sommet de laquelle est établi le poste des canons d'Audresselles, se composent d'énormes lentilles de grès calcaireux en général soudées entre elles par leurs bords et formant alors un banc dont la surface est verte de gros mamelons, parfois isolées dans les sables calcaires jaunâtres dans lesquels elles se trouvent incluses. Cette curieuse formation arénacée présente un développement dans la falaise au N. du Noirda, tout dans le massif du Gris-Nez, entre le Cren-aux-Œufs et la Pointe de la Courte-Dune.

Le Cren du Noirda est entaillé dans ces grès portlandiens et ces argiles schisteuses kimméridgiennes et correspond, à l'embouchure d'un petit cours d'eau, qui descend du plateau d'Onglevert. Il est facile de se représenter le processus suivant lequel ce cren a été façonné: d'abord isolés de leur milieu sableux, les grès portlandiens ont perdu leur point-d'appui, ils ont été peu à peu haussés et débités, puis entraînés vers le pied de la falaise pour y être livrés au jeu des vagues; les argiles sous-jacentes, débarrassées de leur couverture arénacée, ont été ensuite déblayées facilement, le cren est ainsi arrivé à maturité, le ruisseau du Noirda ayant acquis son profil d'équilibre; entre ce point et l'anse du Gris-Nez, la falaise est découpée par toute une série de ces creux entrant les stades successifs de leur évolution; lorsque l'érosion régressive n'est pas aussi active que l'érosion marine, les petits cours d'eau ne peuvent parvenir à acquiescer leur profil d'équilibre à leur embouchure, leurs bords restent suspendues et ils se précipitent en cascade du haut de la falaise: le Cren-aux-Œufs et le Cren du Noirda offrent des exemples de ces caractères de jeu.

Le Cren du Noirda est envahi par des sables de la plage poussés vers l'intérieur par le vent et accumulés en petites dunes, s'avancant jusqu'au chemin d'Audresselles à Audinghen.

Sur la rive droite de l'embouchure du ruisseau existant, en outre, des dépôts quaternaires recouvrant le socle ancien et formant une petite falaise qui borde le rivage en ce point, j'ai pu en étudier la structure grâce à la coupe naturelle que présente cette falaise et aussi dans le talus du chemin d'accès à la plage que des travaux récents ont entaillé pour élargir ce chemin.

Voici la coupe que j'ai pu lever de cette petite falaise à l'embouchure du ruisseau (rive droite) :



- | | | |
|----|---|-------------------|
| 7. | Sable blanc avec coquilles formant de petites dunes. | 1 ^m 00 |
| 6. | Sable argileux bariolé avec tubulures ferrugineuses, cailloux roulés de silex et éclats de silex..... | 3 ^m 00 |
| 5. | Couche noirâtre riche en matières humiques | 0 ^m 15 |
| 4. | Sable argileux roux, gris vers le bas avec traces ferrugineuses, quelques éclats de silex | 0 ^m 30 |
| 3. | Lit de cailloux de grès et de silex | 0 ^m 10 |
| 2. | Banc de grès (Kimméridgien supérieur) | 1 ^m 20 |
| 1. | Argile schisteuse (Kimméridgien sup.) visible sur.. | 0 ^m 50 |
- Niveau de la plage actuelle.

Cette coupe appelle quelques remarques :

Les couches 1 et 2 appartiennent au Kimméridgien supérieur; le grès qui constitue la couche 2 est friable et renferme en abondance un lamellibranche, *Pleuromya tellina* Ag. à l'état de moule; ces couches sont bien exposées dans la falaise au N. du Noirda et recouvrent l'assise des marnes et calcaires du Moulin Wibert à *Physodoceras caletanum* Opp.; un banc calcaire de cette assise qui affleure sur la plage devant la Pointe Poissonnet, immédiatement au N. de l'anse du Noirda, renferme de grands *Aptychus*; un bel exemplaire de ces *Aptychus*, avec ses deux pièces restées en connexion, y a été recueilli par moi et déposé au Musée boulonnais.

Les dépôts quaternaires (couches 3 à 7) qui recouvrent le socle ancien débutent par un cailloutis (couche 3) reposant sur la surface ravinée des grès kimméridgiens et formé par des cailloux roulés de silex et surtout des fragments de grès arrachés au substratum et aux assises kimméridgiennes et portlandiennes du voisinage; ces cailloux de grès sont d'ailleurs mal roulés et plutôt usés et ne semblent pas avoir été l'objet d'un long transport.

Les épaisseurs des couches indiquées ci-dessus sont approximativement celles qu'elles présentent à l'extrémité S. de la petite falaise, mais elles varient sensiblement vers le N.: ainsi la couche 4, limitée en haut par le niveau humifère 5 qui forme une sorte d'ondulation, s'épaissit progressivement vers le N., tandis que la couche 6 diminue d'épaisseur dans la même direction.

De plus, la nature des sédiments présente quelques variations suivant les points considérés: ainsi, à 10 m. environ de l'extrémité S. de la falaise, un amas gris blanchâtre, lenticulaire, épais de 0 m. 75 au maximum, s'intercale entre le socle ancien et la couche 4, s'amincit sur les bords et se termine en biseau de chaque côté dans cette couche; cet amas est constitué par une sorte de vase calcaire renfermant d'abondantes coquilles de mollusques continentaux tels que *Hyalinia (Polita) nitens*

Gmel., et *Helix (Helicella) striolata* C. Pfeiff. (1); au microscope, ce sédiment se montre constitué par de fines particules argileuses et calcaires avec des grains de quartz élastiques assez volumineux et des fragments de coquilles disséminés; la couche 3 est grisâtre et plus sableuse vers le bas; au-dessus de l'amas de vase calcaire qui vient d'être décrit, elle est plus argileuse et de couleur jaune roux; vers la partie supérieure, cette couche 3 est constituée par un sable un peu argileux riche en éléments élastiques: au microscope, on observe des grains de quartz de faible diamètre à contours anguleux avec d'abondantes traces d'oxyde de fer. La couche 5 contient une plus grande quantité de particules argileuses, des traces ferrugineuses et surtout beaucoup de matières humiques; la couche 6 est plus riche en éléments élastiques et en oxyde de fer; les tubulures ferrugineuses qui parcourent ce dépôt et lui donnent un aspect bariolé, résultent du concrétionnement de l'oxyde de fer autour de débris de végétaux.

En l'absence de fossiles caractéristiques, il paraît difficile d'assigner un âge précis à ces diverses formations quaternaires recouvrant le socle ancien; leur nature lithologique ne peut d'ailleurs apporter aucune précision à cet égard. L'amas de vase calcaire à coquilles a été déposé par un petit cours d'eau et il convient de rappeler qu'un dépôt analogue a été observé jadis par E.-T. HAMY (2) au Pont Hamel, près du Portel, au S. de Boulo-

(1) A.-P. DUTERTRE. — Glanures malacologiques dans les environs de Boulogne-sur-Mer. *Feuille des Naturalistes*, n° 20, oct. 1925, p. 156-157.

(2) E.-T. HAMY. — L'âge du renne dans le Nord de la France. 1867. *Mém. Soc. d'Anthrop. de Paris*, 1^{re} sér., t. III (1868), p. 331-342.

E.-T. HAMY. — Découverte du renne à l'état fossile dans le Boulonnais, 1868. *Bull. Soc. Acad. Boulogne*. Ann. 1870-72. p. 467-472 (1873).

E.-T. HAMY. — Boulogne dans l'Antiquité. *Extr. de l'ouvr. offert par la Ville de Boulogne aux membres du XXVIII^e Congrès de l'Ass. fr. pour l'Av. des Sc.*, 1899.

gne, où cet auteur a découvert des ossements de renne avec des silex qu'il a rapportés à une industrie magdalénienne; cette formation pourrait donc remonter au début de la dernière phase de transgression consécutive à la fin des temps monastiriens; les coquilles recueillies au Noirda ne fournissent guère d'élément précis d'information sur l'âge de leur gisement, mais elles semblent plutôt récentes; ces mollusques vivent encore de nos jours dans le Boulonnais (1). L'un d'eux, *Hyalinia nitens* Gmel., a été signalé dans la tourbe néolithique de Wissant (2). Le niveau humifère 5 pourrait être comparé à cette tourbe qui forme des affleurements en divers points du littoral boulonnais, mais il n'est guère possible de se rendre compte s'il se place réellement au même niveau stratigraphique.

D'après les renseignements donnés par les ouvriers qui ont effectué des terrassements dans le talus contre le chemin d'accès à la plage du Noirda, des silex polis auraient été trouvés à la base des dunes ou peut-être au sommet de la couche sous-jacente, mais ces objets n'ont pas été conservés.

Enfin, j'ai ramassé à la base du sable dunal quelques coquilles de mollusques comestibles, tels que *Cardium edule* L., *Patella vulgata* L., *Littorina littorea* L., *Littorina obtusata* L. paraissant avoir subi la cuisson et accompagnées de quelques débris de poterie vernissée analogues à celles que l'on recueille en abondance vers le haut de la dune de Vimetz à Wissant et qui ne semblent pas remonter au-delà du xvi^e siècle; il convient donc de considérer ces coquilles et débris comme des restes de l'occupation humaine à une époque toute récente.

(1) Dr BOULY DE LESDAIN. Notes malacologiques. *Feuille des Naturalistes*, n° 18, Août 1925, p. 120-121.

(2) A.-P. DUTERTRE. — Remarques sur les formations quaternaires et récentes du Boulonnais. *Ann. du Musée géol. du Boulonnais*, t. I, fasc. 4, 1924.

**Découverte d'un « Aroides » dans le Bathonien
des Ardennes**

par **A.-P. Dutertre.**

Au cours d'une récente excursion aux environs de Rumigny (Ardennes), j'ai recueilli dans une carrière ouverte dans les calcaires blancs du Bathonien moyen, sur le bord du chemin de Rumigny à Champlin (1), un fossile que j'ai immédiatement reconnu identique aux débris rapportés par Carruthers (2) à un *Aroides*.

Cet échantillon consiste en un fragment de calcaire blanc à grain fin dont la surface, brisée irrégulièrement, porte de nombreuses petites plaques peltées, presque hexagonales, disposées primitivement, sans doute, en quinconce et serrées les unes contre les autres, mais ultérieurement dissociées en partie; ce fragment de calcaire était isolé et gisait vers le haut de la carrière où il paraît avoir séjourné longtemps; la plupart des petites plaques, ont, en effet, subi une altération plus ou moins profonde due à la dissolution produite par les eaux météoriques.

Ce fossile est identique à celui que j'ai signalé récemment dans le Bathonien des environs de Marquise (Boulonnais) (3); ces deux échantillons sont semblables à ceux qui proviennent du Bathonien inférieur d'Angleterre (*Stonesfield Slates*) et que j'ai pu étudier au *British Museum* pendant un séjour à la Maison de l'Institut de France à Londres (oct-nov. 1923).

Je rappellerai que ces fossiles ont été d'abord considérés comme les restes du spadice d'une *Aroidée* et décrits

(1) Cette carrière située à environ 1 kil. du Château de la Cour des Prés a livré à Edouard PIETTE de très remarquables séries de fossiles décrits par ce savant paléontologiste.

(2) *Géol. Magazine*, vol. IV, 1867, p. 146, pl. VIII, fig. 2.

(3) A.-P. DUTERTRE. — Découverte d'un *Aroides* dans l'étage bathonien du Boulonnais. *C. R. Somm. Soc. géol. Fr.* 1926, fasc. 4 (15 fév.), p. 32-33.

par CARRUTHERS (1) sous le nom de *Aroides Stutterdi*, mais leur origine végétale reste problématique; ils ont été parfois attribués à un erinoïde dont ils seraient le sac anal, toutefois cette opinion n'a pas été admise par M. le docteur F. Bather dont les travaux sur ces organismes font autorité. M. A.-C. SEWARD (2), de son côté, tout en les indiquant parmi les restes présumés de plantes monocotylédones, fait des réserves sur leur véritable nature.

En attendant d'en faire une étude détaillée, il m'a paru intéressant d'appeler de nouveau l'attention sur ces fossiles énigmatiques répandus dans le Bathonien d'Angleterre, du Boulonnais et des Ardennes.

M. A. Duparque fait la communication suivante:

**Remarques sur la nature des
quatre Constituants macroscopiques de la Houille
par André Duparque**

La théorie actuellement admise en ce qui concerne la formation des différentes variétés de houille est celle que Potonié a exposée il y a une vingtaine d'années (3).

A la suite de nombreuses observations et d'une étude approfondie de formations actuelles, cet auteur a admis qu'après leur mort les organismes ou les débris d'organismes pouvaient être soumis, suivant les conditions où ils se trouvaient placés, à des processus d'altération différents.

Si nous considérons le cas spécial des débris végétaux qui étaient formés presque exclusivement de substances hydro-carbonées, quatre cas peuvent se présenter.

(1) Ouvrage cité.

(2) A.-C. SEWARD. — Catalogue of the Mesozoic plants in the British Museum. Jurassic flora, II, 1904.

(3) H. POTONIÉ. — Die Entstehung der Steinkohle und verwandter Bildungen einschliesslich des Petroleums. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1905.

1° *Destruction*. — Lorsque les débris végétaux se trouvent soumis à l'action de l'oxygène en excès, ce qui est le cas de ceux qui tombent à découvert sur un sol perméable, ils sont rapidement transformés en eau et en acide carbonique, ils ne tardent pas à disparaître complètement et ne laissent aucun résidu solide; ce processus est désigné sous les noms de « *Destruction* » ou de « *Consumption* ».

2° *Formation de Terreau*. — Si des débris analogues se trouvent placés dans une atmosphère humide et que leur accumulation soit telle qu'ils forment un feutrage assez compact et constamment imbibé d'eau, la quantité d'oxygène sera insuffisante pour provoquer la destruction totale. Ces conditions se trouvent réalisées dans les forêts où les débris végétaux s'accumulent sur le sol et où la végétation entretient une fraîcheur constante de l'air.

Dans ces conditions, une partie seulement des débris végétaux est transformée par une action bactérienne en eau et en acide carbonique et il reste un résidu plus riche en carbone que la substance initiale que l'on désigne sous le nom de « *Terreau* ». Le Terreau est un humus à réaction alcaline ou neutre qui peut contribuer à la formation des charbons.

3° *Tourbification*. — Si les conditions qui déterminent la formation du terreau se trouvent encore exagérées et si, par exemple, les débris végétaux s'accumulent sous une nappe d'eau peu épaisse et légèrement aérée, la quantité d'oxygène sera encore plus faible, l'oxydation sera moins poussée et la formation d'eau et de gaz carbonique réduite. Dans ce milieu aseptique il se formera un humus acide qui est une substance plus riche en carbone que le terreau et que l'on désigne sous le nom de « *Tourbe* ».

4° *Putréfaction*. — Dans les trois processus précédents, les débris végétaux subissent l'action ménagée de l'oxygène de l'air qui suppose une exposition directe dans l'atmosphère ou une accumulation dans une eau légèrement aérée.

Or, il peut arriver que de tels débris se déposent dans un milieu complètement privé d'oxygène qui se trouve réalisé dans la partie centrale de mares où la lame d'eau stagnante est suffisamment épaisse. Dans ces conditions, ils subissent une transformation spéciale: la « *Putréfaction* » qui est caractérisée par un enrichissement de la substance initiale en *carbone* et surtout en *hydrogène*. Les produits de la putréfaction sont caractérisés par une haute teneur en matières volatiles.

Potonié a rangé les différentes roches combustibles (Caustobiolithes) dans les trois classes suivantes :

a) — *Les Roches humiques.*

D'après Potonié, la « *formation de terreau* » et la « *tourbification* » pourraient, dans certaines conditions, conduire à la formation d'un charbon. Ces deux phénomènes qui sont caractérisés par un enrichissement en carbone entraînent donc la « *houillification* » des débris végétaux et les combustibles qui en résultent ou « *Charbons humiques* » (1) sont caractérisés par la présence de nombreux débris de végétaux supérieurs (Tissus ligneux, Spores, etc.). Ces charbons humiques se formeraient sur place, les végétaux mourant progressivement par leur base immergée et se développant à l'air libre.

La tourbe, le lignite, la houille brillante sont les principaux types de charbons humiques, les schistes charbonneux celui des roches humiques.

b) — *Les roches sapropéliennes.*

Au contraire, dans les lieux où se déposaient les débris organiques qui étaient soumis à la « *putréfaction* » les végétaux supérieurs ne pouvaient plus vivre, l'épaisseur

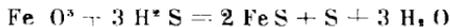
(1) C. Eg. BERTRAND a employé le terme « Charbons humiques » dans un sens assez différent pour désigner seulement les schistes charbonneux. Les « Charbons humiques » de Potonié comprennent en plus de ces mêmes schistes des charbons vrais.

de la lame d'eau étant trop importante. Les fragments de végétaux supérieurs peuvent y exister, mais ils auront toujours subi un certain transport. De plus, il viendra s'y ajouter des débris d'animaux ou de plantes franchement aquatiques (algues inférieures, petits crustacés, mollusques, écailles, os et coprolithes de poisson, etc...) riches en graisses et en substances albuminoïdes et il se formera une boue organique fluide, le « Sapro-pèle » (1). Si le sapropèle se dépose à l'état de pureté, il se formera un « charbon sapropélien », si au contraire il y a en même temps apport de substances minérales (dépôt important de coquilles calcaires, de boues calcaires ou argileuses) on obtient une « roche sapropélienne » (calcaire fétide, argiles ou schistes sapropéliens).

Les principaux types de charbons sapropéliens sont, d'après Potonié, la houille mate, les cannel-coals et les Bogheads et le processus qui aboutit à la formation de roches sapropéliennes est désigné par lui sous le nom de « bituminisation » en raison de l'enrichissement en Hydrogène, et par conséquent en matières volatiles, de ces sédiments.

(1) On doit rapprocher du Sapro-pèle les boues organiques très fines qui se déposent dans nos mers et dans certaines mers intérieures (Mer Noire par exemple), boues qui sont caractérisées par leur couleur noire et leur richesse en hydrogène sulfuré.

Ces boues fines doivent leur richesse en hydrogène sulfuré à la décomposition, par action bactérienne, des substances albuminoïdes des cadavres d'animaux et leur couleur noire à la présence en abondance du sulfure de fer provenant de l'action de l'hydrogène sulfuré sur les oxydes de fer suivant la réaction :



(Voir à ce sujet: MURRAY et IRVINE, *Proceed. Roy. Soc. Edin-burgh*, vol. 17, 1889, p. 93; et A. GAUTIER, *C. R. Acad. Sciences*, CXVI, 1893, p. 1.494).

D'après M. Ch. BARROIS (*Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLI, (1912), p. 7) les schistes noirs de la zone de Flines et de tous les niveaux marins plus élevés (Veines Olympe, Passée de Laure, Poissonnière) qui se présentent en lits minces caractérisés par leur richesse en pyrite et la présence de fossiles marins, proviendraient de dépôts vaseux analogues.

c) — *Cires et résines fossiles.*

Quelques substances particulièrement résistantes (cires, résines, membranes cutinisées) persistent parfois dans certains sédiments, tandis que la masse des végétaux, dont ils dérivent, ont subi la destruction totale. La plupart de ces substances que Potonié a rangées dans sa catégorie des « *Liptobiolithes* » (de leptos abandonné) sont des corps rares, qui généralement ne sont pas considérés comme les équivalents de roches sédimentaires mais plutôt comme des espèces minéralogiques. C'est parmi les Liptobiolithes que cet auteur classe les cires et résines fossiles. l'ambre ou succin, les sporites récentes et la Tasmanite du Permien d'Australie.

Pour ranger les différentes variétés de combustibles dans ces trois classes, Potonié s'est appuyé sur les travaux des auteurs qui ont étudié la structure, les modes de formation et le gisement de chacun d'eux. C'est ainsi qu'en ce qui concerne les Cannel-coals et les Bogheads, sa classification repose sur les beaux travaux de C. Eg. Bertrand, et par conséquent sur une base très solide. Au contraire, il n'a pu faire état pour classer les différentes variétés de houille et les Gayets (pseudo Cannel-coals) de leur structure microscopique qui était très mal connue.

La méthode métallographique m'ayant permis de mettre en évidence cette structure microscopique, je me propose d'étudier dans la présente note la nature de ces combustibles et de vérifier s'il est possible de les ranger dans les catégories proposées par Potonié.

Seuls, les combustibles d'âge paléozoïque (houille, Gayet, Bogheads, schistes charbonneux et bitumineux, calcaire bitumineux) retiendront mon attention, l'étude des combustibles plus récents (Lignite, Tourbe etc....), ayant été écartée comme sortant du cadre que je me suis tracé (1).

(1) Le lecteur pourra se reporter au travail de H. Potonié.

I. — *La nature des quatre constituants macroscopiques de la houille.*

La « houille brillante » de Potonié correspond à l'ensemble « Fusain, Clarain, Vitrain » et sa « houille mate » au « Durain » (1). J'étudierai successivement la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille dans les deux paragraphes suivants :

1° HOUILLE BRILLANTE. — La houille brillante des anciens auteurs est un complexe que l'on doit considérer comme formé en majeure partie de Clarain contenant de nombreux fragments de Fusain (2) et çà et là quelques lits de Vitrain. Certaines houilles brillantes semblent être formées uniquement de Vitrain et de Fusain. La nature de ces complexes dépend donc de celle de chacun de leurs constituants.

cité plus haut ou à la traduction française qui en a été donnée par Gaspar SMITZ, S. J. et publié à la même librairie.

Il trouvera également des renseignements détaillés et très complets dans l'ouvrage « Géologie » de J. CORNET. § 1.054 à 1.139, § 1.264 à 1.334. Imp. Camille Leich, 18, rue Rogier, à Mons, 1920.

Consulter aussi Gaspar SMITZ, S. J., Formation sur place de la houille, Revue des questions scientifiques avril 1906, Louvain, 1906.

(1) Pour la définition des quatre constituants macroscopiques de la houille, voir :

M. C. STOPES. — On the four visible ingredients in banded bituminous coal, n° 1. — *Proc. Roy. Soc.*, 1919 (B), vol. 90; p. 487, pl. 11 et 12, Londres, 1919.

A. DUPARQUE. — La constitution de la houille d'après les travaux de Mme M. C. Stopes. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLIX, p. 148, Lille 1924.

Pour leur figuration et l'étude de leur structure microscopique, voir :

A. 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 pl. II à V, Lille, 1925.

(2) Le Fusain (houille mate fibreuse) ne forme que très rarement des lits importants et il doit être considéré comme faisant partie de la houille brillante qui l'enrobe. Voir à ce sujet :

A. DUPARQUE. — Le rôle des tissus lignifiés dans la formation de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI (1926), p. 51 à 64. pl. I Lille, 1926.

a) Le *Fusain* (*Ann. Soc. géol. Nord*, t. L, pl. II) présente une structure simple et constante, son origine ne peut être mise en doute. Il est formé de fragments de tissus lignifiés (bois, sclérenchyme) et par conséquent d'éléments essentiellement humiques.

b) Le *Clarain* (*Ann. Soc. géol. Nord*, t. L, pl. IV) contient des corps figurés, qui sont identiques au Fusain, leur état d'altération mis à part, et une pâte (substance fondamentale). Les éléments sapropéliens font complètement défaut dans la pâte du Clarain et les algues ne s'y rencontrent qu'exceptionnellement. Ce constituant doit donc être considéré comme ayant une origine exclusivement humique.

c) Le *Vitrain* (*Ann. Soc. géol. Nord*, t. L, pl. V) est constitué uniquement par la substance fondamentale et présente les mêmes caractères que la pâte du Clarain.

La houille brillante nous paraît donc être une roche d'origine essentiellement humique et l'étude de sa structure microscopique vient confirmer entièrement sur ce point la théorie de Potonié.

2° HOUILLE MATE. — La « Houille mate » (« mattkohle » des allemands) serait d'après Potonié du Sapropele pur. Cette variété de houille est l'équivalent du Durain de Mme Stopes et sa structure microscopique est nettement mise en évidence par l'étude de surfaces polies (*Ann. Soc. géol. Nord*, t. L, pl. III).

Or; cette structure (1) nous révèle que le Durain est formé surtout de corps figurés (spores, tissus lignifiés, corps résineux, cuticules) représentant souvent plus de 75 % de sa masse et ayant incontestablement une origine humique. La pâte du Durain, du reste peu développée, est identique à celle du Clarain. *je n'y ai, pour ma part, jamais rencontré d'éléments sapropéliens* et leurs compositions chimiques semblent très voisines dans ces deux constituants.

(4) A. DUPARQUE, loc. cit., *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 72-73.

La houille mate (Durain) est donc une variété de houille essentiellement humique et c'est à tort qu'elle a été considérée comme du Sapropèle pur.

Des études ultérieures mettront peut-être en évidence l'existence de variétés de houille mate d'origine sapropélieuse, mais de toute façon l'emploi du terme « houille mate » comme synonyme de « *Charbon sapropélien* » doit être abandonné.

On rencontre parfois dans les couches de houille des formations que l'on doit rapporter aux « *Liptobiolithes* » de Potonié. Les corps résineux que l'on trouve dans le Durain sont de véritables résines fossiles et le Spore Coal de Micklefield (1) est identique à la Tasmanite d'Australie.

II. — *La nature des Gayets (pseudo-Cannel-Coals)*

La preuve de la nature sapropélieuse des Cannel-Coals et des Bogheads n'est plus à faire, car bien antérieurement à la note de Potonié, C. Eg. Bertrand avait mis en évidence dans ces charbons spéciaux l'existence d'écaillés, de coprolithes et de fragments d'os de poissons, de petits crustacés et d'algues microscopiques (2), éléments que ce premier auteur a retrouvés dans les sapropèles actuels et qu'il considère comme étant caractéristiques de ces formations.

L'examen de surfaces polies m'a permis d'étudier des Gayets (pseudo-Cannel-Coals) et de montrer que leur

(1) André DUPARQUE. — La structure microscopique du Gayet de Liévin et des Cannel-Coals. Comparaison avec le Durain. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 118, pl. V, fig. 21 à 23, Lille, 1925.

(2) Ces observations ont été exposées par C. Eg. Bertrand dans un grand nombre de notes qu'il a publiées seul ou en collaboration avec B. Renault et qu'il serait trop long d'énumérer ici. Elles ont été résumées par lui dans la note suivante :

C. Eg. BERTRAND. — Ce que les coupes minces de charbons de terre nous ont appris sur leurs modes de formation. *Congrès international des mines, de la métallurgie, de la mécanique et de la géologie appliquée*. Liège, 1905.

structure est presque identique à celle des Cannel-Coals qui peuvent être considérés comme intermédiaires entre eux et le Durain.

Les Cannel-Coals et les Gayets sont caractérisés par l'absence presque complète de corps figurés de grandes tailles, la réduction à l'état de menus fragments des tissus lignifiés, la rareté des macrospores et la diminution du nombre des microspores. Tous ces éléments sont très altérés et l'altération des spores est d'autant plus remarquable qu'elle contraste vivement avec l'état de conservation parfaite de ces mêmes organismes dans le Durain.

L'étude de deux échantillons de Gayets du Bassin houiller du Nord présente un intérêt particulier, leur structure microscopique et macroscopique donnant des indications précises sur la nature de ces charbons spéciaux.

a) *Gayet de la Fosse N° 6 de Bruay.*

Ce gayet qui nous a été envoyé par M. L. Didier, ingénieur en chef aux mines de Bruay, provient d'une passée de gayet de 0 m. 40 située entre les 6^e et 7^e veines, au siège n° 6. Il a été prélevé dans la bowette S.W. à l'étage de 591 m., les coordonnées du point de prise sont les suivantes :

Longitude.	+ 990
Latitude.	— 1840
Côte.	— 509

L'analyse de ce gayet a donné les résultats suivants :

Matières volatiles	38,57 %
Carbone fixe	26,67 %
Cendres.	34,76 %
Matières volatiles rapportées au charbon.	59,12 %

Les cendres ont une coloration violette.

C'est un gayet typique à éclat lustré à cassure conchoïdale et tranchante, il contient de nombreuses coquilles

d'*Anthracomya Phillipsi* et de *Carbonia fabulina*, fossiles caractéristiques d'une faune d'eau douce.

Examiné au microscope, on y distingue de rares macrospores, des fragments de macrospores, des microspores assez nombreuses, quelques débris de tissus lignifiés réduits à l'état de corps étoilés. Tous ces éléments sont très altérés et réunis par une pâte assez abondante.

En section verticale on voit que les coquilles de lamelli-branches, étalées parallèlement au plan de stratification, sont plus ou moins plissées et comprimées. Parfois les deux valves sont restées accolées; le plus souvent elles se trouvent isolées. On peut observer fréquemment la structure du test de ces mollusques qui est formé de deux couches, l'une lamelleuse et l'autre prismatique (1).

b) *Gayet de la Fosse N° 6 de Meurchin.*

Ce gayet nous a été remis par M. Guinamard, ingénieur en chef aux Mines de Lens. Il a été prélevé dans la bowette 25 de la Fosse N° 6 de Meurchin. Il provient de la passée au mur de Nelly qui a été assimilée au niveau marin de Poissonnière. Il forme un sillon entre le toit et le mur de cette passée et un autre sillon au milieu du charbon (2).

Ce Gayet a une cassure irrégulière granuleuse, une teinte brun-noirâtre et contient des lingules qui attestent son origine marine.

(1) L. CAYEUX. — Introduction à l'Étude pétrographique des roches sédimentaires, p. 473. *Mém. de la Carte Géol. de France*, Paris, 1916.

La couche prismatique des coquilles d'*Anthracomya* est assez épaisse, elle est formée de prismes qui ne se sont pas toujours développés dans toute son épaisseur et qui se relaient parfois les uns les autres; disposition qui rappelle celle de la couche prismatique de *Pinna tuberculosa* (L. CAYEUX, loc. cit., pl. XLVIII, fig. 1).

La couche dite lamelleuse est beaucoup moins épaisse que la couche prismatique, sa structure paraît homogène.

(2) Ce gayet comme celui de la Veine Léonard de Liévin (v. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 118 à 136, pl. V, fig. 22 et 23) nous offre un nouvel exemple de gayet situé en pleine Veine.

Après polissage on peut observer à l'œil nu sa structure finement stratifiée due à des alternances de lits très réguliers de teintes plus ou moins foncées. Les tests de Linné apparaissent comme de minces filets brillants.

Au microscope, la structure stratifiée est beaucoup moins nette, la substance fondamentale (pâte) très développée formant presque toute la masse.

Les corps figurés, peu nombreux, sont représentés par des fragments de spores et de tissus ligneux très altérés et très fragmentés.

Ce Gayet contient de nombreux grains de Pyrite ⁽¹⁾, disséminés dans la substance fondamentale, ce sont le plus souvent des petits granules dont la taille est de quelques μ . Ces granules sont fréquemment associés en chaînettes ou en petits amas et affectent des allures micrococcoïdes ⁽²⁾. Ils forment parfois des sphérules d'assez grande taille.

C'est à la présence de ces innombrables grains de Pyrite que la roche doit sa cassure granuleuse spéciale.

L'abondance de la Pyrite dans ce Gayet d'origine marine doit être rapprochée de la fréquence de ce même minéral dans les charbons des veines surmontées d'un toit marin ⁽³⁾.

L'analyse immédiate du Gayet de Meurchin m'a donné les résultats suivants :

(1) L'état de division du minéral ne permet pas de déterminer si le bisulfure de fer de ce gayet appartient à la Pyrite proprement dite ou à la Marcassite; le vocable pyrite est utilisé ici pour désigner le bisulfure de fer quel qu'il soit.

(2) C. Eg. BERTRAND a signalé une manière d'être analogue de la limonite dans la Gelée silicifiée de Grand'Croix.

C. Eg. BERTRAND. — Figures bactériiformes dues à des causes diverses. *C. R. de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Lille, 1909, p. 600 à 606, Paris, 1909.

(3) L'abondance de la Pyrite dans de telles couches a été signalée par MM. Ch. BARROIS, A. RENIER et X. STAINIER.

Ch. BARROIS. — Observations sur la richesse en Pyrite des charbons recouverts d'un toit d'origine marine. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLI, p. 6, Lille, 1912.

X. STAINIER. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXVI, p. 266, 1912.

Eau hygroscopique	2,38 %
Matières volatiles	12,32 %
Carbone fixe	67,50 %
Cendres	17,80 %
Matières volatiles rapportées au Charbon.	14,36 %

Il est donc caractérisé par une très faible teneur en matières volatiles et ce caractère semble lié à la rareté des spores (corps jaunes) ; il serait donc un de ces termes extrêmes de la série des pseudo-cannel coals dont parle M. X. Stainier dans une note récente (1).

La présence de ces nombreux vestiges d'animaux, dont le corps était surtout formé de substances albuminoïdes, atteste que ces dernières ont joué un certain rôle dans la formation de ces gayets qui présentent bien les caractères de roches sapropéliennes.

L'étude microscopique de ces deux gayets, qui sont identiques, par ailleurs, au Gayet de la Veine Léonard de Liévin et à toutes les roches analogues du bassin houiller, permet donc de conclure que ces charbons spéciaux ont bien une origine sapropélienne, caractère qui souligne encore leur grande analogie avec les Cannel-Coals.

III. — *Les modes de formation des différentes variétés de houille, des Gayets et des Bogheads*

Toutes les roches que nous avons étudiées jusqu'ici appartiennent à la catégorie des charbons, c'est-à-dire que leurs teneurs en cendres sont suffisamment faibles ou leurs teneurs en matières volatiles assez élevées pour permettre leur utilisation industrielle. Elles sont caractérisées par une sédimentation presque exclusivement organique.

Si à l'apport de substances organiques vient s'ajouter une sédimentation minérale, la roche perd cette propriété et sa teneur en cendres augmente. C'est ainsi que les char-

(1) X. STAINIER. — Le pseudo-Cannel Coal de la Veine Anglaise du Bassin de Charleroy. *Ann. de la Soc. Scientifique de Bruxelles*, 44^e année, 4^e fasc., p. 527-534, Louvain, 1925.

bons humiques passent aux schistes charbonneux et que les charbons sapropéliens passent aux schistes bitumineux ou aux calcaires fétides.

Ces différentes roches doivent être distribuées comme suit dans les deux classes des charbons humiques et des charbons sapropéliens.

	Schistes charbonneux			
Charbons et roches humiques	Houille brillante	<i>sans corps figurés</i> . . .	Vitrain	
		<i>avec corps figurés</i> . . .	Clarain	
Charbons et roches sapropéliennes	Houille mate	<i>fibreuse</i>	Fusain	} Charbons sporo-polliniques
		<i>compacte</i>	Durain	
			Spore Coal (Sporite)	
Charbons et roches sapropéliennes	Cannel Coals	Gayets (<i>pseudo Cannel-Coal</i>)	} ..	} Charbons sporo-polliniques
		Bogheads		
		Ampélites et schistes bitumineux		
		Calcaires bitumineux		

Dans cette classification les «Charbons sporo-polliniques» (Spore-Coal, Durain, Cannel-Coal, Gayets) qui forment un groupe de combustibles bien homogène, caractérisé par la prédominance des mêmes corps figurés (1) (Spores, Grains de pollen), se trouvent répartis dans les deux catégories suivant la nature de leur pâte. Les uns (Durain, Spore-Coal) appartiennent à la classe des *Charbons humiques*, les autres (Cannel-Coals, Gayets) à la classe des *Charbons sapropéliens*. D'autre part, l'observation montre (1) qu'il existe entre le Durain et les Cannel-Coals, toute une série d'intermédiaires permettant de passer in-

(1) A. DUPARQUE. — *loc. cit.* *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. I, p. 118, Lille, 1925.

sensiblement de l'un à l'autre. C'est donc par les charbons sporo-polliniques que se fait la soudure des deux grandes classes de combustibles (Ch. humiques et Ch. sapropéliens) et les deux classifications, basées sur des caractères différents, se superposent et se complètent mutuellement.

En ce qui concerne le mode de dépôt des différents charbons, Potonié admettait la théorie de l'autochtonie (formation sur place). Selon lui, la houille brillante formée uniquement d'éléments humiques se serait accumulée à l'endroit même où vivait la forêt houillère à la façon de la tourbe actuelle, les végétaux mourant par leur base, tandis qu'ils se développaient dans l'atmosphère. Quant aux charbons sapropéliens (houille mate, Cannel-Coals, Bogheads), ils seraient également autochtones en ce sens que l'élément dominant, le sapropèle, dériverait d'organismes qui vivaient dans le voisinage immédiat des lieux où ils s'accumulaient. Potonié admettait que les éléments humiques des roches sapropéliennes avaient subi un certain transport et étaient par conséquent allochtones, mais il ne leur attribuait qu'un rôle secondaire.

Or, l'examen microscopique des houilles que j'ai étudiées jusqu'ici nous montre que, à l'inverse des murs à *Stigmaria* qui sont incontestablement d'anciens sols de végétation, les houilles brillantes (Clarain, Vitrain) et les houilles mates (Durain) sont formées d'éléments humiques ayant subi un certain transport, car je n'y ai jamais rencontré de racines en place.

C'est également la notion d'un transport par des eaux peu rapides qui permet d'expliquer les faits suivants qui sont absolument constants.

Si on examine la distribution des corps figurés dans les différents charbons, on constate :

1° Que les fragments de tissus lignifiés sont de grande taille, très nombreux et bien conservés dans la houille brillante, de plus petite taille, moins nombreux et plus altérés dans la houille mate, réduits à l'état de menus fragments dans les Gayets (Cannel-Coals) où ils tendent

à disparaître et pratiquement inexistants dans les Bogheads.

2° Que les spores n'existent pas ou sont très rares dans la houille brillante, qu'elles sont extrêmement nombreuses dans la houille mate, moins nombreuses dans les gayets et deviennent assez rares dans les Bogheads.

3° Que les éléments sapropéliens, et en particulier les algues et les coquilles de mollusques et de crustacés, sont très nombreux dans les Bogheads, relativement fréquents dans les Gayets et toujours absents dans les houilles mates et brillantes.

Or, ces éléments ont des origines bien distinctes, les uns (éléments humiques) proviennent d'organismes terrestres ou sub-terrestres, les autres (éléments sapropéliens) dérivent d'organismes franchement aquatiques; ils sont localisés dans les termes extrêmes (houille brillante et mate d'une part, Boghead d'autre part) et se juxtaposent dans le terme intermédiaire (Gayet ou Cannel-Coal).

D'autre part, dans la série houille brillante, houille mate, Gayet, les éléments humiques se trouvent rigoureusement classés par ordre de taille et de densité décroissantes.

Si l'on observe la structure macroscopique des quatre termes: houille brillante, houille mate, Gayets, Bogheads, nous voyons qu'au fur et à mesure que nous approchons de ces derniers la roche devient plus homogène et son grain plus fin. Les derniers termes présentent donc les caractères de sédiments formés en eaux plus profondes ou plus calmes.

L'existence entre chaque terme de roches intermédiaires nous prouve qu'ils étaient susceptibles de former une série continue, car la houille brillante passe à la houille mate par appauvrissement en tissus lignifiés et apparition de spores peu nombreuses, tandis que la houille mate se rattache aux Cannel-Coals (Gayet) par des termes où les microspores tendent à disparaître. D'autre part, d'après Bertrand et Renault, il existe des Cannel-Coals

contenant des algues et des Bogheads renfermant des spores.

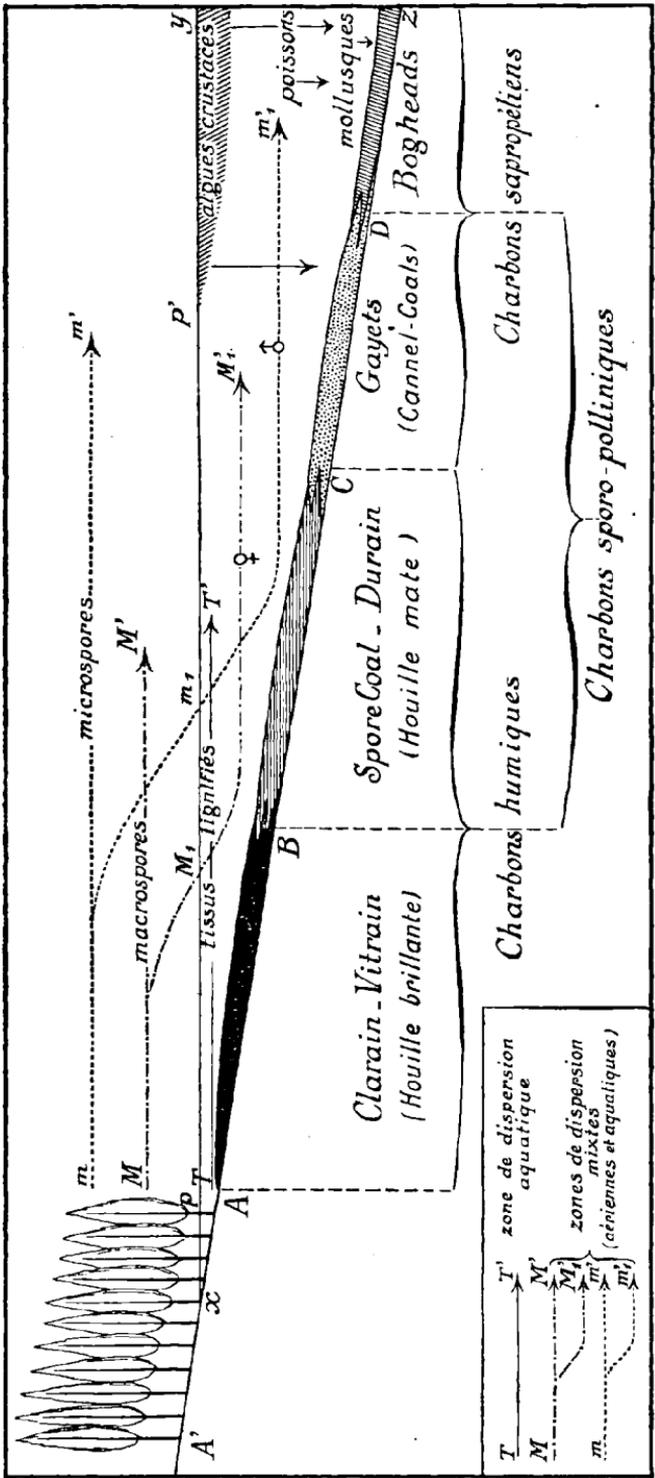
Toutes ces observations peuvent être résumées par une représentation théorique et schématique des faits que l'on pourrait exprimer ainsi : la série complète de ces sédiments devait se déposer entre deux points dont l'un était certainement la rive marécageuse de la lagune houillère et dont l'autre se trouvait situé dans le voisinage du centre de cette dernière.

La formation successive de ces quatre variétés de houille peut alors s'expliquer facilement par le schéma ci-contre (p. 228).

Soit xz le sol très doucement incliné de la lagune houillère et xy le niveau de la nappe d'eau. La forêt houillère devait s'étendre au voisinage du point x dans une zone marécageuse partiellement immergée et les débris de végétaux morts ne pouvaient être transportés que par flottage, ceux qui restaient exposés à l'air étant voués à la destruction totale. Si nous supposons, pour simplifier l'exposé, un courant suffisamment lent dirigé normalement à la rive, c'est-à-dire de x en y , les fragments de tissus lignifiés les plus volumineux et les plus lourds se déposaient entre les points A et B , les débris plus petits entre les points B et C et seuls les menus fragments dépassaient le point C .

Les spores en raison de leur légèreté étaient susceptibles d'être transportées au loin par le vent. Seuls, les vents dirigés de x en y sont à considérer puisque ceux dirigés en sens inverse entraînaient les spores vers la terre où elles étaient vouées à la destruction totale comme nous l'avons vu au début de cette note.

Les macrospores, en raison de leur grande dimension, ne pouvaient pas dépasser le point M' , en cours de route un certain nombre d'entre elles s'immergeaient entre les points M et M' , mais entre A et B , en raison de la vitesse du courant, elles étaient entraînées plus loin, leur dépôt s'opérait surtout entre les points B et C , un petit nombre seulement dépassait le point C .



x y — Surface de la lagune houillère.
 x z — Sol doucement incliné de cette lagune.

AA — Sol de la forêt houillère marécageuse.

AB — Zone de dépôt de la houille brillante (Clarain Vitrain).

BC — Zone de dépôt de la houille mate (Spore Coal, Durain).

CD — Zone de dépôt des Gayets (Cannel-Coals).

Dz — Bordure de la zone de dépôt des Bogheads.

p'p' — Zone marginale de la lagune houillère où la vie était impossible pour les animaux et les végétaux inférieurs (planton, necton, benthos), en raison de la composition de la solution végétale. Dans cette zone, les débris végétaux subsaient l'action des bactéries et des ferments.

p'y — Zone centrale de la lagune houillère où les eaux moins chargées de produits humiques pouvaient être habitées par ces mêmes êtres (planton, necton, benthos).

TT' — Zone de dispersion aquatique des fragments de tissus lignifiés.

MM' — Zone de dispersion aérienne des Macrospores (♀).

MM'' — Zone de dispersion aquatique des Macrospores (♀)

mm' — Zone de dispersion aérienne des Microspores (♂)

mm'' — Zone de dispersion aquatique des Microspores (♂).

Les termes *algues*, *crustacés*, *poissons*, *mollusques*, sont employés ici dans un sens très large pour désigner respectivement les ensembles des êtres flottants ou pélagiques (planton) des êtres nageant (necton) et des êtres vivant sur le fond (benthos)

L'accolade inférieure indique que les charbons spore polliniques comprennent un terme de la série humique (Spore-Coal-Durain), et un terme de la série sapropélique (Gayets et Cannel-Coals).

Les microspores plus légères étaient entraînées par le vent jusqu'au point m' et s'immergeaient entre les points m et m', un certain nombre d'entre elles étaient entraînées et se déposaient entre les points m¹ m². Les spores s'accumulaient très nombreuses entre B et C, moins nombreuses entre C et D et devenaient rares au-delà du point D.

L'absence complète d'éléments sapropéliens dans la houille brillante et mate indique qu'en bordure de la lagune houillère, il existait une zone p p' où la vie était impossible pour les êtres vivants (plancton, neeton, benthos). L'existence d'une telle zone s'explique facilement par la présence, dans cette région, d'acides humiques en excès qui rendaient le milieu inhabitable. Les organismes sapropéliens ne pouvaient donc vivre qu'à partir du point p' où ils étaient peu nombreux, tandis qu'ils pullulaient en p' y. Comme ces organismes s'accumulaient sensiblement sur place là où ils vivaient, ils se sont déposés assez nombreux entre C et D et en grande quantité au-delà du point D.

Il se déposait donc entre les points A et B de la houille brillante, entre les points B et C de la houille mate, entre les points C et D du Gayet et au-delà du point D du Boghead.

Désireux de ne faire état que d'observations personnelles, je n'ai pas figuré, dans ce schéma, de formations charbonneuses sur le sol même de la forêt houillère, n'ayant, jusqu'ici, jamais rencontré de couches de houille présentant ce caractère. Des recherches antérieures semblent indiquer l'existence de telles couches, et l'absence de leur figuration ne doit pas être interprétée, ici, comme la négation de cette existence.

L'acceptation de cette hypothèse nous oblige à admettre qu'il y avait contemporanéité sur une même horizontale entre des dépôts de natures différentes, fait qui se trouve

vérifié par un certain nombre d'observations (1).

Pour faciliter cet exposé, j'ai supposé un transport de substances dirigé perpendiculairement à la rive, mais des conditions identiques pouvaient être réalisées par des courants parallèles ou obliques à cette même rive. D'autre part, il est certain qu'en fait un grand nombre d'autres facteurs (topographie du fond de la lagune, forme du rivage, etc.), venaient compliquer l'allure du dépôt, diminuer ou augmenter les longueurs AB, BC, CD et parfois supprimer complètement un ou plusieurs des termes de la série. De plus, des mouvements du sol et des changements successifs, plus ou moins périodiques dans le régime des vents et des courants, permettent d'expliquer la stratification entrecroisée et lenticulaire des différentes variétés de charbon et l'intercalation de roches stériles.

En résumé, pour simplifier, nous n'avons tenu compte dans ce schéma que de la profondeur ou de la distance à la rive, alors qu'en réalité on devrait faire intervenir au même titre les modifications dans la nature des sédiments, imputables au calme ou à l'agitation des eaux de la lagune (2).

Cette hypothèse permet aussi d'expliquer les importances relatives de la houille brillante, de la houille mate et des gayets dans la série houillère dont les développements sont assez bien connus; une objection pourrait être faite en ce qui concerne les bogheads qui n'ont été signalés jusqu'ici qu'en un seul point dans le bassin houiller du Nord, mais j'ai pu constater au cours de mes recherches que ces roches sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne le supposait.

(1) Ch. BARROIS. — Note sur la Veine Poissonnière du terrain houiller d'Aniche. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXIX, p. 49, Lille, 1910.

(2) C'est précisément ce qu'a fait notre confrère M. P. LÉCOMTE dans son intéressant mémoire sur la formation d'un bassin lagunaire auquel nous renvoyons le lecteur.

Paul LÉCOMTE. — Etude sur le mécanisme de la formation des dépôts houillers du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI p. 104 à 129, 14 fig., Lille, 1926.

CONCLUSIONS

En résumé, l'étude microscopique des houilles du Nord de la France, nous montre que les termes de « *houille mate* » et de « *houille brillante* » ne doivent plus être employés respectivement comme synonymes de *charbons sapropéliens* et de *charbons humiques*, car le Durain qui est le type de la houille mate est un charbon humique.

Les quatre constituants de la houille (Fusain, Durain, Clarain, Vitrain) appartiennent tous à la classe des *charbons humiques* et seuls les charbons spéciaux (Gayet, Cannel-Coals, Bogheads), doivent être rangés dans la classe des *charbons sapropéliens*.

La substance fondamentale (pâte) des roches combustibles peut avoir deux origines bien distinctes, une *origine humique* (pâte du Durain, du Clarain et du Vitrain) ou une *origine sapropélienne* (pâte des Gayets, Cannel-Coals, Bogheads). Dans les deux cas, cette substance fondamentale s'est individualisée par précipitation de substances organiques en solution, ou en pseudo-solution, dans l'eau de la lagune où se formait le dépôt et leur aspect semble identique. Seule, la présence ou l'absence de certains corps figurés (organismes caractéristiques des formations sapropéliennes) permet de déterminer leur nature exacte.

La composition chimique de la substance fondamentale est en relation étroite avec la nature des corps figurés qu'elle enrobe et aux dépens desquels elle s'est formée au moins partiellement.

Les propriétés exceptionnellement fossilisantes, que Potonié attribuait au *Sapropèle*, ne sont pas uniquement l'apanage de cette formation, car la pâte humique du Durain a assuré aux nombreuses spores qu'elle enrobe un état de conservation bien supérieur à celui de ces mêmes organismes qui se trouvent noyés dans la pâte sapropélienne des Gayets et des Cannel-Coals.

Enfin, l'étude comparative des deux gayets que j'ai décrits dans la présente note ne permet pas d'établir des différences de structure appréciables entre les gayets qui se déposaient dans des eaux douces et ceux qui se formaient dans des eaux marines. Seule, l'abondance de la **Pyrite** semble caractériser ces derniers.

Les résultats de deux sondages effectués à Tourcoing ont été communiqués à la Société Géologique du Nord :

Sondage effectué à Tourcoing pour recherche d'eau
(Usine de la Belle-Vue, rue d'Avesnes)
Echantillons communiqués par M. Elby

à 133^m50 de profondeur: calcaire paléozoïque ;
à 171-174^m: dolomie à encrines tendre ;
à 175-176^m: calcaire noir dolomitique à encrines et spinules ;
à 175^m50-184^m20: dolomie très dure.

Sondage pour recherche d'eau exécuté à Tourcoing
(Boulevard Industriel), en 1924-25
Pour le compte de la Société « Peignage Flipo »
par la **Société Auxiliaire des Distributions d'Eau**

	Prof.	Epaiss.
Argile jaune.		3 ^m 50
Argile jaune fluide	3 ^m 50	0 ^m 30
Argile mélangée de cailloux	3 ^m 80	0 ^m 60
Argile bleue.	4 ^m 40	1 ^m 10
Glaise.	5 ^m 50	24 ^m 60
Pierre grise.	30 ^m 10	0 ^m 20
Glaise grise mélangée de pierre	30 ^m 30	12 ^m 50
Glaise verte sableuse	42 ^m 80	6 ^m 20
Sable vert argileux	49 ^m 00	6 ^m 60
Glaise mélangée de sable	55 ^m 60	0 ^m 40
Sable gris dur	56 ^m 00	0 ^m 40
Glaise sableuse très tendre	56 ^m 40	2 ^m 35
Sable gris assez dur	58 ^m 75	1 ^m 25
Glaise sableuse tendre	60 ^m 00	4 ^m 50
Glaise plus grasse et plus compacte	64 ^m 50	0 ^m 90
Glaise sableuse tendre avec passage dur	65 ^m 40	7 ^m 85
Glaise.	73 ^m 25	15 ^m 75
Glaise noirâtre mélangée de cailloux et pyrites.	89 ^m 00	1 ^m 50
Cailloux gris et argile noire	90 ^m 50	0 ^m 40
Craie grise grasse	90 ^m 90	2 ^m 60
Craie grise grasse mélangée de pierre	93 ^m 50	2 ^m 00
Craie grise avec silex	95 ^m 50	3 ^m 50
Dièves.	99 ^m 00	1 ^m 25
Dièves mélangées de silex	100 ^m 25	3 ^m 75
Dièves mélangées de pierre	104 ^m 00	9 ^m 00
Dièves très grasses	113 ^m 00	2 ^m 00
Calcaire carbonifère; calcaire crinoïdique et dolomie à encrines (aspect de petit granite).	115 ^m 00 à 180 ^m 00	

*Compte-Rendu de la Réunion extraordinaire annuelle
de la Société Géologique du Nord
aux environs de Solesmes
le 13 Juin 1926 (1).*

La Réunion extraordinaire annuelle de la Société Géologique du Nord a eu lieu à Solesmes, au cours d'une excursion aux environs de la Ville, sous la direction de M. Ch. Barrois, avec le concours de MM. L. Dollé et J. Godon.

Ont pris part à l'excursion :

MM. Ch. Barrois,	MM. A. Duparque,
J. Barrois,	A.-P. Dutertre,
P. Bertrand,	J. Godon,
Mme P. Bertrand,	Lamouche,
MM. F. Constant,	E. Leblond,
C. Crasquin,	A. Meyer,
R. Dehée,	E. Nourtier,
G. Depape,	P. Pruvost,
L. Dollé,	Richard.
G. Dubois,	

Membres de la Société, ainsi que :

Mlle Bonardi,	Mlle Glenisson,
M. Bonnel,	MM. Hou,
Mlle Boyaval,	Labanowsky,
MM. Boyaval,	Marlière,
F. Chatelet,	Petit,
Durand,	Piponnier,
Dubernard.	J. Rousseau,
Devau,	Solasse,
Mlle Da Costa,	Tassou.

dont les Elèves du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lille.

(1) Le Secrétariat de la Société remercie M. J. Godon, qui a bien voulu contribuer, pour la plus grande part, à la rédaction de ce compte-rendu.

A 9 h. 23, les excursionnistes descendent à l'arrêt de Briastre, au lieu dit « Belle Vue ». M. J. Godon qui nous guide nous décrit le paysage; on domine la vallée de la Selle, pleine de verdure: des prairies dans la plaine alluviale, des moissons riches de promesses sur les pentes et le plateau couverts de limons. Nous traversons la vallée et le village de Briastre pour nous rendre sur la rive gauche, vers la cote 121. Près de là, à une croisée de chemins, naît un vallon qui sépare Viesly de Briastre. C'est le vallon aux phosphates exploités par M. Devau, fabricant d'engrais à Viesly. Sur la pente droite et sur une longueur de plus de 100 m. une tranchée est ouverte, d'une profondeur de plusieurs mètres; au fond, nous voyons une craie verdâtre, tendre, où se produit un phénomène de dissolution par les eaux météoriques. Elle est surmontée de sables verdâtres argileux: ce sont les éléments insolubles de la craie: le phosphate de chaux, la glauconie et l'argile. Le carbonate de chaux soluble est allé à la nappe aquifère.

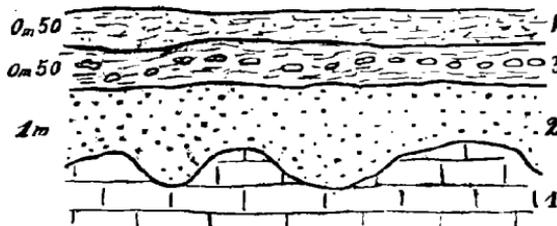


FIG. 1 — Coupe de la phosphatière Devau

4. Limon de ruissellement.
3. Argile de décalcification avec silex.
2. Sable phosphaté argileux, glauconieux.
1. Craie grise à *Micraster Leskei*

Un membre de la Société découvre un *Micraster* qui permet d'identifier la craie: c'est la craie turonienne à *M. Leskei*.

Les sables verdâtres remplissent des poches de la craie

où le phénomène de dissolution a été plus actif. Les sables sont surmontés d'une épaisse couche d'argile de décalcification empâtant des silex. Enfin, une couche de 0 m. 50 de limon couvre le tout : c'est le limon de ruissellement.

De là, M. J. Godon nous conduit à Viesly. Au nord du village, près de la route de Briastre, se trouve la Sablière de M. Tassou, maire de Viesly. Ce dernier nous reçoit ; des travaux sont exécutés par son ordre afin de faciliter l'accès de la carrière aux excursionnistes.

M. Barrois signale le grand intérêt de cette carrière.

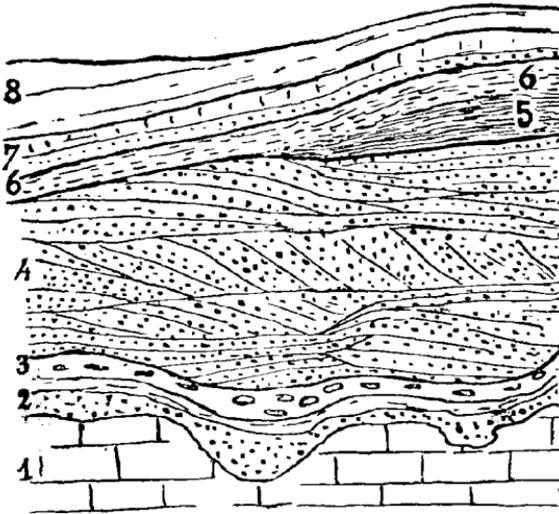


FIG. 2. — Coupe de la Sablière Tassou

8. Ergeron et limons supérieur.
7. Limon à points noirs et limon fendillé.
6. Limon papaché.
5. Argile plastique landennienne.
4. Sables à stratification entrecroisée.
3. Argile à silex.
2. Sable phosphaté.
1. Craie phosphatée.

A la base, nous retrouvons la craie grise phosphatée avec de grandes poches remplies de sables phosphatés, comme dans la carrière Devau; au-dessus, une belle coupe de sables et d'argile plastique (4 à 5 m.), c'est un *dépôt torrentiel*. Les sables à gros grains présentent une stratification entrecroisée, sans glauconie; sur un point, un lit d'argile plastique avec débris végétaux. C'est une formation dite *Landénien continental* qui constitue l'*Assise des Sables du Quesnoy*. Cette assise est couronnée par une belle série de limons quaternaires: le *limon panaché*, le *limon à points noirs*, le *limon fendillé*, l'*ergeron* et le *limon supérieur* (2 à 3 m.).

M. G. Dubois insiste sur le fait que le limon panaché provient ici très nettement de l'altération sur place de l'argile tertiaire. Aucune ligne nette de démarcation ne peut être tracée entre cette argile et le limon panaché.

A la sortie de la carrière, nous voyons un grès énorme qui se rapporte aux sables du Landénien Continental. M. Devau nous montre des fossiles de la craie phosphatée: dents de squales, Rudistes, etc....

M. Barrois remercie MM. Tassou et Devau. Leurs exploitations ont vivement intéressé les excursionnistes.

Nous descendons vers Briastre: une pluie fine commence à tomber. Le vallon que nous avons vu à son origine, nous le retrouvons à 500 m. de Viesly: il atteint les marnes dans la carrière Mégueul. Plusieurs membres de la Société trouvent le petit fossile caractéristique: c'est l'assise des marnes à *T. gracilis*. Cette marne est achetée à la carrière 30 francs la tonne.

Il est 12 h. 15. Nous prenons la direction de Solesmes où nous arrivons à 1 heure à l'Hôtel de la Hure où nous attend un dîner substantiel et bien servi.

M. L. Dollé, Président, retrace dans une allocution humoristique les événements qui ont marqué l'activité de la Société en 1926. Il lève son verre en faisant des vœux pour sa prospérité.

Il se réjouit de pouvoir présenter 6 demandes d'admission à la Société.

M. le Chanoine **J. Godon** prend ensuite la parole :

Monsieur le Président,

Si j'ai demandé la parole c'est pour dire à mes collègues que je fête aujourd'hui un cher anniversaire. Il y a 35 ans, la Société Géologique vint à Solesmes et à Viesly. Beaucoup d'entre vous étaient bien jeunes alors. MM. A. Meyer, A. Richard et moi faisons partie de l'excursion : nous nous retrouvons aujourd'hui dans la même carrière. Pour la première fois, nous entendîmes ces termes : *stratification entrecroisée, sables à gros grains, sans glauconie, argile plastique avec débris végétaux*, etc., et dans la marnière, vieille de cent ans, que nous explorons aujourd'hui, nous nous mîmes à quatre pattes pour ramasser des *gracilis*. Depuis lors, je fus fidèle à vos rendez-vous. Je ne penserais pas qu'une année fût bien remplie, si je n'avais pris part à une ou deux excursions, tant elles m'ont toujours procuré de jouissances nouvelles. Laissez-moi exprimer ma reconnaissance à la Société pour les joies dont je lui suis redevable. Je bois à sa prospérité toujours croissante; je porte la santé de M. Charles Barrois, son éminent Directeur; qu'il préside longtemps encore aux destinées de la Société; je porte la santé de M. Louis Dollé, notre dévoué Président; Cambrai, sa ville natale et le Cambrésis, sont justement fiers de ses travaux: ils en bénéficient, car M. Dollé prétend que tous nos bourgs et nos villages soient pourvus de cet aliment de premier ordre qu'est l'eau potable. Je bois aux jeunes géologues (c'est peut-être un pléonasme, car les géologues sont toujours jeunes). Ils continueront l'œuvre de leurs illustres devanciers. Comme l'a écrit M. Barrois dans la préface d'un intéressant travail de l'un de nos collègues, ils n'oublieront pas que les géologues servent bien leur pays et le font plus aimer en le faisant mieux connaître.

M. **Barrois** remercie M. le Chanoine J. Godon des vœux qu'il vient de lui présenter. Pour sa part, il se souviendra de cette journée comme étant celle des Cambrésiens, nos guides d'aujourd'hui : MM. L. Dollé et J. Godon.

Il exprime tout particulièrement sa gratitude à M. Godon qui, depuis tant d'années, nous a donné généreusement les résultats de ses découvertes, qui nous conduit si allègrement dans cette région où les observations sont difficiles et les affleurements si rares, et qui, à chacun de nos voyages, nous montre de nouveaux faits.

Il est 15 heures: M. L. Dollé doit nous faire visiter au N.E. de la ville, une crayère intéressante ouverte sur la rive droite du Béart.

Nous cotoyons le ruisseau sur la rive gauche, mais au point où nous devons le franchir, il est grossi par les pluies de l'après-midi; il y a quelques péripéties amusantes dans le passage.

Enfin, nous sommes dans la carrière dite du Béart, appartenant à M. Maurice Blanchart. L'exploitation est abandonnée, mais M. L. Dollé peut encore nous montrer la belle coupe qu'il a relevée et décrit dans sa thèse.

Sur de la craie grise sans silex (1) reposent des lits marneux verts ou verdâtres et de la craie blanche à silex; puis de la craie bréchoïde à stratification confuse; puis de la craie dure à perforations vermiculées, remplies de craie verte; des banes de marne alternant avec des banes de craie blanche, puis de craie grise terminent la succession des banes de craie. De l'argile à silex, puis des limons couronnent l'ensemble.

Il est l'heure de gagner la gare de Solesmes. A 16 h. 14 nous partons vers Cambrai où le train de 17 h. 15 nous ramène à Lille.

(1) Voir aussi L. DOLLÉ. La Craie bréchoïde de Solesmes. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 47, p. 65, pl. I.

Contribution à l'étude paléontologique du

Portlandien du Boulonnais (1)

par A.-P. Dutertre.

Malgré les nombreux travaux dont le terrain portlandien du Boulonnais a été l'objet, la distribution verticale des fossiles qu'il renferme demeure encore assez imparfaitement connue.

Les géologues boulonnais ont d'ailleurs reconnu, depuis longtemps, la nécessité de faire une étude stratigraphique détaillée du terrain portlandien de cette région et se sont attachés à recueillir ses fossiles avec le souci de la précision rigoureuse de leur niveau, mais les résultats de leurs recherches sont restés, en grande partie, inédits: ainsi, on se ferait une idée assez inexacte du degré d'avancement de leurs recherches, si l'on s'en tenait, pour l'apprécier, aux seules publications d'Edm. RIGAUX; ce géologue n'a publié, en effet, qu'une faible partie des observations qu'il a faites au cours de sa longue carrière, mais sa remarquable collection donnée par lui au Musée de Boulogne prouve qu'il avait exploré avec beaucoup de soin tous les horizons de la série portlandienne boulonnaise actuellement connus dans la littérature qu'il avait su distinguer lui-même depuis longtemps. De son côté, G. LEGAY s'était livré, lui aussi, à des recherches paléontologiques très consciencieuses poursuivies pendant des années dans ce même terrain et la collection de fossiles qu'il y a recueilli dépasse de beaucoup par sa richesse et par la beauté des échantillons, toutes les collections qui y ont jamais été formées: elle renferme de nombreuses formes inédites et les centaines d'espèces qui la composent sont représentées par plusieurs milliers d'échantillons répartis dans 19 horizons distincts: cette simple indication montre jusqu'à quel point G. LEGAY avait poussé

(1) Communication faite à la Séance du 27 janvier 1926, manuscrit déposé au Secrétariat le 16 juin 1926.

l'analyse stratigraphique du Portlandien bouloonnais qu'il connaissait d'une façon très approfondie : les matériaux qu'il a réunis et dont il a enrichi le Musée bouloonnais, fournissent une documentation très sûre et très complète sur la faune de chaque horizon.

Depuis des années, je me suis appliqué à étudier ce terrain dans tous ses détails et à y recueillir ses fossiles *niveau par niveau* dans le but de préciser et de vérifier leur position stratigraphique. L'exploration soignée de certains horizons qui paraissaient avoir été plutôt négligés et la détermination des matériaux que j'ai rassemblés, m'ont déjà conduit à faire quelques remarques qui ne sont pas en parfait accord avec plusieurs observations publiées très récemment.

La présente note apportera quelques compléments de détail aux divers travaux que j'ai consacrés à l'étude stratigraphique et paléontologique du Portlandien bouloonnais (1) ; en outre, des fossiles que j'ai recueillis moi-même, j'ai utilisé ici quelques échantillons parmi les riches collections du Musée géologique du Bouloonnais, dont l'étude et le classement m'ont été confiés.

Observations sur le Niveau phosphaté de la Tour de Croy.

La partie moyenne de la série portlandienne du Bouloonnais est constituée par un ensemble d'argiles surmontées d'une assise de calcaire marneux et d'une assise de

(1) A.-P. DUTERTRE. — Présence d'Aucella dans le Portlandien du Bouloonnais. *Ann. du Musée géol. du Bouloonnais*, t. I, fasc. 5, p. 1, 1925.

A.-P. DUTERTRE. — Sur un Harpagodes du Portlandien inférieur du Bouloonnais. *Id.*, p. 2.

A.-P. DUTERTRE. — Notes paléontologiques sur le Portlandien du Bouloonnais. *Id.*, p. 3-7.

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, 1925, p. 66-83, 2 pl. h. t. (*Glanures biologiques publiées à l'occasion du Cinquantenaire de la fondation de la Station. 1874-1924*).

A.-P. DUTERTRE. — Les Aucelles du terrain portlandien du Bouloonnais. *Broch.* 7 p., 1 pl. h. t., fév. 1926.

calcaire graveleux; les argiles du Portlandien moyen renferment plusieurs niveaux phosphatés étudiés jadis par P. DE LORIOU et E. PELLAT (1), E. RIGAU (2) et MUNIER-CHALMAS (3) et décrits récemment, avec de nouveaux détails, par MM. PRUVOST et PRINGLE (4) et par moi-même.
FAUNE :

L'un de ces niveaux appelé « Niveau phosphaté de la Tour de Croy » se place presque à la limite supérieure de l'assise à *Exogyra dubiensis* Conte. et renferme une faune nombreuse et intéressante: c'est l'horizon désigné par H.-E. SAUVAGE (5) comme « Portlandien moyen 5. Zone à Phosphates ». Parmi les fossiles qui abondent à ce niveau, les plus nombreux sont à l'état de moules en phosphate de chaux noir, roulés ou non, les autres ont conservé leur test.

Voici une liste des principales espèces qui se trouvent à l'état de moules phosphatés:

(1) P. DE LORIOU et E. PELLAT. — Monographie paléontologique et géologique de l'étage portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. de Genève*, t. XIX, 1^{re} partie, 1866.

Edmond PELLAT. — Quelques mots sur le terrain jurassique supérieur du Boulonnais. *Broch.*, 10 p. 1899.

(2) E. RIGAU. — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. *Mém. Soc. Acad. Boulogne*, 1889 XIV^e vol. (1892).

(3) MUNIER-CHALMAS et E. PELLAT. — Les falaises jurassiques du Boulonnais. *Livret-guide du VIII^e Congr. géol. internat.*, Paris 1900.

(4) P. PRUVOST. — Révision de la feuille de Boulogne. Observations sur le terrain portlandien du Boulonnais. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n^o 143, t. XXV, 1920-1921; p. 75-83 (1921).

P. PRUVOST and J. PRINGLE. — A Synopsis of the geology of the Boulonnais including a correlation of the Mesozoic Rocks with those of England. *Proceed Geol. Ass.*, vol. XXXV, p. 29-56, (juillet 1923). — Report of Excursion. *Id.* p. 56-57, (1924).

John PRINGLE et Pierre PRUVOST. — Observations sur la série portlandienne du Boulonnais. *C. R. Ac. Sc.*, t. 178, p. 398-401 (21 janvier 1924).

P. PRUVOST. — Les subdivisions du Portlandien boulonnais d'après les ammonites. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XLIX, 1924, p. 187-215, 1 pl. h. t. (1925).

(5) H. E. SAUVAGE. — Les ammonées du terrain jurassique du Boulonnais. *Bull. Soc. Acad. de Boulogne*, t. X, 4^e livr. 1915, p. 448-460 (1916).

CÉPHALOPODES :

- "*Pallasiceras*" *Leblondi* Dutertre (1) (= "*P. Lomonosovi*" Sauvage et auct. angl. nec Vischn.).
"*Pallasiceras pallasii*" Sauvage et auct. angl. nec d'Orb.
Pallasiceras rotundum Sow.
Keratinites Devillei de Lor.
Pavlovia Boidini de Lor.

GASTROPODES :

- Dicroloma* cf. *Beaugrandi* de Lor.
Ampullina athleta d'Orb.
Pleurotomaria pl. sp.

LAMELLIBRANCHES :

- "*Macrodon*" sp.
Trigonia sp.
Protocardia morinicum de Lor.
Goniomya sp.
"*Cyprina*" *implicata* de Lor.
Ptychomya portlandica de Lor.
Anisocardia sp.
Corbicella sp.
Xylopholas Davidsoni de Lor.
Lucina sp.
Pleuromya tellina Ag.
Pleuromya sinuosa Roem.
Corbula sp.

BRACHIOPODES :

- Rhynchonella* sp.
Zeilleria sp.

(1) A.-P. DUTERTRE. — Remarques sur la faune du terrain portlandien du Boulonnais et ses rapports avec la faune volgiennne. 1925, *Bull. Soc. Acad. Boulogne*, t. XI, livr. 8. 1926.

POISSONS :

Hybodus Lefebvrei Sauvage (1) (astérocanth.).

Ischyodus Dutertrei Egerton (2) (machoires).

REPTILES :

Dacosaurus maximus Plein (*vide* Sauvage) (3).

Cryptoclidus trochanterius Owen.

Plésiosauriens (côtes et vertèbres).

Le niveau de la Tour de Croy renferme encore des débris d'un crustacé décapode, *Eryma Dutertrei* Sauvage (4) décrit d'après des échantillons des collections DUTERTRE-DELPORTE et BEAUGRAND conservés au Musée géologique de Boulogne avec d'autres fragments recueillis par E. RIGAUX et M. le Dr Et. LEBLOND dans le même gisement. Cette espèce a été maintenue par M. V. VAN STRAELEN (5), lors de la revision qu'il a faite des crustacés jurassiques du Boulonnais d'après les matériaux du Musée de Boulogne (1923-1924).

Parmi les fossiles ayant conservé leur test que l'on trouve, soit dans le niveau phosphaté, soit dans l'argile qui le recouvre immédiatement, il convient de citer les espèces suivantes :

(1) H. E. SAUVAGE. — Nouveau catalogue des poissons des formations secondaires du Boulonnais. *Bull. Soc. Acad. Boulogne*, 7^e vol., 2^e livr., 1905, p. 190-212.

(2) Ph. GREY EGERTON. — On some new species of fossil chimaeroid fishes with remarks on their general affinities. *Proc. Geol. Soc. London*, 1843, t. IV, n^o 94, p. 155.

H. E. SAUVAGE. — Les *Ischyodus* des terrains jurassiques supérieurs du Boulonnais. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^e sér., t. XXIV, 1896, p. 456-465 (pl. XXI, fig. 1 et 2, pl. XXII, fig. 1, 1a et fig. 2).

Em. SAUVAGE. — Poissons fossiles des formations secondaires du Boulonnais. *Mém. Soc. Acad. Boulogne*, t. II (1866-1867), p. 53-152 (pl. III, fig. 17, 18, 19).

(3) H.-E. SAUVAGE. — Le genre *Dacosaurus*. *Bull. Soc. Acad. Boulogne*, 9^e vol., 4^e livr., 1912, p. 546-555.

(4) H. E. SAUVAGE. — Note sur les Crustacés des terrains jurassiques supérieurs du Boulonnais. *Ann. des Sc. Nat.*, 1892, 2 planches.

(5) V. VAN STRAELEN. — Contribution à l'étude des Crustacés décapodes de la période jurassique. *Mém. Ac. roy. de Belgique*, t. VII, fasc. 1, n^o 1341, 462 p., 170 fig., 10 pl., 1925.

Liostrea Bononiæ de Lor.

Exogyra bruntrutana de Lor.

Lima (Plagiostoma) bononiensis de Lor.

Chlamys (Camplonectes) morinica de Lor.

Avicula (Ovytoma) octavia de Lor.

Trigonia cf. *concentrica* de Lor.

Il faut ajouter encore des *Belemnites* désignés précédemment comme *B. Souichi* de Lor. et *B. Beaugrandi* de Lor. qui, d'après M. LISSAJOUS (1), doivent être rapportés à *B. mosquensis* Pavl.; la présence de cette espèce dans le Portlandien boulonnais serait un indice de plus, montrant les relations de la mer qui baignait le Boulonnais avec celle qui s'étendait sur certaines régions de l'Europe orientale (Russie, Pologne).

A signaler enfin la présence dans l'argile recouvrant le niveau phosphaté de plusieurs espèces d'ammonites à l'état de moules, rarement avec le test, dont l'une entre dans le groupe des formes diverses désignées comme "*A. biplex*" par P. de Loriol.

FLORE :

Le niveau de la Tour de Croy est, de plus, riche en débris de végétaux, le plus souvent à l'état de morceaux de lignites plus ou moins roulés sur lesquels les *Xylopholas Davidsoni* de Lor. sont parfois fixés en grand nombre.

Ce dépôt a livré aussi quelques végétaux ayant conservé leur structure macroscopique interne et externe; malheureusement, ces échantillons sont devenus très fragiles à cause de leur mode de fossilisation : une partie de la substance organique a été, en effet, remplacée par du sulfure de fer qui, en s'altérant, compromet la conservation de ces fossiles.

Ces végétaux ont été découverts par BEAUGRAND et

(1) M. LISSAJOUS. — Répertoire alphabétique des *Belemnites* jurassiques précédé d'un essai de classification. *Trav. du Labor. de Géol. de la Fac. des Sc. de Lyon*, fasc. VIII, mém. 7, 1925. 1 pl. h. t.

Adonis LEFEBVRE, modestes amateurs et chercheurs de Boulogne qui ont consacré pendant des années leurs loisirs à la recherche des fossiles et ont enrichi le Musée de leur pays de remarquables collections (1).

D'après ZEILLER et FLICHE (2) qui, les premiers, l'ont étudiée et décrite, cette florule portlandienne comprendrait les espèces suivantes :

CYCADINÉES :

Cycadeoidea pumila Zeill. et Fl.

Cycadeoidea sp.

TAXODIÉES :

Sequoia portlandica Zeill. et Fl.

ABIÉTINÉES :

Pinites strobiformis Zeill. et Fl.

Pinus Sauvagei Zeill. et Fl.

M. Paul BERTRAND qui a bien voulu examiner ces fossiles pense que les échantillons figurés sous les n^{os} 1 et 2, comme *Cycadeoidea pumila* seraient plutôt des strobiles de conifère.

La présence d'un représentant du genre *Sequoia* dans ce gisement présente un grand intérêt : ce serait en effet la plus ancienne forme connue de ce genre.

Observations sur "Protocardium morinicum" de Lor.

Ce fossile a été décrit par P. DE LORIOU (1) qui indique les caractères suivants :

(1) Le Musée boulonnais est notamment redevable à Beau-grand d'une mandibule de *Pliosaurus grandis*, découverte par lui dans le Kimméridgien supérieur de Boulogne.

(2) ZEILLER et FLICHE. — Découverte de Strobiles de *Sequoia* et de Pin dans le Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer. *C. R. Ac. Sc.*, c. XXXVII, 1903, p. 1020-1022.

P. FLICHE et R. ZEILLER. — Note sur une florule portlandienne des environs de Boulogne-sur-Mer. *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4^e sér., t. 4, fasc. 6, p. 787-811, 1 pl. h. t. (Cette étude a été résumée in *Bull. Soc. Acad. de Boulogne*, t. 7, p. 92-96. 1904).

Coquille plus ou moins globuleuse, presque circulaire, renflée, plus large que longue, à peu près équilatérale. Région buccale un peu plus courte, légèrement dilatée, arrondie, marquée sur le moule de deux petits sillons sous les crochets, comme dans le *Cardium subhillanum* Leym. Région anale subtronquée. Bord palléal très arqué, lisse en dedans. *Crochets élevés à peine contournés*. Test mince orné de stries concentriques très fines et très serrées sur les crochets et sur le milieu des flancs, plus écartés et plus fortes vers le bord palléal à l'extrémité buccale; *région anale portant en outre 8 à 10 côtes rayonnantes, larges, arrondies, un peu écailleuses, séparées par des sillons profonds*; vers l'extrémité, espace lisse formant une sorte d'*arca* marquée seulement de plis concentriques. Moule intérieur portant de gros plis concentriques et en outre la trace des côtes rayonnantes. Impressions musculaires peu saillantes.

Cette espèce apparaît dès la partie supérieure du Kim-méridgien boulonnais dans les *argiles de Châtillon*, assise à *Aulacostephanus pseudomutabilis*; elle se rencontre dans le *grès de la Crèche*, en particulier dans les petits lits d'argiles subordonnés aux bancs de grès de l'assise supérieure de cette formation, puis elle devient très abondante dans les argiles qui constituent le Portlandien moyen: elle pullule au niveau de la Rochette (horizon à "*Wheatleyites Pringlei*" Pruvost) qui n'est autre que le lit d'argile noire avec *Ostrca Bruntrutana* (t. c.), *Pleurotomaria Rozeti*, *Cardium morinicum*, *Pleuromya tellina*, térébratules, etc., signalé par P. DE LORIOU et E. PELLAT (1), sous les argiles glauconieuses à *Belemnites Souichi*, *Ammonites bplex*; *P. morinicum* est commun dans ces argiles où il a conservé son test. on le retrouve à l'état de moule noir phosphaté dans le 2^e niveau phosphaté et surtout dans le niveau de la Tour de Croy où il atteint une grande taille: il n'est pas rare en effet d'y rencontrer des individus atteignant 35 mm. de largeur, quoique, d'après P. DE LORIOU, il ne dépasserait

(1) P. DE LORIOU et E. PELLAT. — Monographie paléontologique et géologique de l'étage portlandien de Boulogne-sur-Mer. (*ouvr. cité*).

pas 26 mm. Ce gigantisme pourrait être interprété, a priori, comme un signe précurseur de la prochaine disparition de l'espèce et P. DE LORIOU a cru que ses derniers représentants se trouvaient dans le niveau de la Tour de Croy; cette opinion, qui a été reprise récemment, me paraît reposer sur des recherches insuffisantes: en effet, cette coquille se retrouve encore dans les argiles sableuses à *Lima rustica* Desh. au-dessus du niveau de la Tour de Croy, ainsi que dans toute la masse des argiles à *Ostrea expansa* Sow. et *Perna Bouchardi* Opp. et en particulier dans les deux bancs à Echinides situés au sommet de cette assise; mais il faut reconnaître qu'elle se raréfie de plus en plus au fur et à mesure qu'elle monte dans la série stratigraphique recouvrant le niveau de la Tour de Croy; enfin, le banc calcaire immédiatement au-dessous du banc à *Astarte Saemannii* a livré, à la Pointe-aux-Oies, quelques moules qui appartiennent peut-être à la même espèce, mais en raison de leur état de conservation, ces fossiles sont un peu douteux. Ainsi la disparition de *P. morini-cum* au niveau de la Tour de Croy est plus virtuelle que réelle; la longévité de cette espèce est un peu plus grande que ne l'indiquent certains auteurs.

Il est intéressant de noter que ce fossile apparaît aussi bien dans le Kent que dans la baie de Kimeridge dans les couches à *Aulacostephanus pseudomutabilis* comme dans le Boulonnais.

Ce lamelibranche est abondant dans l'argile d'Hartwell du Buckinghamshire où j'en ai recueilli de grands exemplaires avec le test; il a été retrouvé au Danemark (1) et dans l'Europe orientale, en particulier dans les marnes de Brzostowka, en Pologne, où il est représenté par une variété de petite taille (atteignant 15 mm. seulement) et

(1) E. SKAT et V. MADSEN. — On Jurassic, Neocomian and Gault boulders found in Danemark. *Danemarks Geol. Undersök.* 1898.

fortement bombée (1). De nombreux mollusques du Portlandien boulonnais, telles que plusieurs espèces d'Aucelles et d'Ammonites, se retrouvent d'ailleurs dans les régions orientales de l'Europe.

Séance du 16 Juin 1926

Présidence de M. L. Dollé, président,
puis de M. P. Pruvost, ancien président.

Sont élus Membres de la Société :

MM. **Bombart** (le Docteur), à Solesmes (Nord).

Bonnel G., Inspecteur des contributions directes à Arras (P.-de-C.).

Deffontaines P., Agrégé de l'Université, Professeur aux Facultés catholiques de Lille et à l'Institut de paléontologie humaine.

Deloffre, Professeur au Collège de St-Pol-sur-Ternoise (P.-de-C.).

Devau J., Fabricant d'engrais à Viesly (Nord).

Leriche F., Conseiller général du Nord, Président du Comice agricole de Cambrai, à Ribecourt (Nord).

Sommein A., Agriculteur à Viesly (Nord).

Thelliez C. (l'Abbé), Professeur à l'Institution Notre-Dame, à Cambrai (Nord).

MM. A.-P. Dutertre et P. Deffontaines font la communication suivante :

(1) J. LEWINSKI. — Monographie géologique et paléontologique du Bononien de la Pologne. *Mém. Soc. géol. de Fr. (Paléont.)* t. XXV, fasc. 4, mém. n° 56, 1923.

Extension du Pliocène sur le Boulonnais

par **A.-P. Dutertre et P. Deffontaines.**

I. — OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES PAR A.-P. DUTERTRE.

Découverte de grès ferrugineux sur le Mont de Couple.

Au cours d'une excursion faite récemment en compagnie de M. P. DEFFONTAINES et de ses élèves sur la bordure N. du Haut-Boulonnais, nous avons observé au Mont-Couple des morceaux de grès ferrugineux brun-roux et des conglomérats de limonite gisant à la surface des champs; ces roches, surtout abondantes vers l'extrémité W. de cette colline, se trouvent mêlées aux silex de l'argile à silex qui recouvre la craie sénonienne à *Micraster Leskei*; elles ne sont pas roulées mais simplement usées et paraissent être les résidus d'une assise démantelée.

Age de ces grès: extension de la formation sur la bordure septentrionale du Boulonnais et le Pays de Licques.

J. GOSSELET et M. L. DOLLÉ (1) ont signalé sur le plateau de Rameceau, entre Havelinghen et Haute-Escalle, c'est-à-dire, pour préciser, à environ 3 km. au N. du Mont de Couple, des fragments de grès ferrugineux mêlés au limon très sableux qui affleure à la surface de ce plateau; ces auteurs ont rapporté ces roches ferrugineuses à la formation de sables, de grès et de poudingue ferrugineux des Noires Mottes et les ont considérées comme les résidus de la même assise; ils en ont conclu que le « diestien » avait recouvert la colline de Rameceau dont l'altitude atteint 153-156 m., c'est-à-dire 10 m. de plus que la plus élevée des Noires Mottes et quelques mètres de moins que le sommet du Mont de Couple qui s'élève jusqu'à 160 m.

(1) J. GOSSELET et L. DOLLÉ. — L'Enveloppe crétacique du Bas-Boulonnais. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, XXXVI, 1907, p. 169-216.

J'ai pu observer sur le plateau de Rameceau les roches ferrugineuses qui y ont été signalées par J. GOSSELET et M. L. DOLLÉ, et confirmer leur observation (1).

Les formations ferrugineuses des Noires Mottes, de Rameceau et du Mont de Couple n'ont livré jusqu'à présent, à ma connaissance, aucun fossile déterminable; leur âge tertiaire ne peut cependant laisser aucun doute, mais il est plus difficile de préciser davantage leur position dans la série stratigraphique tertiaire. Les formations des Noires Mottes ont, depuis longtemps, été rattachées à l'étage « diestien » et assimilées à des dépôts de nature lithologique analogue qui subsistent aussi à l'état de lambeaux au sommet des collines de Flandre; aux Noires Mottes, ces dépôts reposent sur la base du landénien recouvrant la craie sénonienne et ont pu glisser d'une certaine hauteur; à Cassel, les grès et poudingue ferrugineux recouvrent directement l'argile asschienne; au Mont Rouge et au Pottelberg, entre le poudingue ferrugineux et l'asschien s'intercalent des sables glauconieux, épais de plusieurs mètres, reposant sur un lit de galets de silex qui ont paru à MM. A. RUTOT (2) et A. BRIQUET (3) plus récents que l'éocène; l'âge de ces dépôts intermédiaires demeure cependant encore douteux, M. A. BRIQUET les considère comme « l'extrême représentant relativement peu élevé de l'importante série de terrains marins dite mio-pliocène du N. de la Belgique », mais l'âge de cette série est encore discuté: la base étant attribuée au miocène moyen (4)

(1) A.-P. DUTERTRE. — Note sur Crétacé inférieur du Bas-Bouloonnais. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, XLVIII, 1923, p. 35-74.

(2) A. RUTOT. — Constitution des collines tertiaires de la Flandre Franco-Belge. *Ann. Soc. malacol. de Belg.*, XVII 1882, p. CLXVIII.

(3) A. BRIQUET. — Les sédiments pauvres d'âge pliocène supérieur en Artois. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XXXIX, 1910, p. 172-185.

(4) VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT. — *Sarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1909*, p. 33.

ou même au pliocène (1), M. A. BRIQUET rapporte au pliocène supérieur les formations pauvres de la Campine qui les recouvre et les assimile aux dépôts ferrugineux des collines de Flandre et des Noires Mottes. M. M. LERICHE (2) est d'avis que seule la base des sables ferrugineux qui coiffent les collines de la province belge de la Flandre occidentale appartient probablement au diestien, et que la masse principale des sables se rapporte sans doute au Pliocène récent.

Dans le S. de l'Angleterre, sur la crête des North Downs, existe une formation ferrugineuse fossilifère désignée sous le terme de *Lenham beds* et se trouvant dans une position stratigraphique analogue à celle des dépôts ferrugineux des Noires Mottes.

Les difficultés qui se présentent pour fixer l'âge des formations ferrugineuses des Noires Mottes augmentent lorsqu'il s'agit de dépôts ayant perdu toute relation avec leur substratum primitif, comme c'est le cas pour les grès de Rameceau et du Mont de Couple.

En divers points de la bordure du Haut-Boulonnais, surtout sur la lisière méridionale, existent des formations à l'état de lambeaux isolés rattachées au landénien (3) : ce sont des sables ferrugineux parfois micacés, emplissant des poches de la craie turonienne ou sénonième et des blocs de grès siliceux. Néanmoins les roches ferrugineuses de Rameceau et du Mont de Couple étant, au point de vue lithologique, identiques à celles des Noires Mottes, il semble préférable de les rattacher toutes à la même formation; ces dépôts seraient donc compris dans l'ensemble des formations désignées par M. A. BRIQUET sous le nom

(1) G. HASSE. — Les sables noirs dits miocènes boldériens à Anvers. *Bull. de la Soc. belge de géol.*, XXIII, 1909, P. V., p. 358.

(2) M. LERICHE. — Sur quelques points de la Géologie de la Flandre française. *Bull. Soc. belge de Géol., Paléont. et d'Hydrolog.*, XXXIII, 1923 p. 3-14.

(3) A.-P. DUTERTRE. — Note sur les dépôts tertiaires du Haut-Boulonnais et de sa bordure méridionale. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XLVII, 1922, p. 73-76.

de « *sédiments pauvres* » d'âge pliocène supérieur d'Artois.

C'est à cet ensemble de formations pauvres que M. A. BRIQUET a cru pouvoir rapporter un certain nombre de lambeaux de sables ferrugineux qu'il a observés sur la bordure septentrionale du Boulonnais, près des fours à chaux du Mont de Fiennes, dans les bois d'Hermelinghen, à la hauteur de Boursin, près du Breuil, au N. de Nabringhen, près du bois du Court Haut à l'E. d'Escoëuilles, au N. de Quesques, sur le plateau des Etroits Wats à l'E. du Verval, etc. ; mais le classement de tous ces dépôts dans le pliocène peut laisser, parfois, quelque doute.

Plusieurs observations faites sur la lisière N. du Pays de Licques semblent appuyer l'opinion de M. A. BRIQUET. Cet auteur a signalé lui-même (1) à la chapelle St-Louis (terroir de Guémy), un îlot de sables grossiers ferrugineux, roux, avec concrétions de grès ferrugineux descendu dans une poche de la craie et l'a considéré comme « diestien » ; il a observé aussi des sables roux sur la crête à l'E. de Journy et dans la forêt de Tournehem.

J. GOSSELET et MM. L. DOLLÉ et P. PRUVOST (2) ont confirmé l'observation faite par M. A. BRIQUET à la chapelle St-Louis où ces sables étaient encore visibles en 1924, ainsi que j'ai pu m'en rendre compte ; ils ont reconnu, en outre, la présence d'autres lambeaux analogues en divers points, situés à des altitudes de 150-160 m. sur la bordure N. du Pays de Licques, notamment dans les bois de Clerques, de Courtebourne et de Bouquehault ; ils ont aussi retrouvé des cailloux de grès et de poudingue ferrugineux de la même formation dans diverses terrasses quaternaires de la même région et ont été conduits à admettre que la mer diestienne avait recouvert le Pays

(1) A. BRIQUET. — Les sédiments pauvres d'âge pliocène supérieur en Artois. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XXXIX, 1910, p. 177-185.

(2) J. GOSSELET, L. DOLLÉ et P. PRUVOST. — Le Diestien dans le Pays de Licques. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XXXIX, 1910, p. 166-171.

de Licques et l'emplacement occupé aujourd'hui par la forêt de Tournehem ; les dépôts formés par cette mer auraient été, d'après ces auteurs, enlevés lors des premiers débâlements quaternaires car ils en ont retrouvé les résidus dans les terrasses diluviennes les plus élevées, par exemple au S. de Tournehem, vers l'altitude de 145 m. Si, comme on peut le supposer, le Pays de Licques était déjà exondé avant la fin des temps tertiaires, il est vraisemblable que la dénudation de la couverture de sables et de grès ferrugineux avait dû commencer à se produire avant l'aurore des temps quaternaires.

Des cailloux de grès ferrugineux analogues à ceux de la chapelle St-Louis se trouvent aussi, à l'état remanié, dans diverses formations quaternaires de l'intérieur du Pays de Licques : ainsi, nous en avons recueilli, M. le Dr Et. LEBLOND et moi dans une ballastière ouverte, dans une terrasse monastirienne, près de la ferme de la Motte à Audrehen.

Extension du Pliocène sur le Boulonnais.

Jusqu'à présent, le point le plus méridional de la bordure N. du Haut-Boulonnais où les grès ferrugineux que nous rattachons au pliocène ont été observés, est le Mont de Couple. Sur la bordure méridionale du Haut Boulonnais existent divers îlots de sables et de grès signalés par J. GOSSELET et M. L. DOLLÉ (1), ainsi que M. A. BRIQUET (2) et moi-même (3), mais ces dépôts paraissent se rattacher au landénien plutôt qu'au pliocène ; c'est le cas notamment des sables et grès blancs du plateau d'Hubersant connus depuis longtemps et indiqués sur la carte géologique détaillée. Dans les collections du Musée Gosse-

(1) J. GOSSELET et L. DOLLÉ. — L'Enveloppe crétacique du Bas-Boulonnais (*ouvr. cité*).

(2) A. BRIQUET. — Les sédiments pauvres d'âge pliocène supérieur en Artois (*ouvr. cité*).

(3) A.-P. DUFERTRE. — Notes sur les dépôts tertiaires du Haut-Boulonnais... (*ouvr. cité*).

let à Lille se trouve un caillou de poudingue ferrugineux roux, recueilli par M. A. BRIQUET sur la croupe au N. du col de la route de Dannes à Widehen; la roche qui forme ce caillou présente beaucoup d'analogie avec certaines roches ferrugineuses des Noires Mottes auxquelles je l'ai comparé, mais ce document est encore insuffisant pour permettre d'affirmer l'existence en ce point de vestiges de l'assise pliocène des Noires Mottes.

On ne peut tirer aucun argument des cailloux de limonite et de grès ferrugineux brun noir à grains brillants fréquents dans le cordon littoral néolithique de Bel-Air à Etaples, ces cailloux ressemblent beaucoup, il est vrai, aux roches ferrugineuses des Noires Mottes, mais on peut aussi les comparer à certaines roches ferrugineuses de l'éocénacé du Boulonnais ou du massif landénien de St-Josse, ainsi que l'a fait remarquer très justement M. G. DUBOIS (1).

La mer qui a déposé les sables pliocènes des Noires Mottes s'est-elle avancée au S. du Mont de Couple et a-t-elle recouvert le Boulonnais? Pour répondre à cette question il conviendrait de faire appel à divers arguments: d'abord subsiste-t-il dans l'intérieur du Boulonnais des restes de la formation pliocène des Noires Mottes?

Certains dépôts quaternaires du Bas-Boulonnais contiennent des cailloux de grès ferrugineux présentant parfois de si grandes ressemblances avec ceux des Noires Mottes que cette apparence a pu les faire assimiler; ainsi, M. H. PARENT (2) a d'abord considéré comme pliocènes des cailloux de grès ferrugineux qui abondent dans le cailloutis quaternaire de la falaise de la Pointe-aux-Oies; les amas de cailloux qui s'étalent dans les dunes au N. de la station zoologique de la Pointe-aux-Oies comprennent

(1) G. DUBOIS. — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. du Nord*, t. VIII. Mém. n° 1, 1924.

(2) H. PARENT. — Note sur le tertiaire du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XIX, 1891, p. 266-68.

aussi beaucoup de cailloux de grès analogues et j'ai montré que tous ces cailloux ferrugineux sont remaniés des formations éocrétaçées du voisinage (1).

L'existence dans l'intérieur du Boulonnais, et tout autour de l'escarpement qui limite ce pays, de dépôts éocrétaçés contenant, à plusieurs niveaux, des grès ferrugineux et de la limonite ressemblant beaucoup aux formations ferrugineuses des Noires Mottes, doit toujours rendre très douteuse l'attribution au tertiaire de l'origine des cailloux ferrugineux que renferment les dépôts quaternaires du Bas-Boulonnais.

Les dépôts pliocènes des Noires Mottes présentent des caractères littoraux : ils contiennent, notamment, un poudingue constitué par des galets de silex cimentés par un grès ferrugineux brun roux ; ce poudingue qui prend un beau développement à Cassel paraît jalonner la position de la ligne de rivage à un moment donné. Les flots de la mer pliocène ont battu le massif crétaçé du Blanc-Nez dont les silex ont contribué à former le conglomérat et se sont avancés ensuite vers le S.

Quel était l'aspect que présentait le Boulonnais lorsque la mer pliocène s'avança vers ce pays ? Nous sommes, à la vérité, assez mal renseignés sur l'histoire des événements qui se sont succédé dans le Boulonnais au cours de la période tertiaire, car les dénudations subies par cette petite région ont fait disparaître les dépôts qui recouvraient la craie qui a été elle-même déblayée complètement ainsi qu'une grande partie des sédiments du crétaçé inférieur ; le substratum plus ancien a même été entamé profondément en certains points. Il paraît dès lors bien difficile de tenter un essai de reconstitution de la surface topographique du Boulonnais à l'époque où la mer plio-

(1) A.-P. DUTERTRE. — Note sur le Crétaçé inférieur du Bas-Boulonnais (*ouvr. cité*).

A.-P. DUTERTRE. — Notice géologique sur la Pointe-aux-Oies et les abords de la station zoologique de Wimereux. *Glanures biologiques. Trav. du labor. de zool. de Wimereux*, 1925.

cène vint recouvrir les Noires Mottes, le plateau de Rameceau, le Mont de Couple et le Pays de Licques.

Après les mouvements tertiaires, le Boulonnais formait une vaste voûte anticlinale dissymétrique à flanc N. abrupt se décomposant en deux lignes anticlinales (1); l'un de ces plis s'étend depuis le Cap de la Crèche par La Capelle, Bournonville et Lottinghen, l'autre est l'anticlinal de Bazinghen (ou d'Onglevert), qui se poursuit par Hardinghen et traverse le Pays de Licques auquel il a donné sa structure; ces plis sont accompagnés de rides transversales et d'accidents tels que la faille de Landrethun-Courte Dune au N. de laquelle le pays s'est abaissé.

L'orographie acquise par le Boulonnais à la suite des dislocations tertiaires était probablement déjà très modifiée aux temps pliocènes; le travail de l'érosion était déjà, sans doute, assez avancé à cette époque, car il avait pu s'accomplir pendant une longue période; nous ne pouvons, il est vrai, apprécier directement le degré de maturité atteint par la pénéplaine boulonnaise lorsque la mer pliocène recouvrit le Mont de Couple; cependant, l'étude des vestiges qui subsistent de cette pénéplaine sur la bordure de ce pays et dans les régions voisines a montré à M. A. BRIQUET (2) qu'elle était parvenue à une extrême maturité; on peut donc supposer, avec quelque vraisemblance, qu'il en était de même dans le Boulonnais; l'escarpement qui jalonnait d'abord la faille de Landrethun avait été suffisamment nivelé pour ne pas constituer un obstacle à l'invasion de la mer pliocène, or cet accident passe immédiatement au S. du Mont de Couple et il n'y a aucune raison d'admettre que les flots pliocènes n'ont pas dépassé ce point; des considérations tirées de la topo-

(1) P. PRUVOST. — Observations sur la structure du Cap Gris-Nez et sur les mouvements qui ont affecté le Pays boulonnais après le dépôt du Jurassique. *Bull. Serv. carte géol. Fr.*, n° 156, t. XXVIII, 1923-1924, 71 p. (1925).

(2) A. BRIQUET. — La pénéplaine du Nord de la France. *Ann. de Géographie*, n° 93, XVII^e année, 15 mai 1908, t. XVII, 1908, p. 205-233.

graphie sembleraient donc indiquer que la mer pliocène a dû recouvrir une grande partie du Boulonnais, laissant peut-être émergés quelques îlots correspondant à des points élevés situés sur les axes anticlinaux.

II. — CONSIDÉRATIONS GÉOGRAPHIQUES PAR P. DEFFONTAINES

Le Mont de Couple est non seulement le point le plus méridional de la région boulonnaise où nous avons signalé les premiers, M. DUTERTRE et moi, des restes de dépôts pliocènes, mais c'est aussi le sommet le plus élevé où ces dépôts ont été signalés jusqu'à présent dans cette région; aux Noires Mottes, les dépôts pliocènes sont moins élevés et ont été moins attaqués par l'érosion : ils ne s'y trouvent pas tout à fait au sommet de la côte de craie qui forme le Blanc-Nez, mais sur la pente qui descend vers le Calaisis; à Rameceau, il y a encore un peu de sable, tandis qu'au Mont de Couple il ne reste plus qu'un dépôt résiduel de grès ferrugineux.

La largeur visible des dépôts pliocènes entre les Noires Mottes et le Mont de Couple est assez grande, soit environ 6 km. à vol d'oiseau; en Flandre, ces dépôts tertiaires sont localisés en une longue bande étroite et rectiligne, orientée sensiblement E.W., décomposée en un alignement de pitons isolés: Mont de Watten, Mont Cassel, Mont des Cats, Kemmel, et, de l'autre côté de la Lys, Monts de Renaix.

L'extension exceptionnelle des sables pourrait s'expliquer dans la région du Blanc-Nez par le fait que les terrains crayeux servant ici de support maintiennent plus longtemps les formes de relief anciennes: les terrains perméables à vallées sèches témoignent toujours d'une évolution de relief plus lente; ils conservent plus facilement à leur surface les traces des anciennes pénéplaines presque totalement détruites ailleurs.

Cette longue ligne rectiligne de buttes tertiaires coupant la Flandre de l'E. à l'W., du Pas-de-Calais à Tournaï et au-delà, a maintes fois attiré l'attention des géolo-

gues et des géographes ; diverses explications ont été proposées : cuesta, fond de synclinal, dome anticlinal.

Il nous semble qu'on pourrait y voir simplement les lambeaux témoins d'une ancienne pénéplaine, s'allongeant le long d'une ligne de partage des eaux aujourd'hui disparue.

Dans le Limousin, le plateau cristallin est recouvert de la même manière de buttes disposées en lignes : ce sont les vestiges d'anciennes extensions de pénéplaines plus vieilles : Mont de Blond, Mont d'Ambazac, Mont de Guévet formant une ligne de partage entre Vienne et Gartempe. Aujourd'hui, les Monts de Flandre ne forment plus ligne de partage des eaux : les rivières venant du N. ont conquis largement vers le S. et ont ouvert de vastes brèches dans l'ancienne pénéplaine, mais il subsiste encore quelques témoins de l'ancienne direction des eaux : autour du Mont Cassel, les ruisseaux qui prennent leur source sur le flanc S. sont détournés ensuite par des rivières venant du N. et formant de curieux coudes témoins de ces captures.

Les buttes de sables doivent aussi leur protection au petit chapeau de grès qui les couvre : la transformation des sables en grès se fait souvent suivant de longues lignes rectilignes et étroites ; les exemples d'alignements de buttes sableuses protégées par un chapeau de grès abondent dans toute la région parisienne (Forêt de Fontainebleau, de Villers-Cotterets). Ainsi, il faudrait faire intervenir, pour expliquer la présence des buttes des Flandres, à la fois les influences des cycles d'érosion successifs et aussi la formation de grès en bandes allongées.

M. P. **Deffontaines** rappelle que les terrains sableux des Noires Mottes offrent un intérêt particulier pour la préhistoire ; il a découvert récemment aux Noires Mottes une station tardenoisienne caractérisée par des microsilex géométriques et par de petits burins spéciaux ; cette industrie de type tardenoisien est souvent localisée dans des

sables ; la station des Noires Mottes est la première station tardenoisienne signalée dans la région du Nord de la France (1).

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

Observations complémentaires
sur les formations quaternaires du bassin de Wissant
(Pas-de-Calais)
par **A.-P. Dutertre**

L'étude des dépôts quaternaires des environs de Wissant est pleine d'intérêt pour l'histoire des déplacements des lignes de rivage au cours des temps quaternaires : elle permet, en effet, de suivre les derniers stades de l'évolution de la côte ainsi que l'a montré M. A. BRIQUET (2) dans une esquisse très suggestive ; M. G. DUBOIS a consacré une monographie à la description des dépôts quaternaires du bassin de Wissant et ses conclusions ont abouti à d'intéressantes comparaisons avec d'autres régions qu'il a décrites dans un important mémoire (3) ; de mon côté, j'ai déjà eu l'occasion, à plusieurs reprises (4), de faire connaître un certain nombre de faits relatifs à ces formations et, dans cette note, je me propose de compléter, par quelques nouveaux détails, les descriptions antérieures.

Entre le massif jurassique du Gris-Nez au S.W. et le massif crétacé du Blanc-Nez au N.E. s'étend la baie de

(1) Voir P. et G. DEFFONTAINES. *Ann. du Comité flamand de France*, 1926.

(2) A. BRIQUET. — Notes sur quelques formations quaternaires du littoral du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XXXV, 1906, p. 211-236, 2 fig.

(3) G. DUBOIS. — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. du Nord*, t. VIII, Mém. n° 1, 357 p., 4 pl., 2 coupes, 41 fig., juillet 1924.

(4) Notamment à la Société Géologique du Nord (Séance du 18 juin 1924), voir *Ann. Soc. géol. du Nord*, XLIX, 1924, p. 71.

Wissant dont le littoral est bordé par une chaîne de dunes qui apparaissent près de la Pointe de la Courte Dune et se poursuivent jusqu'auprès du Moulin de St-Pot, au N. du bourg de Wissant; entre le bord N. du massif du Gris-Nez et l'embouchure du ruisseau d'Herlen qui traverse l'agglomération de Wissant s'étend, en arrière des dunes littorales encore en activité, une petite plaine maritime couverte de prairies et de marécages et parcourue par plusieurs petits cours d'eau; cette plaine côtière est limitée vers l'intérieur par une sorte d'escarpement façonné jadis par la mer; cette falaise morte est entaillée dans des formations quaternaires anciennes dans lesquelles de petits cours d'eau, tels que le ruisseau de Petit Phare, ont creusé leur lit.

Les eaux provenant de l'intérieur du pays s'accumulent dans la dépression que présente cette plaine côtière à l'W. du village de Tardinghen et y forment un marais qui, suivant les saisons, s'étend plus ou moins sur cette plaine et la recouvre parfois presque complètement. Les eaux de ces marais sont déversées à la mer par deux ruisseaux dont les embouchures entaillent la chaîne de dunes; l'un de ces petits cours d'eau, le *ruisseau de Wattremelle* (appelé jadis *ru de Guyptun* et parfois aujourd'hui *ruisseau Bonningue* (1) ou *du Châtelet*) débouche près du hameau du Châtelet; l'autre, le *ruisseau des Anguilles*, dont le ruisseau du Petit Phare est tributaire, se jette à la mer plus au N., près de la Belle Etoile, masurée aujourd'hui ensevelie sous les sables; les exutoires de ces ruisseaux se trouvent souvent obstrués par les sables de l'estran soulevés par le vent et poussés vers l'intérieur du pays; ces événements, lorsqu'ils se produisent, rendent nécessaire l'intervention des équipes des *Watteringues* dont le rôle consiste à dégager les embouchures de ces ruisseaux et à curer leur lit afin de faciliter l'écoulement des eaux et éviter des inondations.

(1) Nom d'une ancienne famille jadis répandue à Audinghen et dans les environs.

S'étant trouvée obstruée par les sables au cours de l'hiver précédent, l'embouchure du ruisseau des Anguilles dut être dégagée et le lit de ce cours d'eau curé assez profondément tout le long de son parcours à travers les dunes et même au-delà vers le marais de Tardinghen. Informé de ces circonstances par des habitants du voisinage, j'ai visité les travaux effectués et j'ai constaté qu'avec de la vase et du sable, des galets avaient été retirés du lit de ce ruisseau, et j'ai pu voir en outre ces galets au fond du lit du ruisseau, à un emplacement situé à 50 m. environ en arrière des dunes; l'examen de ces galets m'a montré qu'ils sont constitués en majeure partie par des roches d'origine régionale tels que des silex du Crétacé et des roches calcaires ou gréseuses du Kimméridgien ou du Portlandien, mais j'ai, de plus, trouvé au milieu de ces roches, des galets bien roulés formés par des roches exotiques que M. Ch. BARROIS a bien voulu déterminer et dont voici la liste :

- Granite rose du type des îles anglo-normandes.
- Granite gneissique d'un type fréquent en Bretagne.
- Porphyre quartzifère d'un type fréquent en Bretagne.
- Porphyre quartzifère curitique d'un type armoricain.
- Gneiss précambrien résultant du métamorphisme des phyllades de Saint-Lô.
- Arkose rosée de l'assise des grès feldspathiques cambriens de Bretagne.

La présence, dans ce dépôt, de roches cristallines ou schisto-cristallines armoricaines prouve qu'il n'est pas d'origine fluviale: cette formation présente tous les caractères des levées de galets des cordons littoraux actuels du Boulonnais. C'est évidemment une levée de galets qui a été rencontrée en ce point, au fond du lit du ruisseau, et ce fait indique la position de la ligne de rivage de la baie de Wissant à un moment donné; les roches constituant ces galets n'étant pas altérées, cette levée semble récente.

Au pied de la falaise de la Courte Dune, la plage est couverte de galets de roches jurassiques (kimméridgiennes et portlandiennes) et crétacées (silex de la craie surtout), mêlées à quelques roches exotiques non altérées : parmi ces dernières, les plus fréquentes sont les granites roses des îles anglo-normandes, les porphyres quartzifères et sphérolithiques et les arkoses précambriennes de Bretagne. Au pied de la dune qui escalade le rebord N. du plateau de Floringuezelle, le cordon de galets disparaît : à partir de ce point, vers le N., l'estran sableux qui s'étale largement dans la baie de Wissant ne présente plus que quelques galets très disséminés et, çà et là, des blocs de tourbe noire arrachés aux affleurements apparaissant au pied de la dune de Vrimez, au N. de l'embouchure du ruisseau d'Herlen ; la grève est en outre parsemée de débris d'organismes divers rejetés par le flot ou abandonnés pendant le reflux, tels que des *Flustres*, des coques de pontes de *Buccin* et surtout des coquilles de mollusques qui vivent dans la baie de Wissant : parmi ces derniers, les plus abondants appartiennent aux espèces suivantes :

<i>Buccinum undatum</i> L.	<i>Donax vittatus</i> da Costa.
<i>Nassa reticulata</i> L.	<i>Mya truncata</i> L.
<i>Scaloria communis</i> L.	<i>Tapes pullastra</i> Mont.
<i>Cardium edule</i> L.	<i>Chlamys varia</i> L.
<i>Cardium norvegicum</i> Sp.	<i>Zirphea crispata</i> L.
<i>Mactra solida</i> L.	

Les *Tapes* et les *Zirphea* sont robustes et très abondants ; en outre, parmi les débris rejetés sur la grève, j'ai recueilli au cours d'une excursion faite au printemps de 1925 de nombreuses coquilles vides de *Scaloria chathratula* Mont. ; j'avais fait une semblable récolte en 1907 sur la plage de l'anse du Gris-Nez ; cette jolie petite espèce a été signalée pour la première fois sur les côtes

boulonnaises par A. GIARD (1) qui l'indique comme rare : elle est en effet difficile à observer vivante sur le littoral du Boulonnais ; je possède dans ma collection un individu trouvé en 1913 avec l'animal vivant sur les rochers de la Tour de Croy à Wimereux.

A l'embouchure des ruisseaux de Wattremelle et des Anguilles existent de minuscules terrasses formées par le limon déposé à certains moments par ces petits cours d'eau ; ces dépôts renferment en abondance des coquilles de mollusques d'eau douce entraînées par ces ruisseaux telles que : *Bithynia tentaculata* L., *Succinea putris* L., *Limnea (Radix) limosa* L., *Pisidium amnicum* L.

Immédiatement au N. de l'embouchure du ruisseau d'Herlen, aujourd'hui canalisée, une petite levée de galets apparaît au pied de la dune de Vrimetz : ces galets sont constitués par des roches en majeure partie d'origine régionale, telles que des calcaires et des grès kimméridgiens et portlandiens, des grès ferrugineux, des grès verts et des gaizes du crétacé inférieur, des silex de la craie, des blocs de craie roulés, des grès ferrugineux pliocènes, etc., avec quelques roches cristallines et schisto-cristallines appartenant aux types lithologiques armoricains répandus dans les cordons littoraux actuels du Boulonnais (2). Il était donc facile de supposer, comme cela a été fait, qu'un cordon de galets se poursuit tout le long de la baie de Wissant, mais qu'il n'est plus en activité qu'à la Courte Dune et à l'embouchure du ruisseau de Wissant, la portion comprise entre ces deux points ayant été ensevelie par les sables des dunes ; cette hypothèse se trouve donc vérifiée aujourd'hui par l'observation que

(1) A. GIARD. — Coup d'œil sur la faune du Boulonnais. *Ouvr. offert par la Ville de Boulogne aux membres du xxviii^e Congrès de l'Ass. fr. pour l'Av. des Sc.*, 1899.

(2) J'ai réuni au Musée géologique de Boulogne une très nombreuse collection de ces roches exotiques que j'ai recueillies depuis des années dans les cordons littoraux du Boulonnais ; l'étude de ces roches montre que la plupart d'entre elles appartiennent réellement à des types lithologiques armoricains.

j'ai pu faire dans le lit du ruisseau des Anguilles. Ce cordon de galets une fois édifié, une lagune a été isolée en arrière de cette levée et a été comblée peu à peu par les apports de sédiments entraînés par les cours d'eau et surtout par les sables éoliens : des dunes se sont élevées en avant de ces galets et ont complété l'appareil littoral de la baie de Wissant. Malgré de fréquentes visites pendant des années et de longues recherches, je n'ai jamais réussi à trouver dans ces dunes de débris archéologiques, tels que des silex taillés, des poteries grossières pré-romaines, romaines et post-romaines comme il en existe en abondance dans les dunes de Vimetz : cette remarque peut faire supposer que les dunes qui bordent le littoral entre Wissant et la Courte Dune ont dû commencer à se former à une époque historique très récente.

Une carte de la région de Wissant datant du XVIII^e siècle qui m'a été très aimablement communiquée par M. Ch. de France, depuis la présentation de cette note, montre la ligne des dunes bordant le littoral depuis la Courte Dune jusqu'à l'embouchure du ruisseau de Sombres (= ruisseau d'Herlen) avec l'indication des embouchures des ruisseaux de Guyptun et des Anguilles. En arrière des dunes, se trouve indiqué l'emplacement supposé de l'ancien port de Wissant : on sait, en effet, que Wissant était un port très fréquenté au Moyen-Age ; des chroniques ont conservé le souvenir du passage de nombreux personnages qui vinrent s'y embarquer à destination de l'Angleterre ; peu à peu, l'importance de ce havre alla en diminuant et cette décadence semble bien en rapport avec les ensablements dont parlent divers documents datant du XVI^e au XVIII^e siècles. Aujourd'hui, quelques barques de pêcheurs viennent encore s'échouer avec le flot sur l'estran sableux en avant de la ligne des dunes : c'est tout ce qui subsiste de l'activité maritime de cette antique bourgade transformée aujourd'hui en station balnéaire.

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

Sur deux Brachiopodes du Calcaire de Ferques

par **A.-P. Dutertre**

Le calcaire de Ferques (frasnien supérieur) renferme une belle faune de brachiopodes étudiée par Edm. RIGAUX (1) dans un intéressant mémoire.

J'ai pu explorer dans d'excellentes conditions le Calcaire de Ferques dans de grandes carrières ouvertes quelques années avant la guerre à Beaulieu (Commune de Ferques) de chaque côté de la voie ferrée de Calais à Boulogne, et j'ai pu y recueillir une nombreuse collection de fossiles parmi lesquels se trouvent diverses formes nouvelles ou non encore signalées dans le Boulonnais.

Parmi les brachiopodes, je signalerai, pour le moment, les deux espèces suivantes qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été indiquées dans le frasnien supérieur du Boulonnais :

Rhipidomella eifeliensis Schnur.
Spirifer Winteri Kayser.

Rhipidomella eifeliensis Schnur.

J'ai recueilli en 1913 un exemplaire de *Rhipidomella* qu'il ne me paraît pas possible de distinguer de *R. eifeliensis* Schnur, quoique cette espèce se trouve sous sa forme typique à un niveau inférieur à celui qu'occupe le calcaire de Ferques dans la série dévonienne; mon échantillon, dont les deux valves sont conservées, mesure 0 m. 015 \times 0 m. 014; il est orné de côtes assez fines et serrées, le sinus est bien marqué.

Edm. RIGAUX indique que *R. eifeliensis* Schnur. se trouve seulement dans le calcaire à *Pentamerus globus* où il est fort rare; je rappellerai que cette assise est située à la partie supérieure des schistes de Beaulieu et

(1) E. RIGAUX. — Le dévonien de Ferques et ses brachiopodes. broch. 33 p., 1 tabl., 1 pl. Mlle Deligny, Boulogne-sur-Mer, 1908.

occupe, par conséquent, un niveau inférieur au Calcaire de Ferques.

Une forme analogue à celle du calcaire de Ferques est fréquente dans les schistes à *Receptaculites Neptuni* et à *Leiorhynchus formosus* du frasnien moyen de la bordure sud du Bassin de Dinant, en Belgique.

Spirifer Winteri Kayser.

J'ai ramassé en septembre 1912, à Beaulieu, un exemplaire malheureusement incomplet de cette belle espèce qui, à ma connaissance, n'a jamais été signalée jusqu'ici dans le Boulonnais.

Mon échantillon pouvait mesurer environ 0 m. 050 et posséder une vingtaine de grosses côtes ornées de fins granules, le sinus est faiblement marqué; il correspond bien à la description donnée par H. SCUPIN (1).

Cette espèce qui a été identifiée très obligeamment par M. E. MAILLEUX, conservateur au Musée Royal de Bruxelles, se rencontre en Belgique dans les récifs rouges et les schistes à *Spirifer pachyrhynchus* (Frasnien moyen), qui les enveloppent dans la bordure méridionale du Bassin de Dinant.

M. G. Dubois fait la communication suivante :

*Observations sur un échantillon
d'alluvion tourbeuse de Lille*
par **Georges Dubois**

J'ai récolté en décembre 1924 un bloc d'alluvion tourbeuse dans le centre de Lille, au cours de la reconstruction d'immeubles sis entre les rues de Paris et des Ponts-de-Comines et le Parvis St-Maurice (2).

(1) Hans SCUPIN. — Die Spiriferen Deutschlands. *Paläont. Abhandl. von W. Dames und E. Koken*. Iena, 1900.

(2) Près du confluent du Becquere! ou ruisseau de Fives et d'une des ramifications de la Deule. (Pour la position des bras de la Deule et des canaux à l'intérieur de la ville de Lille, voir en particulier: Ch. PAELLE. *Mémoire sur les rivières et canaux de la ville de Lille dans lequel il est prouvé par des titres et documents reposant aux Archives, que tous appartiennent au domaine communal*. 1 Br., 152 p., Lille Imp. Lefebvre-Ducrocq, 1868).

Le bloc provient de la profondeur 5 m. 50; mais je n'ai pu lever la coupe du gisement et ne connais pas exactement l'épaisseur du remblai qui recouvre les alluvions (1).

L'échantillon récolté offre pourtant un certain intérêt au point de vue de la connaissance des alluvions gallo-romaines ou post gallo-romaines de la Deule (2). Il est formé de sable argileux gris-noir avec lits de tourbe.

A. — SABLES ARGILEUX.

Ils sont riches en débris de Mollusques: coquilles plus ou moins fragmentées, opercules de *Bythinia*.

Les espèces présentes sont :

- Ancylus lacustris* L. (r.)
- Bythinia tentaculata* L. (c.)
- Valvata piscinalis* Müller (cc.)
- Theodoxia fluviatilis* L. (rr.)
- Pisidium amnicum* Müller (ac.).

On observe en outre quelques débris de végétaux et de petits grains de craie roulés.

Au microscope, les sables se montrent surtout formés de grains de quartz plus ou moins roulés; la plupart d'entre eux ont des dimensions voisines de 0 mm. 050 à 0 mm. 100; quelques-uns atteignent 0 mm. 400; de plus gros sont très exceptionnels.

Tous sont incolores, mais portent des enduits inégaux constitués en proportions diverses de calcaire, de composés ferrugineux et de matières organiques; il existe en outre des corpuscules formés de ces mêmes substances.

Enfin, on observe des Foraminifères, bien conservés d'ailleurs, provenant très vraisemblablement du Crétacé de la région: principalement des *Textularia* qui sont abondantes dans la craie des environs de Lille (3).

B. — LITS TOURBEUX.

Ils sont formés de tourbe brune feuilletée, fortemen

(1) Ce remblai est épais de 2 mètres au plus.

(2) cf. *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. 27, 1898, p. 59.

(3) L. CAYEUX. — Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. *Mém. Soc. Géol. Nord.* t. IV, Mém. 2, 1897, p. 263, pl. IX.

sableuse, contenant des fragments de Mollusques (*Bythi-
nia, Valvata*), et des débris d'Insectes (*Dönaciä*).

GRAINES. — J'ai pu récolter plusieurs graines de
Menyanthes trifoliata L. (fig. 1-5).

(Graines subovoïdes, aplaties, à dépression hilare margi-
nale peu accentuée, à surface lisse, quoique microscopi-
quement marquée d'impressions cupulées).

Dimensions: la plus grande: longueur, 3 mm.; largeur,
2 mm. 4; épaisseur, 1 mm. 3; — la plus petite: longueur,
2 mm. 7; largeur, 2 mm. 2; épaisseur, 1 mm. 1.

Menyanthes trifoliata L., distrophophyte très caracté-

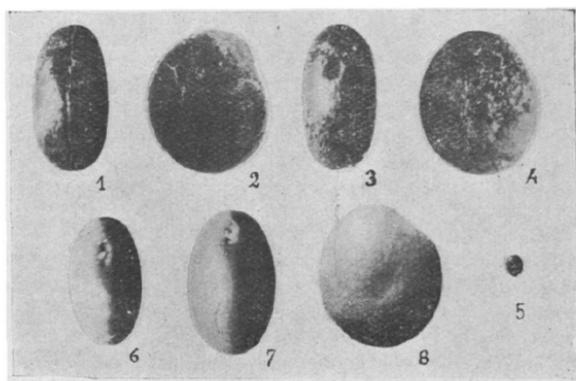


FIG. 1 à 8. — Graines de *Menyanthes trifoliata* L.

FIG. 1 à 5. — Graines fossiles de *Menyanthes trifoliata* L.
provenant de l'alluvion tourbeuse de Lille
de 1 à 4., grossies environ 7 fois.
5 à grandeur naturelle.

FIG. 6 à 8. — Graines actuelles de *Menyanthes trifoliata* L.
grossies environ 7 fois.

REMARQUE : Fig. 2, 4, 5, 8. Vue latérale.

Fig. 1, 3, 6, 7, Vue latérale montrant la dépression
hilare.

risée, habite les près tourbeux, les tourbières, le bord des eaux (*Myricetum* et surtout *Magnocaricetum*) (1).

Elle est connue dans l'Eurasie et l'Amérique septentrionales tempérées et arctiques.

En France où elle est généralement commune, elle est absente dans la région méditerranéenne (2).

Dans le Nord de la France, ses stations sont peu nombreuses, mais elle est abondante dans la plupart d'entre elles; en particulier, dans la vallée de la Deule, elle a été signalée (3) dans le Marais d'Emmerin et d'Haubourdin (4).

A l'état fossile, elle est fréquente dans la plupart des formations tourbeuses connues depuis le début du quaternaire jusqu'à nos jours en Europe et en Amérique du Nord (5).

(1) E. GADECEAU. — Le Lac de Grand-Lieu, Nantes, 1909, p. 102-103, p. 110-113.

(2) H. COSTE. — Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes, 1903, p. 566; — A. CAMUS. — Les fleurs des marais, des tourbières, des cours d'eau, des lacs et des étangs. (Plantes palustres et aquatiques). *Encyclopédie pratique du Natur.*, Paris, Lechevalier, 1921, p. 29.

(3) Thém. LESTIBOUOIS. — Botanographie Belgique. II^e partie. Phanérogamie, 1827, p. 186.

J. GODOX. — Caractéristique de la Flore du département du Nord. A. P. A. S., Lille, 1909. Extr., p. 10.

(4) En examinant rapidement des échantillons de tourbe de divers gisements du Nord de la France, j'ai eu l'attention attirée sur la fréquence des graines de *Menyanthes trifoliata*. Dans plusieurs gisements, c'est même la seule espèce qui soit représentée par des graines. Elle paraît avoir été plus répandue dans notre région autrefois que de nos jours. Mais ici l'influence de l'homme a dû être prépondérante dans la destruction de ces stations.

(5) En citant ci-dessous quelques travaux dans lesquels se trouve signalée *Menyanthes trifoliata* à l'état fossile, je désire simplement montrer l'étendue de la répartition de cette espèce dans l'espace et dans le temps, au Quaternaire. De nombreux autres travaux pourraient encore être cités à ce propos.

CL. REID. — Notes on the geological history of the recent Flora of Britain. *Annals of Botany*, vol. II, N^o VI, 1888, p. 190.

CL. REID and EL. REID. — On the pre-glacial flora of Britain.

POLLEN. — Le pollen est peu abondant dans la tourbe, nul dans l'alluvion tourbeuse.

On trouve principalement du pollen de Graminées aquatiques (*Phragmites*) et plus rarement de *Typha*, d'Ombellifères, de *Rumex*, d'arbres divers (Noisetier, Chêne, Hêtre, Aulne).

Les grains de pollen de ces différents arbres se présentent dans les proportions suivantes (1) :

<i>Corylus</i>	50 %
<i>Quercus</i>	40 %
<i>Fagus</i>	5 %
<i>Alnus</i>	5 %

M. **Dutertre** signale l'existence d'une station de cette plante sur les bords du marais de la Claire-Eau, à Hardehot (Boulonnais).

M. **Dutertre** présente une nouvelle série de coupes de polypiers viséens du Boulonnais dont il indique la distribution stratigraphique.

Linnean Soc. Journ. Botany, vol. XXXVIII, 1908, p. 210, pl. 14, fig. 99.

CL. REID and Mrs EL. REID. — Note on the Plant Remains, in H. WHITEHEAD and H. H. GOODCHILD. Some notes on « Moolog » a peaty deposit from the Dogger Bank in the North Sea. *Essex Naturalist*, I, vol. XVI, p. 56.

CL. REID. — Submerged forests. *Cambridge University Press*, 1913.

N. HARTZ. — Bidrag til Danmarks tertiare og diluviale Flora. *Danmarks geol. Unders.*, II R., N° 20, 1909, p. 263.

KNUD JESSEN. — Moseundersøgelser i det Nordøstlige Sjaelland. *Danmarks geol. Unders.*, II R., N° 34, 1920, p. 163.

G. LIÉPOP. — Flora medzylodowcowa z pod Włodawy nad Bugiem. The Interglacial flora of Włodawa on the Bug. *Bull. Serv. Geol. Pologne*, vol. III, liv.1-2, 1925, p. 139.

D. P. PENHALLOW. — Contributions to the pleistocene flora Canada. *Transactions of the Royal Society of Canada*, 2 S., vol. II, sect. IV, 1896, p. 72.

(1) Pour 100 grains de pollen d'arbres, le pollen des autres plantes n'étant pas pris en considération ici.

Séance du 3 Novembre 1926

Présidence de M. L. Dollé, président.

Le Président adresse les félicitations de la Société à **M. P. Pruvost**, nommé Professeur de Géologie et de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Lille.

Il félicite également **M. P. Pruvost** pour sa nomination de Membre Correspondant de la Société Géologique de Londres.

MM. G. Delépine et **G. Dubois** sont désignés pour faire partie de la Commission chargée de proposer un lauréat pour la Médaille Gosselet décernée par la Société des Sciences, des Arts et de l'Agriculture de Lille.

M. Lamouche dépose sur le bureau de la Société le 2^e fascicule de son *Atlas de Fossiles caractéristiques* (1).

M. Dewatines présente une monnaie de bronze à l'effigie de Claude, trouvée à 3 m. 50 de profondeur dans un banc de glaise des alluvions de l'Arbonnoise, à Lille, près la place de l'Arbonnoise.

M. G. Depape fait la communication suivante :

Végétaux fossiles des argiles à poissons

de La Chaussairie et de Lormandière, à Chartres

(Ille-et-Vilaine)

par **G. Depape**

Les végétaux fossiles, présentés à la Société Géologique du Nord aujourd'hui, ont fait l'objet d'une note parue dans le *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne* (t. V, fascicule 1, p. 32-49, 1924). Avant

(1) Lt.-Col. LAMOUCHE. — Fossiles caractéristiques (Préface de M. Ch. BARROIS, Membre de l'Institut, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Lille). 2^e Fascicule: Terrains de l'ère Secondaire (Trias, Végétaux secondaires, Lias), 33 pl., 326 fig., 147 espèces avec légendes. Paris, Librairie Scientifique Hermann, 6, rue de la Sorbonne, 1926.

de renvoyer à M. Milon les échantillons dont il avait bien voulu me confier l'examen, j'ai pensé qu'il serait intéressant de vous en montrer les plus beaux et de vous indiquer sommairement les résultats acquis par leur étude.

1) Les empreintes proviennent de carrières tertiaires situées à Chartres, à quelques kilomètres au sud de Rennes (Ille-et-Vilaine) : carrières de Lormandière et de la Chaussairie. Elles ont été rencontrées, en même temps que de nombreux poissons, dans des argiles considérées autrefois comme azoïques. Ces argiles reposent sur un ancien sol formé par les marnes et les calcaires du Chattien. A la Chaussairie, elles sont ravinées par les dépôts de base des *faluns helvétiques*.

2) Les végétaux fossiles recueillis dans les argiles de la Chaussairie et de Lormandière à Chartres représentent surtout des éléments d'une flore lacustre. Les formes les plus importantes sont des Nymphéacées : *Nymphaea*, *Nelumbium*, *Brasenia*.

Les restes variés de *Nymphaea* proviennent peut-être de plusieurs espèces, comparables vraisemblablement avec *N. alba* L. et *N. lotus* D. C. Les feuilles de *Nelumbium* peuvent être rapprochées de celles de *N. speciosum* Willd. Les graines de *Brasenia* appartiennent, semble-t-il, à une espèce que l'on peut considérer comme l'ancêtre de *Brasenia purpurea* Michx.

Aux Nymphéacées s'ajoutent des oocarpes et des articles de *Chara*, de nombreux débris de Monocotylédones herbacées, provenant de la végétation des bords de l'étang ; enfin, de rarissimes feuilles de plantes arborescentes des terres voisines (*Zelkova?* *Cornus?*).

3) Les *Nymphaea*, *Nelumbium*, *Chara* de Chartres présentent des affinités très étroites avec des espèces aquitaniennes du Sud-Est de la France et du Bassin de Paris.

4) Les graines de *Brasenia* constituent les documents les plus remarquables de la Chaussairie. Ils attestent l'existence en France, vers le milieu tertiaire, d'un genre

qui, jusqu'à ce jour, n'y a été signalé que dans les lignites pliocènes des environs de Biarritz.

5) Les genres *Nelumbium* et *Brasenia* qui se rencontrent encore dans un certain nombre de gisements pliocènes et même (pour *Brasenia*) quaternaires de l'Europe occidentale, ont disparu de nos régions: cette disparition contribue à mettre en évidence pour notre flore lacustre un appauvrissement semblable à celui qui a été signalé pour la flore continentale de l'Europe tertiaire par toutes les études se rapportant à la végétation forestière.

M. G. Dubois fait la communication suivante :

Les noisettes de la tourbe du Nord de la France
par **Georges Dubois**

Lorsque les tourbières étaient largement exploitées dans le Nord de la France, on y trouvait parfois des noisettes en grande quantité.

Debray en a récolté une centaine au cours de ses explorations (de 1868 à 1883); elles sont conservées dans les collections géologiques de la Faculté des Sciences de Lille.

Je viens de procéder à leur examen.

§ 1. — LES TROIS FORMES DE NOISETTES RECONNUES
PAR G. ANDERSSON.

Je rappelle que Gunnar Andersson (1), dans une étude très minutieuse de la répartition de *Corylus avellana* à l'état fossile et à l'état vivant en Suède a été amené à établir dans l'espèce *C. avellana*, trois sections d'après la forme de leur fruit. J'en résume ci-dessous la diagnose.

(1) Gunnar ANDERSSON. - Hasseln i Sverige fordom och nu. En geologiskt-växt geografisk undersökning belysande fragan om Klimatets förändring sedan Litorinatiden. *Sveriges Geologiska Undersökning*. Ser. C a, N° 3, 1902, 168 p., 18 fig., 1 carte h. t. (Résumé in deutscher Sprache, p. 161-168).

f. *silvestris* (1). Noisette approximativement aussi large que haute, parfois moins large de 1 à 2 mm., parfois plus large. Hauteur variant ordinairement entre 11 et 17 mm.

f. *ovata* (2). Noisette nettement plus haute que large, ordinairement de 2 à 4 mm., exceptionnellement de plus de 4 mm. Hauteur variant ordinairement entre 14 et 17 mm.; largeur entre 11 et 14 mm.

f. *oblonga* (3). Noisette allongée dans le sens de la hauteur, nettement plus haute que large, ordinairement de 5 à 6 mm. Hauteur variant ordinairement entre 17 et 19 mm. (parfois 20 mm.); largeur entre 11 et 13 mm.

Les dimensions indiquées sont celles des fruits mûrs.

Dans chacune des formes se présentent des variations: la Noisette peut être arrondie ou pointue à l'extrémité et sa base peut également être plate (parfois concave, dans la forme *silvestris* surtout), ou convexe, ou même parfois plus ou moins pointue.

Il existe des types de transition entre les formes *silvestris* et *ovata* et entre *ovata* et *oblonga*.

Après avoir examiné un grand nombre de noisettes fossiles des temps postglaciaires (4) et de noisettes actuelles, G. Andersson est parvenu à établir les conclusions suivantes :

En Suède, la forme *silvestris* était la plus répandue aux temps postglaciaires et est encore la plus répandue.

La forme *oblonga* était la plus rare et l'est encore actuellement.

Si on en juge d'ailleurs par la statistique suivante, la forme *silvestris* tend à être plus fréquente à l'époque actuelle qu'à l'état fossile, tandis que la forme *oblonga* tend à se raréfier (5) :

(1) G. ANDERSSON, p. 156, fig. 17 (1-19).

(2) G. ANDERSSON. p. 157, fig. 17 (20-30).

(3) G. ANDERSSON, p. 157, fig. 17 (31-41).

(4) Flandrien moyen.

(5) D'après G. ANDERSSON, p. 158-159.

	% aux temps post-glaciaires	% actuellement
<i>silvestris</i>	42,5 à 57,5	51,3 à 68
<i>ovata</i>	26,7 à 51,5	26,8 à 47,9
<i>oblonga</i>	3,6 à 16	0,8 à 5,2

N. Hartz a fait une étude analogue en Danemark sur des noisettes récoltées dans des tourbières interglaciaires. Il a observé que les trois formes se présentaient au Danemark dans des proportions analogues, aussi bien à l'état fossile qu'à l'état vivant (1).

§ 2. — CARACTÈRES DES NOISSETTES DES TOURBIÈRES
DU NORD DE LA FRANCE.

A. *Tourbières de la Plaine maritime flamande et du
Marais de Saint-Omer.*

1° — NORTKERQUE. Tourbières Glasson, 1873-1874.

La tourbe qui y était exploitée a 0 m. 90 d'épaisseur et se trouve sous 2 m. d'argile à *Scrobicularia* et *Hydrobia*.

Des poteries gallo-romaines ont été trouvées à la surface de la tourbe, des poteries plus anciennes dans la tourbe à 0 m. 25 sous sa surface (2).

a) *Dans le Faux-Gazon* (3).

Age: Fin du Flandrien moyen. (Gallo-Romain ou Protohistorique).

Formes	Nombre	Hauteur	Largeur
<i>ovata</i>	2	16,4 à 16,8	12,1 à 13
<i>oblonga</i>	2	14,2 à 18,2	8,7 à 12,1

b) *Dans la tourbe.*

(1) N. HARTZ. — Bidrag til Danmarks tertiære og diluviale Flora. *Danmarks Geologiske Undersøgelse*. II R. N° 20, 1909. p. 248-249. (Engl. Summ. p. 288). Atlas, pl. XIII.

(2) DEBRAY. — Etudes géologiques et archéologiques de quelques tourbières du littoral flamand et du département de la Somme. *Mém. Soc. Sc. Agr. Arts. Lille*, 1873 p. 441, p. 457.

(3) Le Faux-Gazon des tourbières est la partie supérieure de la tourbe plus ou moins remaniée et mélangée de formations non tourbeuses: ici, d'argile à *Scrobiculaires*.

Age: Flandrien moyen. (Néolithique-Bronze).

Formes	Nombre	Hauteur	Largeur
<i>silvestris</i>	2	14,2 à 16	13,5 à 17,4
<i>silv.-ovatà</i> . . .	2	15,1 à 16,6	13,4 à 14,2
<i>ovatà</i>	4	15 à 18	12,2 à 15,1
<i>ov.-oblonga</i> . .	1	18,3	13,6
<i>oblonga</i>	2	19,1 à 20	14,2 à 14,6

2° — LOOBERGHE. Tourbières Vitse. 1878.

La tourbe qui y était exploitée possède 1 m. 68 d'épaisseur et se trouve sous 1 m. 85 de sable marin (1).

Dans la tourbe à 0 m. 80 et 1 m. sous la surface de la tourbe.

Age: Flandrien moyen. (Néolithique-Bronze).

Formes	Nombre	Hauteur	Largeur
<i>silv.-ovatà</i> . . .	1	15	12,8
<i>ovatà</i>	1	15,4	12,2

3° — SAINT-OMER. Gare. Travaux de fondation du pivot de la grande plaque tournante. 1883.

Dans la tourbe :

Age. Imprécis: Flandrien moyen ou supérieur. (Néolithique ou historique).

Formes	Nombre	Hauteur	Largeur
<i>silvestris</i>	2	12,6 à 16,2	10,5 à 15
<i>ovatà</i>	1	15,1	11,1
<i>oblonga</i>	2	16,5 à 18,3	11,2 à 13,3

B. *Tourbières du bassin de la Somme. (Vallée de l'Ancre).*

1° — AVELUY. Tourbières Lallier. 1873-1878.

La tourbe qui y était exploitée atteint 8 m. d'épaisseur. Les objets gallo-romains se trouvent en général vers 1 m. 50 à 2 m. de profondeur; les objets néolithiques vers 4 m. et plus bas (2).

Dans la partie profonde de la tourbière.

Age: Flandrien moyen. (Néolithique).

(1) DEBRAY, p. 444 (après rectification des chiffres d'épaisseur publiés par Debray, d'après les étiquettes manuscrites de Debray).

(2) DEBRAY, p. 469 et suivantes.

Formes	Nombre	Hauteur	Largeur
<i>silvestris</i> (1) . . .	30	14,4 à 18,6	12,3 à 17,7
<i>silv.-ovata</i> . . .	11	15,1 à 19	13,2 à 14,3
<i>ovata</i>	19	15,2 à 19	11,5 à 15,7
<i>ov.-oblonga</i> . . .	3	17,3 à 19	13,7 à 14,3
<i>oblonga</i>	7	16,4 à 21,4	10,5 à 14,2

Soit un total de 70 échantillons se répartissant en :
silvestris 43 %, — *silv.-ovata* 15,7 % — *ovata* 27 %, —
ov.-oblonga 4,2 %, — *oblonga* 10 %.

Si, pour simplifier ces données, on répartit par moitiés égales les formes intermédiaires dans chacun des formes typiques voisines, on obtient les pourcentages suivants :

silvestris 51 %, — *ovata* 37 %, — *oblonga* 12 %.

2° — ALBERT. Tourbières Boura. 1874.

La construction géologique de ces tourbières est sensiblement identique à celle des tourbières d'Aveluy.

Dans la tourbe. Couche n° 8 et la coupe 4 (1). Profondeur 5 m. (à 2 m. 50 sous la surface de la tourbe). Au voisinage se trouvait une incisive de *Castor*.

Age. Flandrien moyen (Néolithique).

Forme	Nombre	Hauteur	Largeur
<i>ovata</i>	1	15,5	11,6

C. Gisements divers.

1° — LILLE. Tourbe dans les fondations du bâtiment des machines d'alimentation du canal de Roubaix. 1875. (Alluvions de la Deule).

Age. Imprécis : Flandrien moyen ou supérieur.

Formes	Nombre	Hauteur	Largeur
<i>silvestris</i>	3	13,6 à 14,8	12,4 à 13
<i>ovata</i>	3	12 à 13,5	9 à 12,5
<i>oblonga</i>	2	15,5 à 17,2	10 à 10,5

2° — SAINT-VALÉRY-EN-CAUX. Bassin de retenue. 1868. Au cours de travaux. Un seul échantillon. (Don de M. Lechaudé).

Gisement. Alluvions récentes.

(1) Anomalie. Un échantillon (fig. h) est formé de deux akènes soudés latéralement, de type *silvestris*.

Age. Imprécis; Flandrien moyen ou supérieur. (Proto-historique ou historique) (1).

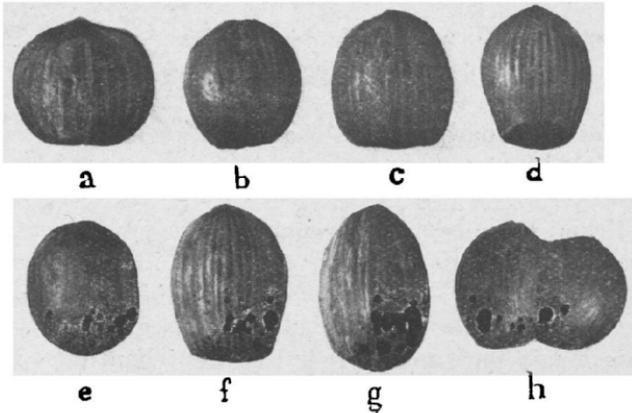


FIG a-h. — Noisettes de la tourbe du Nord de la France (Collection Debray. Musée Gosselet Lille).

- a. — *Silvestris*. Nortkerque. Base concave; sommet pointu.
- b. — *Silvestris* Nortkerque. Base plate; sommet arrondi.
- c. — *Ovata*. Nortkerque. Base plate; sommet pointu.
- d. — *Ovata*. Nortkerque. Base convexe; sommet pointu.
- e. — *Ovata*. Aveluy. Base conique; sommet arrondi.
- f. — *Oblonga*. Nortkerque. Base faiblement convexe; sommet pointu.
- g. — *Oblonga*. Aveluy. Base conique; sommet à pointe obtuse.
- h. — Anomalie (*Silvestris*) par soudure de deux akènes. Aveluy

(1) Saint-Valéry-en-Caux est installé de part et d'autre du port situé au débouché d'un vallon actuellement sec. Le bassin de retenue est dans le vallon, en amont du port.

Les deux groupes de maisons constituent la ville étaient « sé-
« parés par un marais profond, dans lequel se jetait une rivière
« venant de Neville, laquelle fut, dit la tradition, bouchée par
« Saint-Valéry.... Ce ruisseau reparut au XV^e siècle pour dis-
« paraître de nouveau dans le XVI^e ». RENAUD. Port de Saint-
Valéry-en-Caux. *Ports Maritimes de la France. Mém. des Tr.*
Publ., t. I, p. 516.

Le bassin de retenue a donc dû traverser des alluvions ré-
centes d'un ruisseau assez important avant les temps histori-
ques, n'ayant plus comme tant d'autres ruisseaux de la côte
normande, qu'un cours très faible depuis les temps historiques,
tantôt aérien, tantôt sous-alluvial.

Forme présente	Nombre	Hauteur	Largeur
<i>silvestris</i>	1	16 4	17,6

§ 3. — CONCLUSIONS

1° Les trois formes de noisettes décrites par G. Andersson se rencontrent dans les tourbières du Nord de la France (fig. a-h).

2° J'ai pu remarquer dans chacune des trois formes des fruits à base plate ou conique, à sommet arrondi ou pointu.

3° Parmi les noisettes provenant de la plaine maritime flamande, du Marais de St-Omer, et de Lille, on observe en forte proportion des formes *ovata* et *oblonga*, jusqu'à 50 % de chacune des formes dans certains gisements.

Mais mon examen n'a porté que sur 30 échantillons provenant de cinq gisements d'âges légèrement différents et recueillis par Debray dans des conditions de sélectionne-ment que nous ne connaissons point.

Il n'y a donc pas lieu de s'arrêter à la statistique dé-ducite du dénombrement de ces échantillons.

4° On peut au contraire attribuer une réelle valeur au pourcentage déduit de l'étude des noisettes de la tour-rière d'Aveluy (vallée de l'Ancre), qui a porté sur 70 échantillons provenant d'un même gisement.

Les résultats ont été les suivants :

<i>silvestris</i>	51 %
<i>ovata</i>	37 %
<i>oblonga</i>	12 %

Ces résultats concordent avec ceux qui ont été obtenus par G. Andersson en Suède pour le même temps du Flandrien moyen (1).

(1) DEBRAY, p. 478. p. 483.

(1) Il aurait été particulièrement intéressant de dresser la statistique de la répartition actuelle des formes de Noisettes dans le Nord de la France. Mais *Corylus avellana* se fait de plus en plus rare dans notre contrée partout cultivée; le temps m'a manqué d'autre part pour effectuer cette recherche qui de-manderait plusieurs années. Je n'ai pas voulu tarder de faire connaître les résultats susceptibles d'être déduits de l'étude des noisettes fossiles du Musée géologique de Lille.

M. A.-P. Dutertre rappelle que des noisettes ont été recueillies par Ed. Rigaux dans la tourbe néolithique de la plage de Wimereux et annonce qu'on en a trouvé d'autres dans la tourbe qui affleure au N. de l'embouchure du ruisseau d'Herlen à Wissant.

M. G. Dubois fait la communication suivante :

L'estran devant Gravelines
par Georges Dubois

CHAPITRE I. — INTRODUCTION

1. *Objet de la présente note.*

La mer a reculé dans la région de Gravelines depuis le Moyen Age (fig. 1). Ce mouvement continue: l'estran devant Gravelines, l'un des plus étendus de notre littoral, est en voie d'atterrissement et, un jour sans doute assez prochain, sera transformé en polder. J'ai étudié cet estran avant qu'il ne soit incorporé au domaine continental et, particulièrement, sa morphologie, la nature des sédiments qui s'y déposent, la façon dont s'installent dans ces sédiments les coquilles qui seront les futurs fossiles du polder.

2. *Le chenal et les jetées du port de Gravelines.*

L'ancien port de Gravelines (1) est actuellement relié à la mer par un chenal artificiel, long de 2 km., par lequel s'écoulent les eaux de l'Aa, et qui a été creusé de 1737 à 1740. L'avant-port se trouve à l'extrémité du chenal entre les agglomérations de Grand-Fort-Philippe à l'W. et de Petit-Fort-Philippe à l'E. (fig. 1 et 2).

Deux jetées (jetée W. de 1.400 m., jetée E. de 1.550 m.), orientées N.W., prolongent le chenal. Chacune des jetées

(1) Pour l'histoire du port de Gravelines, voir:
A. PLOEQ. Port de Gravelines. *Ports maritimes de France*, t. I, de Dunkerque à Etretat, 1874, p. 120-149; — R. BLANCHARD. La Flandre, 1906, p. 235 et suivantes.

est constituée par une digue de pierre insubmersible occupant la plus grande longueur de la jetée et prolongée par une digue submersible à marée haute surmontée d'une estacade de bois, à claire-voie.

Ces jetées étaient autrefois plus courtes et submersibles sur presque toute leur étendue : leur prolongation et leur exhaussement ont été nécessités à diverses reprises (1857, 1860-61, 1874) par l'exhaussement de l'estran, les sables menaçant d'envahir le chenal en passant par-dessus les digues.

Mais d'autre part, en faisant obstacle aux courants côtiers, les digues pleines favorisent la sédimentation et par suite la tendance naturelle à l'élargissement de l'estran.

La disposition, actuellement réalisée, des jetées en partie pleines, en partie à claire-voie, tient compte à la fois de la nécessité de protéger le chenal contre l'envahissement des sables, et d'autre part de faire le moindre obstacle aux courants côtiers.

3. Conditions générales de la sédimentation sur l'estran aux environs de Gravelines.

Les conditions de sédimentation sur l'estran entre Calais et Dunkerque et la topographie générale de cet estran ont été particulièrement bien décrites par Plocq (1).

Les vases (2) apportées par l'Aa, précipitées en partie dans l'avant-port et le chenal, reprises par l'eau des chasses, arrivent à la mer lors du jusant. Elles sont entraînées à l'W. par le courant côtier de jusant, puis ramenées en partie par le courant de flot sur l'estran de Grand-Fort-Philippe à l'W. des jetées et, en moins forte proportion sur l'estran de Petit-Fort-Philippe à l'E. des jetées.

(1) A. Plocq. *loc. cit.*, p. 114-118.

(2) La vase est bleu-noir; elle est constituée par des particules argileuses de 0 mm. 001 à 0 mm. 002 ainsi que de rares grains de quartz plus ou moins roulés de 0 mm. 005 à 0 mm. 060. En outre, elle renferme d'assez nombreuses Diatomées et de rares Foraminifères.

4. *Topographie générale de l'estran entre Calais et Dunkerque.*

Entre Calais et Dunkerque, sauf en quelques points particuliers (pointe de Gravelines, cap d'Oye) (1), l'estran, large de 1.000 à 1.500 m., comprend deux zones bien distinctes (fig. 1) (2) :

une *zone supérieure*, large, entre la laisse des hautes mers de morte-eau et la laisse de mer de vive-eau; la pente moyenne y est à peu près nulle; cette zone n'est visitée par la mer que lors des marées de vive eau et n'est recouverte que d'une faible épaisseur d'eau généralement peu agitée; la vase s'y accumule donc aisément ;

une *zone inférieure*, étroite, comprise entre la limite des plus basses mers et la laisse des hautes mers de morte eau; la pente moyenne y est de 10 mm. à 20 mm. par

(1) Ce dernier cap résultant du gain de territoire réalisé en 1925; cf. G. DUBOIS. Terrains quaternaires et modernes. Exploration de la partie occidentale de la Plaine maritime flamande. V. La région littorale entre Calais et Gravelines (Feuille de Dunkerque). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, p. 162; C. R. collab. Campagne 1925, t. 30 (1925-1926), p. 121-123.

En 1874, ce cap était représenté déjà par des dunes d'estran.

(2) Carte (fig. 1, p. 284) : Figuré topographique continental général, d'après les cartes d'Etat-Major (feuille 2, Dunkerque) et du Ministère de l'Intérieur (feuilles Calais XVI-5 et Petite-Synthe XVI-4).

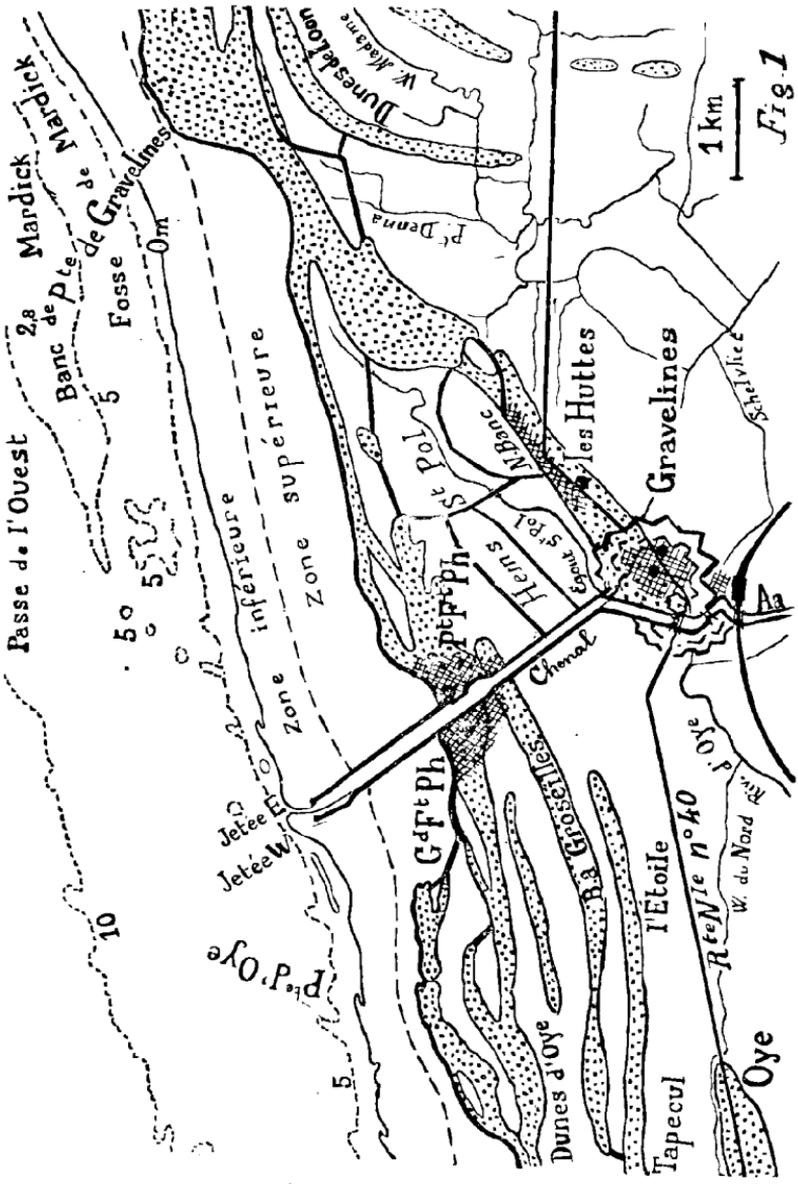
Cordons littoraux anciens et actuels avec dunes plus ou moins érodées, en grisé pointillé, figure originale, d'après mes recherches personnelles.

Courbes cotidales marines d'après les cartes marines suivantes :

Cote Nord de la France, de Wissant à Gravelines. Atterrages de Calais. Carte levée en 1910-1911 par les Ingénieurs Hydrographes de la Marine, sous la direction de Ed. PLOIX, Ingénieur hydrographe, en 1879, et de L. DRIENCOURT, Ingénieur hydrographe en chef, en 1910-1911. *Service hydrographique de la Marine*, 1919.

Cote Nord de la France de Gravelines à Zuydcoote. Atterrages de Dunkerque, levée par Ed. PLOIX, Ingénieur hydrographe, F. BOUILLET, Sous-Ingénieur, et E. FAVÉ, E. GARNIER, A. MION, F. LAPORTE, Sous-Ingénieurs en juin-octobre 1879. *Dépôt des Cartes et Plans de la Marine*, 1882.

Edition de 1895 (Sondes de la Rade de Dunkerque et des bancs de l'Ouest et de Zuydcoote corrigées d'après le levé fait en 1894, sous la direction de M. RENAUD, Ingénieur hydrographe).



mètre; cette zone est soumise à peu près dans son ensemble à l'action journalière de la marée.

Je m'occuperai d'abord de l'estran E., de Petit-Fort-Philippe, moins envasé que l'estran W., de Grand-Fort-Philippe (1).

CHAPITRE II. — L'ESTRAN DEVANT PETIT-FORT-PHILIPPE

Il a son maximum de largeur près de la jetée E. (1.500 à 1.600 m.) et se rétrécit légèrement vers l'E. (1.200 à 1.500 m. en face des dunes situées à l'E. de l'agglomération).

Les courbes de niveau de la carte ci-jointe (fig. 2) donnent au premier examen une idée très exacte de sa topographie générale (2).

Les deux zones inférieure et supérieure reconnues par Ploeg y sont très nettes.

I. — Zone inférieure

1. *Limites et caractères généraux.*

Elle s'étend sur tout le front de mer, depuis les jetées à l'W. jusque, vers l'E., au delà de la Pointe de Gravelines (où sur 1.500 m. de long, entre la Pointe de Gravelines et le Casino de Loon, elle constitue à elle seule

(1) J'ai effectué les observations relatives aux faits exposés ici en août-septembre 1925, en mai 1926, et en juillet-août-septembre 1926. Dans leurs grandes lignes, les faits observés sont demeurés identiques à eux-mêmes au cours de chacune de ces périodes.

MM. Delépine et Labeau ont décrit l'estran devant Mardick et Fort-Mardick. Cet estran est plus envasé que celui de Petit-Fort-Philippe et rappelle plutôt celui de Grand-Fort-Philippe. (G. DELÉPINE et A. LABEAU. Le littoral français de la Mer du Nord, *Feuilles des J. Nat.*, IV^e S., 34^e A., 1904, N^o 405, p. 8).

(2) Courbes de niveaux d'après S. DREYFUS et R. BROSSARD. Notice complémentaire sur le port de Gravelines. Modifications survenues de 1873 à 1907. *Ports maritimes de la France (Ministère des Travaux Publics)*, 1908, carte h. t. Les cotes indiquées sont celles des cartes marines, le niveau des plus basses mers étant de 0 m. 42 au-dessous du niveau zéro.

tout l'estran). Elle est comprise entre la limite des plus basses mers et la laisse moyenne des hautes mers de morte eau (cote 4 m. 80 des cartes marines). Sur la carte

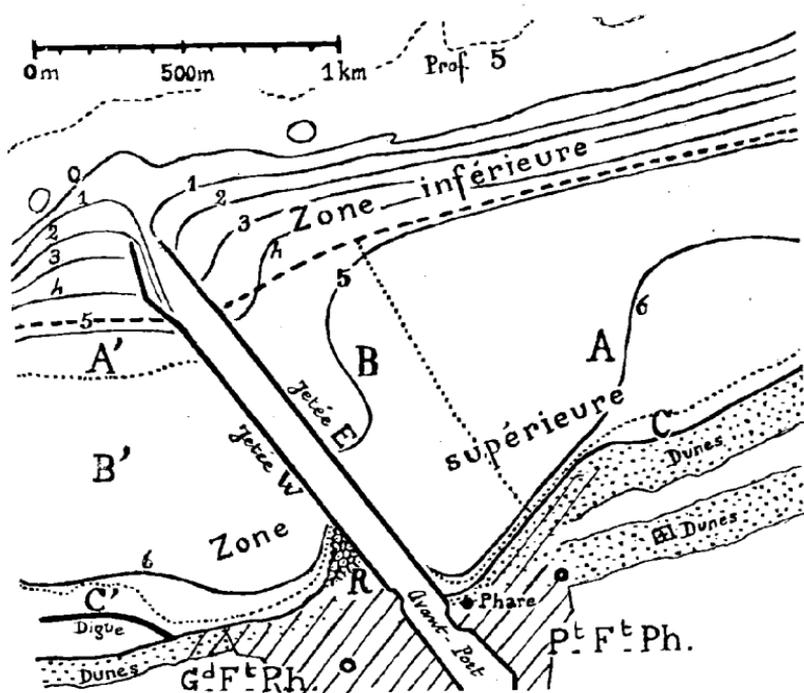


FIG. 1. — Estrans devant Petit-Fort-Philippe et Grand-Fort-Philippe.

Subdivisions de la zone supérieure :

Estran devant Petit-Fort-Philippe.

A. — Région sablo-argileuse.

B. — Région vaseuse.

C. — Région prédunale.

Estran devant Grand-Fort-Philippe.

A' — Région sablo-argileuse.

B' — Région vaseuse.

C' — Région herbeuse.

R — Dépôts d'immondices.

jointe (fig. 2), la limite supérieure de cette zone coïncide donc approximativement avec la cote 5, sauf au voisinage de la jetée E. où la cote 5 décrit une courbe assez prononcée.

Un banc sableux forme cette limite supérieure effective. Lors des plus faibles marées de morte eau, la mer vient mourir au pied de ce banc en y abandonnant une laisse peu importante (coquilles, pontes de *Buccinum*, algues, bois, épaves, scories). Lors des plus fortes marées de morte eau, surtout par vents du secteur N.W.-W.-N.E., une mince lame balaye le banc et empiète légèrement sur la zone supérieure en y abandonnant sa laisse.

Le banc limite, très net sur la plus grande partie de l'estran, s'abaisse vers la cote 4 m. tout en devenant moins régulier au voisinage de la jetée E. Ceci correspond au léger abaissement général de l'estran au voisinage de la dite jetée, abaissement qui permet aux fortes et aux moyennes marées de morte eau de pénétrer en une sorte de petit golfe dans la zone supérieure: ce petit golfe dont la cote 5 dessine approximativement les limites, est ainsi noyé à presque toutes les marées, mais pendant un très court temps. Si cette petite surface de l'estran offre quelques traits biologiques propres à la zone inférieure, elle appartient au contraire très nettement à la zone supérieure par tous ses autres caractères.

La zone inférieure offre une largeur moyenne de 450 m. Sa pente moyenne qui est de 10 mm. 5 par mètre n'est d'ailleurs nullement régulière: une série de bancs plus ou moins parallèles au banc-limite, séparés par des basses (ou haeches), se succèdent comme sur toutes les plages labourées par des courants côtiers. Ces éléments topographiques sont variables en nombre et en forme, suivant les saisons, les vents et les marées. Les bancs, larges de 20 à 100 m., présentent vers le large une pente assez régulière plus ou moins forte; vers la côte, un léger abrupt de 0 m. 25 à 0 m. 50. Près de la jetée, après de fortes mers s'établissent parfois des abrupts plus considérables de l'ordre du mètre.

Par places, s'installent des passes plus ou moins temporaires par où se vide à mer descendante l'eau des différentes basses. Le long de la jetée une passe à gros débit demeure constamment marquée à marée basse.

En d'autres points, les bancs ont leurs flancs entamés par des cuves de 5 à 20 m. de diamètre, profondes de 0 m. 50 à 1 m. Elles sont dues aux mouvements tourbillonnants assez importants qui se produisent parfois au voisinage du chenal. De petites cuves de moindre importance se creusent surtout lors des grosses mers, principalement dans les régions inférieures de l'estran. Elles sont essentiellement temporaires.

Les ripple-marks sont susceptibles de s'établir en tous les points, selon les circonstances, mais très rarement sur les bancs; elles ont toujours une durée très fugace.

2. *Les fonds sous-marins contigus.*

La zone inférieure se prolonge vers le large par des fonds peu inclinés (10 mm. par mètre pour une bande contiguë à l'estran et large de 500 m.; au delà, 2 mm. par mètre, jusqu'aux fonds de 10 m. situés à 2 ou 3 km. au large.

Ces fonds sont essentiellement formés de sables coquilliers, parfois de sables vaseux, rarement de sables avec graviers.

Un peu à l'E. de Petit-Fort, face à la Pointe de Gravelines, la côte est longée, par le Banc de Mardick, où les fonds en certains points sont de 2 m. 80 seulement. Ce banc sableux, large d'environ 1 km., est séparé de la côte par la fosse de Mardick, ayant approximativement la même largeur et dont la profondeur peut atteindre 8 m. 50. On y trouve des sables coquilliers, des sables vaseux, et un peu de sable avec gravier (1). Au N. du Banc de Mardick, les fonds de 10-15 m. sont atteints rapidement dans la Passe de l'Ouest, bordée au N. par le Banc de Snouw. Mais nous sommes ici déjà très loin du littoral (4 km.).

(1) Plocq. *loc. cit.*, p. 116. Voir aussi cartes marines déjà citées.

3. Caractères lithologiques.

Toute la zone inférieure est essentiellement *sableuse*, ainsi qu'il sera montré lors de l'étude des différentes régions de la zone.

Le *sable* est surtout formé de grains de quartz et, en faible proportion, de petits grains de silex; il s'adjoint au sable des débris de coquilles et de petits graviers de silex de 5 mm. de diamètre moyen.

Les *cailloux*, de dimensions plus appréciables, y sont extrêmement rares: on en trouve quelques-uns dans les laisses de mer. En dehors des scories et des fragments de charbon, amenés naturellement du large par la vague, ceux qu'on peut ramasser, en cherchant bien, sont dans la plupart des cas, très nettement, des produits artificiels apportés par main d'homme sur la plage. Il y a lieu de considérer qu'il en est de même pour de rares petits galets de silex, du type des Pierrettes, qui ont été utilisés à Gravelines pour l'entretien des routes et pour de petits galets de craie. Je n'oserai, d'autre part, tirer argument de la récolte d'un unique galet de granite de type armoricain, pesant 345 gr. Une question plus délicate est celle de l'origine vraisemblable de plusieurs galets de craie, du type craie blanche du Cénomanién supérieur du Blanc-Nez, perforés par *Polydora ciliata*; le plus gros de ces galets pèse 270 gr.: je l'ai récolté un jour de tempête en août 1926; un autre ne pèse que 13 gr.; ces galets de craie, très abondants à Sangatte, me semblent avoir été acheminés sur l'estran par les courants marins. On peut conclure, en résumé, que si quelques galets peuvent être apportés sur la plage de Petit-Fort par les courants marins, c'est à titre tout à fait exceptionnel et par gros temps.

Un peu de *vase argileuse* se dépose parfois dans les basses; elle est reprise de suite pour être transportée

ailleurs. Toutefois, on observe de minces lentilles argileuses incluses dans le sable de la plus basse partie de l'estran au voisinage du chenal.

4. Faune vivante (1).

C'est surtout dans la zone inférieure que se localise la faune vivante. Je ne mentionnerai que les Mollusques par ordre de fréquence: *Cardium edule* L., *Mactra subtruncata* D. C., *Mactra stultorum* L., *Donax vittatus* D. C., *Tellina balthica* L., *Syndesmya alba* Woodw., *Solen ensis* L., *Solen siliqua* L., *Mactra solida* L.

(1) Remarques sur quelques espèces de la faunule vivante de la zone inférieure :

Cardium edule L. — Forme dominante à coquille subtrapézoïdale, plus rarement subcirculaire ou subtriangulaire; de coloration blanche ou jaunâtre, à ponctuations violettes dans la région des crochets; côtes plus ou moins marquées, souvent plates, avec crêtes transverses souvent usées; test épais de 2 mm. ou plus.

Dimensions les plus fréquentes :

Longueur	25 ^{mm} à 43 ^{mm}
Largeur	21 ^{mm} à 36 ^{mm}
Épaisseur de la coquille bivalve	17 ^{mm} à 32 ^{mm}
Nombre de côtes le plus fréquent	23 à 26

Tellina (Macoma) balthica L. — Forme dominante blanche ou colorée, à bandes fortement colorées; région antérieure arrondie renflée, région postérieure rostrée; test épais de 1 mm. en moyenne.

Dimensions les plus fréquentes :

Longueur	18 ^{mm} à 28 ^{mm} 5
Largeur	15 ^{mm} à 23 ^{mm} 5
Épaisseur de la coquille bivalve	8 ^{mm} à 13 ^{mm} 5

Mactra subtruncata D. C. — Petite forme subtriangulaire. test épais de 0 mm. 5 en moyenne.

Dimensions les plus fréquentes :

Longueur	18 ^{mm} à 23 ^{mm}
Largeur	14 ^{mm} à 17 ^{mm}
Épaisseur de la coquille bivalve	9 ^{mm} à 11 ^{mm} 5

Mactra stultorum L. — Il s'agit ici de l'espèce qui, d'après divers conchyliologistes, doit porter le nom de *Mactra corallina* L. var. *oceanica* B. D. D. Le nom *M. stultorum* reste d'ailleurs employé par beaucoup d'auteurs.

Grande coquille subovale, lisse, finement striée longitudinalement brillante, violacée, à bandes blanches transverses; test épais de 1 mm. en moyenne (près du bord palléal).

5. *Faune subfossile.*

Je dénomme ainsi l'ensemble représenté par les coquilles ou tests abandonnés à la surface de l'estran ou en-
fouis à faible profondeur dans le sable.

Dans le tableau II, je donne la liste des espèces recueillies dans les diverses régions de l'estran. La zone inférieure offre une faune subfossile plus pauvre en individus que la zone supérieure, car les marées de vive eau tendent à balayer les épaves qui s'y trouvent et à les disperser à la surface de la zone supérieure.

C'est ainsi que de larges surfaces des bancs de la zone inférieure ne sont couvertes par aucune coquille. Dans les basses ou les cuves, les coquilles peuvent au contraire s'accumuler temporairement. Les laisses de mer sont également plus riches en coquilles: pour fixer les idées, 200 par mètre carré, chiffre moyen que j'ai eu l'occasion de relever plusieurs fois.

La plupart des éléments subfossiles consistent en valves isolées de Lamellibranches, presque toujours face externe convexe vers le haut, face interne contre le sable: c'est en effet leur position d'équilibre la plus stable.

Dimensions les plus fréquentes :

Longueur	45 ^{mm} à 61 ^{mm}
Largeur	36 ^{mm} à 49 ^{mm}
Épaisseur de la coquille bivalve	20 ^{mm} à 26 ^{mm}

Donax vittatus D. C. — Test épais de 1 mm. en moyenne.

Dimensions les plus fréquentes :

Longueur	32 ^{mm} à 38 ^{mm}
Largeur	17 ^{mm} à 20 ^{mm}
Épaisseur de la coquille bivalve	9 ^{mm} à 12 ^{mm}

Faunule vivante de la jetée.

Il y a lieu de signaler ici la *Faunule de la jetée et de quelques épaves de bateaux*, car ses éléments peuvent servir à alimenter la faunule subfossile de l'estran.

<i>Mytilus edulis</i> L.	C.C.C.
<i>Littorina radis</i> Maton	C.
<i>Littorina littorea</i> L.	A.C.
<i>Patella vulgata</i> L.	A.C.
<i>Littorina obtusata</i> Gm.	R.R.
<i>Balanus</i>	C.C.C.

Les coquilles bivalves sont moins fréquentes: ce sont alors généralement des *Cardium edule*, plus rarement des *Maetra* (*M. stultorum* et *M. subtruncata*) et des *Tellina* (*T. balthica*, *T. tenuis*, *T. fabula*), plus rarement encore des *Donax*. Presque toujours ces coquilles bivalves, roullées par la mer, sont seulement entr'ouvertes et reposent sur une valve. Il est plus rare d'observer des *Cardium* et des *Tellina* avec valves étalées.

On rencontre assez fréquemment dans les laisses des Hélicidés et des coquilles d'eau douce amenées par l'Aa. Mais ces dernières vont surtout se concentrer, en raison de leur légèreté, dans les laisses de vive eau près du littoral. Les coquilles enfouies dans le sable sont nombreuses, même dans le sable des banes, indice de remaniement fréquent dans la disposition de ceux-ci.

Parmi les coquilles subfossiles de la zone inférieure de l'estran, certaines sont colorées en noir: elles proviennent du remaniement des vases riches en matières organiques qui se déposent dans le prolongement des jetées de l'Aa. On notera la forte proportion de coquilles perforées (voir le tableau I (1)).

Ce sont surtout des *Donax*, et en moins grande proportion des *Tellina* ou des *Maetra subtruncata*, avec perforations cratériformes (2); très exceptionnellement d'autres espèces.

On notera que les coquilles des Prédateurs (principalement *Natica Alderi* dans le cas présent), sont extrêmement rares dans la zone inférieure; en raison de leur forme sphérique très propice au déplacement: elles tendent à se concentrer dans les laisses de haute mer de vive eau.

TABLEAU I. — Pourcentage des coquilles perforées parmi les coquilles échouées sur l'estran.

(1) Coquilles ramassées à marée basse durant la période de morte eau suivant le 31 juillet.

(2) Bien étudiées récemment par P. PELENEER. Comment mangent divers Gastropodes aquatiques. *Ann. Soc. Zool. Belg.* t. LV, 1924, p. 31-43, fig. 1-2.

	zone inf. ^{re}	zone sup. ^{re}
	%	%
<i>Donax vittatus</i> D. C.	30	8
<i>Tellina balthica</i> L.	38	10
<i>Macra subtruncata</i> D. C.	17	4
Divers.	15	3
Pourcentage total	21	8

6. Subdivisions de la zone inférieure.

Trois subdivisions peuvent être établies dans la zone inférieure. Assez constantes dans leurs caractères, elles ne le sont nullement dans leurs limites qui varient avec l'état de la mer, les courants, les vents. Ce sont : la région des basses mers de vive eau, la région des basses mers de morte eau, la région de haute mer de morte eau.

Remarque. — Sur la carte (fig. 2), les subdivisions de la zone inférieure n'ont pas été tracées.

A. — Région des basses mers de vive eau.

C'est la région qui ne se découvre que lors des basses mers de vive eau. Sa limite supérieure se tient approximativement vers la cote 1 m. 50.

Le sédiment dominant est un sable gris verdâtre. Le sable est essentiellement formé de grains de quartz régulièrement calibrés de 0 mm. 150 à 0 mm. 300; en outre, quelques petits grains de silex très roulés de 0 mm. 500 à 1 mm., et rares débris de coquilles; glauconie abondante.

Près des jetées, il se mélange parfois au sable un peu d'argile en grains fins.

Dans cette région vivent :

<i>Donax vittatus</i> D. C.	C.C.
<i>Cardium edule</i> L.	C.C.
<i>Macra stultorum</i> L.	C.C.
<i>Macra subtruncata</i> D. C.	C.C.
<i>Macra solida</i> L.	R.
<i>Tellina balthica</i> L.	A.C.
<i>Synidesmya alba</i> Woodw.	C.C.
<i>Solen ensis</i> L.	R.
<i>Solen siliqua</i> L.	R.

B. — Région des basses mers de morte eau.

C'est la région comprise entre la limite des basses mers

de morte eau et le niveau moyen de la mer. Elle se découvre à chaque marée. Sa limite supérieure (niveau moyen de la mer), très imprécise et très conventionnelle d'ailleurs, est approximativement représentée sur la carte jointe (fig. 2) par la courbe de niveau 3 m.

Le sédiment dominant est un sable gris jaune, assez fin. Il est formé essentiellement de grains de quartz dont les dimensions varient entre 0 mm. 150 et 0 mm. 500. Des grains plus gros se montrent plus rarement. On observe également des silex en grains bien roulés pouvant atteindre 1 mm. à 1 mm. 500 de diamètre. Rares débris de coquilles. Glauconie en abondance.

En somme, le régime de sédimentation est identique à celui de la région plus inférieure; mais des grains de sable et de silex, de calibre relativement considérable, sont ici transportés grâce à l'action journalière de la vague.

Dans cette région, les mollusques vivent encore assez nombreux, surtout près de sa limite inférieure; toutefois les *Donax*, si caractéristiques de la région des basses mers de vive eau, sont ici très exceptionnels.

On observe surtout :

<i>Cardium edule</i> L.	C.C.
<i>Mactra stultorum</i> L.	C.
<i>Mactra subtruncata</i> D. C.	C.C.

C. — Région des hautes mers de morte eau.

C'est la région comprise entre le niveau moyen de la mer et la limite des hautes mers de morte eau. La limite inférieure est imprécise, ainsi qu'il a été dit plus haut; la limite supérieure est au contraire nette: c'est le banc sableux qui sépare la zone inférieure de la zone supérieure.

Le sédiment dominant de cette région est un sable identique à celui de la région précédente, mais enrichi de graviers roulés de silex et contenant une forte proportion de fragments de coquilles.

Les fragments de coquilles atteignent toutes dimensions depuis celles des plus petits grains de quartz jusqu'aux

dimensions des coquilles entières; toutefois, les fragments les plus fréquents atteignent 3 mm. à 5 mm. de diamètre.

Ces fragments de coquilles proviennent principalement des laisses de marée haute des mortes eaux. Une partie des coquilles de ces laisses est reprise par les marées de vive eau et transportée dans la région supérieure; une autre partie se fragmente sur place.

La faune vivante est très pauvre, parfois nulle; on n'observe guère que des *Cardium* qui ont été roulés par la vague et qui attendent d'être repris par la marée suivante; ils s'installent parfois en petit nombre au bord des petites basses de cette sous-région.

7. *Remarques générales relatives à la zone inférieure.*

La zone inférieure est la partie active de l'estran: suivant l'état de la mer et des vents, les sédiments s'y accumulent ou en sont enlevés; elle demeure ainsi à peu près constamment en état d'équilibre morphologique sans variation d'ensemble sensible en étendue et en altitude, quoique ses détails topographiques changent constamment.

C'est l'état de l'estran sur la plus grande partie de nos côtes de la Manche et de la Mer du Nord, où la laisse de mer des vives eaux n'est éloignée que de quelques dizaines de mètres de celle des mortes eaux. La zone inférieure de l'estran de Petit-Fort-Philippe est, en résumé, à elle seule, approximativement identique à l'estran entier de la plupart de nos plages.

II. — Zone supérieure

1. *Limites et caractères généraux.*

La zone supérieure est comprise entre la laisse des hautes mers de morte eau et le littoral. Elle offre une largeur de 1.000 m. près de la jetée E., de 800 m. en face des dunes qui s'élèvent à l'E. de l'agglomération de Petit-Fort-Philippe.

Abstraction faite de la région préducale dont il sera question plus loin, la zone supérieure offre une pente moyenne à peu près nulle: 1 mm. 5 par mètre. Parfois même, notamment après certaines marées de morte eau

par gros temps, le banc de sable limitant les deux zones s'étant élevé, la zone supérieure offre une contre-pente. Les marées de vive eau rétablissent généralement la pente naturelle.

2. Caractères lithologiques.

Les sédiments de la zone supérieure comprennent des sables coquilliers, des sables fins argileux, de la vase argileuse. En outre, en forte proportion, des débris de coquilles anguleux ou peu roulés, de toutes dimensions, principalement de 3 à 7 mm.

Les sables à débris de coquilles se déposent là où la mer est plus agitée; ils sont roux, formés de grains de quartz de 0 mm. 150 à 0 mm. 600; avec assez forte proportion de grains de silex roulés de 0 mm. 150 à 1 mm. 500; glauconie fréquente en rognons de 0 mm. 300 à 0 mm. 500; fins débris de coquilles de 0 mm. 100 ou plus.

Les cailloux roulés plats ou non roulés, atteignant quelques millimètres de diamètre, y sont très rares.

Les sables fins argileux sont doux au toucher, gris verdâtre. Ils se déposent lors des phases particulièrement calmes de la marée. Ils sont formés de grains de quartz de 0 mm. 150 à 0 mm. 300 mélangés à des grains de quartz plus petits de 0 mm. 030 à 0 mm. 080; en outre, de fines particules argileuses; peu de glauconie; peu de débris de coquilles, de 0 mm. 500 à 1 mm. (en particulier débris d'*Hydrobia*).

La vase argileuse est formée de particules argileuses de l'ordre de 0 mm. 001 à 0 mm. 002, enrobant des grains de quartz roulés de 0 mm. 010 à 0 mm. 150; la glauconie est rare, ainsi que les débris de coquilles; quelques Foraminifères et Diatomées.

3. Faune vivante.

Elle ne comprend que :

<i>Cardium edule</i> L.	C.
<i>Tellina balthica</i> L.	A.C.
<i>Hydrobia ulvae</i> Pennant.	C.

En réalité, elle diffère considérablement suivant les régions de la zone supérieure. Aussi, les détails sur cette faunule vivante auront-ils leur place dans l'étude de ces régions.

4. Faune subfossile.

La faune de coquilles échouées à la surface de l'estran ou enfouies dans le sable ou dans la vase est très riche en individus, et beaucoup plus riche en espèces que la faune vivante de la zone inférieure. On lira dans le tableau II la liste des espèces habituellement rencontrées. Certaines d'entre elles sont particulièrement fréquentes. Ce sont surtout : *Donax vittatus* D. C., *Maetra subtruncata* D. C., *Cardium edule* L., *Tellina balthica* L., *Hydrobia ulvae* Pennant.

Les coquilles vides amenées par les marées de vive eau se dispersent à la surface de la zone supérieure en raison de la force du flot, de la direction des vents, du poids des coquilles, de la prise qu'elles offrent au flot. Il n'y a pas de règle absolue dans la répartition et la position des diverses coquilles. Pourtant certains dispositifs sont plus fréquemment réalisés : ils seront passés en revue au cours de l'étude des différentes régions de la zone supérieure.

5. Subdivisions de la zone supérieure

Trois régions peuvent être distinguées dans la zone supérieure : la région vaseuse, la région sablo-argileuse et la région préducale.

A. — Région sablo-argileuse (fig. 2 : A).

a) *Limites et caractères généraux.* — C'est la région recouverte à peu près dans toute son étendue lors des hautes mers de vive eau. Elle est à peu près plate : les données relatives à la pente générale de la zone supérieure s'appliquent très exactement à cette région qui occupe, à quelques mètres près, toute la largeur de la zone supérieure.

TABEAU II - Répartition des Mollusques à l'état vivant et à l'état subfossile sur l'estran de Petit-Fort-Philippe

	FAUNE VIVANTE	FAUNE SUBFOSSILE		
		ZONE INF.	ZONE SUP.	
			A - B Régions sablo-arg. et vaseuse	C Région prédominante — Cord. litt.
1	2	3	4	
<i>Nucula nucleus</i> L.	—	R	AR	R
<i>Arca lactea</i> L.	—	RR	RR	R
<i>Pectunculus glycymeris</i> L.	—	RR	RR	RR
<i>Modiola modiolus</i> L.	—	RR	RR	RR
<i>Mytilus edulis</i> L.	CCC	R	C	R
<i>Pecten varius</i> L.	—	R	AC	R
<i>Ostrea edulis</i> L.	—	RR	RR	RR
<i>Tapes pullastra</i> Mont.	—	RR	R	RR
<i>Petricola pholadiformis</i> L.	—	RR	RR	RR
<i>Cardium norvegicum</i> Spengl	—	R	AR	RR
<i>Cardium edule</i> L.	CCC	CC	CCC	C
<i>Tellina balthica</i> L.	C	AC	CC	AC
<i>Tellina tenuis</i> D.C.	—	AC	CC	AC
<i>Tellina fabula</i> Gm.	—	AR	C	AR
<i>Synedmya alba</i> Ww.	AC	AR	AC	C
<i>Scrobicularia plana</i> D.C.	—	R	R	RR
<i>Mactra stultorum</i> L.	C	AC	CC	B
<i>Mactra solida</i> L.	RR	R	AC	RR
<i>Mactra subtruncata</i> D.C.	CC	CC	CCC	R
<i>Donax vittatus</i> D.C.	C	CC	CCC	B
<i>Solen siliqua</i> L.	RR	R	AC	R
<i>Solen ensis</i> L.	RR	R	R	R
<i>Solen vagina</i> Penn.	—	—	RR	—

	1	2	3	4
<i>Barnea candida</i> L.	—	R	AC	R
<i>Zirphæa crispata</i> L.	—	RR	RR	—
<i>Mya truncata</i> L.	—	RR	RR	—
<i>Fissurella reticulata</i> D C.	—	RR	AC	RR
<i>Acmæa virginea</i> Müll.	—	RR	—	—
<i>Patella vulgata</i> L.	AC*	RR	R	—
<i>Trochus zizyphinus</i> L.	—	RR	R	R
<i>Trochus magus</i> L.	—	RR	RR	RR
<i>Trochus cinerarius</i> L.	—	RR	R	AC
<i>Trochus obliquatus</i> Gm.	—	RR	R	AC
<i>Trochus tumidus</i> Mont.	—	RR	R	R
<i>Littorina littorea</i> L.	AC*	RR	RR	R
<i>Littorina rudis</i> Mat.	C*	RR	RR	AC
<i>Littorina obtusata</i> L.	RR*	RR	RR	RR
<i>Natica Alderi</i> Forbes.	—	R	R	AC
<i>Natica monilifera</i> Lamk.	—	RR	RR	R
<i>Cypræa europæa</i> Mont.	—	RR	R	C
<i>Scalaria communis</i> Lamk.	—	AC	AC	C
<i>Buccinum undatum</i> L.	—	AC	C	C
<i>Nassa reticulata</i> L.	—	RR	R	C
<i>Murex erinaceus</i> L.	—	RR	RR	RR
<i>Purpura lapillus</i> L.	—	AR	AC	AC
<i>Hydrobia ulxæ</i> Penn.	CCC	AC	C	CCC
<i>Utriculus truncatus</i> Mont.	—	—	RR	R
<i>Utriculus obtusus</i> Mont.	—	—	RR	C
<i>Dentalium vulgare</i> D.C.	—	—	RR	—
<i>Sepia officinalis</i> L.	—	AC	AC	C
<i>Coquilles fluviatiles ou terrestres</i>	—	R	RR	AC

* L'astérisque désigne les mollusques vivants fixés sur la jetée ou sur les épaves.

La limite inférieure de la région est celle de la zone supérieure elle-même; sa limite supérieure, qui correspond sensiblement à la cote marine 6 m. 50, s'éloigne peu du littoral: 10 à 50 m. en général. A l'W. elle passe peu à peu à la région vaseuse. A l'E. cette région s'étend jusqu'à la pointe de Gravelines (ou pointe du Clipon), soit sur 6 km de front de mer environ, sans modification sensible.

Elle se tient vers la cote moyenne 6 m.

En période de vive eau (soit une semaine environ), lorsque la marée monte, une mince lame d'eau, épaisse seulement de quelques centimètres, s'étale doucement et silencieusement sur la région, activée parfois par les vents d'W. ou les vents du N.; elle pousse devant elle une lisière de vase et une laisse de très légères épaves. A marée haute, tout ou partie de la région est couvert de quelques décimètres d'eau généralement calme, les grosses vagues restant localisées au banc limite de la zone inférieure. Aussi l'action érosive de la mer est nulle dans la région. Lorsque la mer baisse, en raison de l'imperméabilité du fond, il reste sur une grande partie de la région de nombreuses flaques d'eau d'épaisseur infime.

En période de morte eau (soit une semaine environ) par temps sec, la région s'assèche en 24 heures et prend l'aspect d'une plaine sableuse marquée de ripple-marks. Celles-ci s'estompent ou se modifient peu à peu sous l'action du vent. En période pluvieuse, des flaques d'eau demeurent çà et là.

b) *Caractères lithologiques.* — Les sédiments de cette région comprennent des sables fins argileux et des sables coquilliers (voir p. 296 les caractères de ces sédiments). De très rares galets de silex de 3 à 5 mm. peuvent être observés parfois dans les sables coquilliers.

Toutes les coquilles subfossiles de la plage sont représentées; parmi les fragments de coquilles des sables coquilliers, les fragments de *Donax* sont toutefois les plus fréquents; nombreuses pièces de *Balanus*; *Hydrobia* pres-

qu'intactes, fragments de tests d'*Echinocardium*, d'*Echinocyamus*, radioles de *Stonylocentrotus*, extrémités d'appendices de Crabes.

c) *Disposition des sables et des argiles.* — Après la période de vive eau, les sables fins argileux sont disposés en lames de 1 à 2 cm. d'épaisseur, en larges surfaces horizontales; ces plages sont peu ou pas impressionnées de ripple-marks. Les sables à débris de coquilles sont disposés en amas d'épaisseur assez irrégulière (de plusieurs centimètres à 25 ou 30 cm.). La surface de ces amas est généralement impressionnée de fines ripple-marks.

d) *Modification à cette disposition sous l'action des agents atmosphériques.* — Au cours de la période de morte eau, la pluie et le vent agissent sur ces sédiments:

La pluie tend à atténuer les ripple-marks et à dégager les coquilles et débris de coquilles inclus dans le sable en entraînant celui-ci.

Le vent peu intense tend à dégager, par *déflation*, les coquilles contenues dans le sable; plus intense, il mobilise le sable et, dans une certaine mesure, les coquilles: l'estran « fume » de poussière sableuse (1). Par vent N. ou N.E. l'estran tend à s'enrichir de sable tout en enrichissant lui-même la dune. Par vent N.W. ou S.W., le sable est transporté soit vers la dune, soit le long de l'estran; or, les jetées empêchent tout apport nouveau: en quelques jours de vents du secteur W., de larges surfaces argileuses apparaissent, décapées de sable. Si l'action du même vent continue, le sable se localise en minuscules petites dunes blanches ou brunes hautes de quelques centimètres, tranchant nettement sur le reste de l'estran qui est gris-noir ou gris-verdâtre. Le sable peut même disparaître totalement sur de très larges surfaces. La marée de vive eau suivante ramènera d'ailleurs du sable provenant de la zone inférieure.

(1) L'estran « fume » également à la surface des bancs les plus élevés de la zone inférieure par les grands vents W. ou E., mais le déplacement du sable ne produit pas de modification sensible dans l'aspect de l'estran qui est entièrement sableux.

La résultante de tous ces déplacements est une translation du sable vers l'E., en raison de la prédominance des vents du secteur W. (1). Le sable va nourrir les dunes de la Pointe de Gravelines et de Loon.

Le sable argileux résiste aisément à l'action du vent; pourtant si cette action est très violente, lors des gros temps par secteur W., il subit la *corrasion*. On observe alors la formation de cannelures profondes de 1 à 3 cm., rappelant, en miniature, les *jardangs* (2). Mais il est très rare qu'une lame sablo-argileuse soit entièrement détruite par le vent. Habituellement, le sable argileux protège le sable coquillier qu'il recouvre: il a un rôle fixateur. En fait, en sondant l'estran on trouve des couches alternantes de sable coquillier et de sable argileux épaisses chacune de 1 à 3 centimètres.

c) *Faune vivante*. — La région sablo-argileuse n'est pas favorable au développement des Mollusques; elle est presque totalement abiotique d'ailleurs. On ne trouve guère que de rares *Cardium* près de sa limite inférieure, roulés vivants par la vague; ils ne se fixent d'ailleurs pas. Quelques *Hydrobia* provenant de la région vaseuse, amenés par les courants, se maintiennent en période pluvieuse, rampant sur les coquilles échouées.

f) *Faune subfossile*. — La faune de coquilles vides échouées est donnée dans le tableau II.

« La grosse masse de coquilles tend à s'accumuler dans les parties inférieures de la région sablo-argileuse avec le sable à fragments de coquilles. Après les marées de vive eau, on observe ainsi des plages très riches en coquilles, surtout si une pluie ou un vent faible ont dé-

(1) PLOCQ, *loc. cit.*, p. 116-117, signale, sur 1.096 journées d'observations: 661 jours de vents du secteur W. contre 435 jours du secteur E.; sur 22 coups de vents ou tempêtes, 18 du secteur W.

(2) L'aspect des plaques sablo-argileuses de l'estran est en cette circonstance (toutes proportions gardées) celui de la photographie publiée dans: E. DE MARTONNE. *Traité de Géographie physique*, 4^e éd., tome II, 1926, pl. XL1A.

gagé les coquilles du sable qui les recouvrait en partie; ces plages, un peu en relief sur les surfaces voisines, apparaissent de loin comme de petits monticules blancs. Sur l'une d'elles, j'ai pu compter jusqu'à 750 coquilles par mètre carré (tableau III).

TABLEAU III. — Répartition par espèces, de 750 coquilles échouées sur 1 mètre carré d'estran (région moyenne de la Zone supérieure) en Août 1926.

	Nombre	%
<i>Donax vittatus</i>	350	46,6
<i>Macra subtruncata</i>	166	22,1
<i>Cardium edule</i>	161	21,4
<i>Tellina balthica</i>	27	3,6
Divers.	46	6,1
Total	750	

Ces coquilles échouées sont principalement des valves dépareillées de Lamellibranches, et, dans une faible proportion quelques coquilles bivalves.

Presque toutes les valves dépareillées sont posées face interne contre le sable, face externe convexe vers le haut, position d'équilibre la plus stable (tableau IV).

TABLEAU IV. — Répartition pour cent de valves dépareillées, échouées face externe vers le haut et face externe vers le bas, dans la région moyenne de la Zone supérieure de l'estran en Août 1926

	f. externe vers le haut	f. externe sur le sable
	%	%
<i>Donax vittatus</i>	94	6
<i>Macra subtruncata</i>	94	6
<i>Cardium edule</i>	97	3
<i>Tellina balthica</i>	98	2

Les espèces bivalves sont relativement rares :

Donax vittatus D. C. ne se présente que très exceptionnellement bivalve; ceci s'explique aisément par le peu de résistance qu'offre son ligament. Les valves récoltées présentent des teintes extrêmement variées et des dimensions différant d'ailleurs de manière assez considérable de celles des individus vivant dans la zone inférieure.

Macra subtruncata D. C. Mêmes remarques que pour *Donax vittatus*.

Cardium edule L. est assez fréquemment bivalve. Les coquilles roulées jusqu'ici s'ouvrent peu à peu à la suite de rétraction du ligament, qui est assez vigoureux chez cette espèce. La coquille se présente alors généralement avec les deux valves écartées reposant sur le sable par la face interne, la face externe vers le haut. L'intérieur de la coquille est en grande partie moulé par le sable. Les *Cardium edule* subfossiles sont, pour la plupart identiques à ceux qui vivent dans la zone inférieure.

Tellina balthica L. est parfois bivalve, le ligament étant assez résistant. En ce cas, la coquille est entr'ouverte, reposant sur une des valves à demi remplie de sable, plus souvent étalée comme celle des *Cardium edule* L. Les *Tellina balthica* L. subfossiles présentent de grandes variations de forme et de coloration.

Mytilus edulis L. assez peu commun, se présente presque toujours à l'état bivalve. Les deux valves sont écartées en toit et reposent sur le bord palléal, la charnière en haut. Très peu de sable dans la coquille.

Solen ensis L. et *Solen siliqua* L. assez peu communs, mais se présentant souvent avec les deux valves étalées, entr'ouvertes ou fermées et en dernier cas contenant un peu de sable.

Macra stultorum L. Assez peu commun, d'ailleurs ne se présente guère qu'à l'état de valves dépareillées.

β Vers la partie haute de la zone supérieure, les coquilles se raréfient. Pourtant, certaines d'entre elles ou certains tests, plus légers ou donnant plus facilement prise à l'eau, y sont relativement fréquents, en particulier *Tellina fabula* Gm. et *Tellina tenuis* D. C. qui sont très légères, souvent bivalves et, en ce cas, se présentent comme *Tellina balthica*.

Macra stultorum L. à l'état bivalve. Par suite de la disposition du ligament, très vigoureux, les coquilles de cette espèce ne peuvent que s'entr'ouvrir légèrement à la mort de l'animal; poussée par le flot ou le vent, agissant sur la valve supérieure, elle glisse sur sa valve infé-

rieure. La coquille bivalve chemine ainsi plus loin que les valves dépareillées. Elle repose toujours sur une valve, l'autre légèrement soulevée. Elle est pleine de sable.

Après les coups de vent du Nord notamment on trouve échouées en très grande quantité des coquilles de *Buccinum undatum* L. Mais elles ne demeurent pas longtemps en cette place; elles sont reprises par les courants habituels et poussées soit vers le large, soit vers la Pointe de Gravelines, d'autres vers le cordon littoral.

C'est également dans cette partie de l'estran que se trouvent le plus fréquemment les carapaces de Crabes (*Carcinus moenas* L. principalement) et des fragments de ces Crabes.

Les coquilles les plus légères ou les plus arrondies sont transportées le plus loin et viennent se concentrer près du littoral dans les laisses de marée haute, parmi les fragments d'algues, les scories et les diverses épaves. C'est surtout là qu'on trouve, parfois en abondance, des coquilles peu communes ou presque introuvables ailleurs: *Syn-desmya alba* Woodw., *Scalaria communis* Lamk., *Cypraea europaea* Mont., *Nassa reticulata* L., les divers petits *Trochus*, les *Natica*, les *Utriculus*, et d'une façon générale les jeunes coquilles de toutes les espèces rencontrées ailleurs, les tests d'*Echinocyamus pusillus* O. F. Müll, les petits sépions de *Sepia officinalis* L., les petits débris de Crustacés, les Hélicidés et les divers petits Mollusques d'eau douce (1).

g) *Remarque sur la répartition des valves de Lamelli-branches perforées.* — Une remarque s'impose ici: Les

(1) Liste des espèces terrestres et fluviatiles les plus fréquemment observées, par ordre de fréquence: *Bythinia tentaculata* L., c. — *Limnaea palustris* Müll., ac. — *L. limosa* L. et *L. vulgaris* Pf., ac. — *Planorbis corneus* L., r. — *Theodoxia fluviatilis* L., r. — *Valvata piscinalis* Müll., r. — *Planorbis umbilicatus* Müll., r. — *Pl. carinatus* Müll., r. — *Vivipara contectu* Mill., r. — *V. fasciata* Müll., r. — *Helix nemoralis* L., r. — *H. aspersa* Müll., rr. — *Sphaerium rivalis* Drap., rr. — *Unio rostratus* Lamk., rr.

valves de Lamellibranches perforées ont une fréquence relative moins élevée dans la zone supérieure que dans la zone inférieure (voir la statistique présentée dans le tableau I). Les chiffres donnés dans ce tableau sont établis d'après des observations faites au début d'août 1926, mais j'ai vérifié le fait lui-même à de nombreuses reprises. Les valves perforées sont aussi résistantes que les valves entières; quand on les brise, il est rare que la cassure passe par la perforation qui, en raison de sa régularité, ne constitue pas un défaut de résistance appréciable dans l'architecture de la valve. Si donc il y a relativement moins de valves perforées échouées dans la zone supérieure, ce ne peut être parce qu'elles ont été brisées en chemin en plus grand nombre que les valves non perforées. J'attribue ce fait à la faculté de prise au flot: Dans la zone inférieure où les coquilles cheminent surtout en roulant sur le sable sous la poussée des lames, toutes les coquilles, perforées ou non, donnent également prise au flot. Dans la zone supérieure, au contraire, les lames ont peu d'action directe; les coquilles sont doucement déplacées par l'eau très légèrement agitée (celles qui ont la face interne vers le haut comme de petites nacelles, celles qui ont la face externe vers le haut comme des flotteurs, grâce à un peu d'air emmagasiné) et sont ainsi très aisément soulevées par la mince lame d'eau de la marée montante; toutes sombrent bientôt quand cette lame devient plus épaisse; mais les valves perforées sombrent plus vite, quelle que soit leur position; les valves intactes sont transportées plus rapidement que les valves perforées; un tri s'opère ainsi peu à peu.

B. — *Région vaseuse* (fig. 2: B).

a) *Limites, aspect et caractères lithologiques.* — Cette région n'occupe au voisinage de la jetée E qu'une faible étendue approximativement évaluable à 25 hectares.

Son altitude moyenne n'est que de 5 m.; de sorte qu'elle est couverte en partie par les plus fortes marées de morte eau.

Les sédiments qui s'y déposent sont, comme dans la région sablo-argileuse, des sables coquilliers, des sables argileux et, en outre, de la vase argileuse en forte proportion.

A marée haute, lors des plus fortes mortes eaux, un petit golfe s'emplit de quelques décimètres d'eau; lors des vives eaux, la région vaseuse est entièrement couverte d'eau sur une épaisseur qui peut avoisiner 1 m.; de petites vagues s'y dessinent. Le fond est une vase, d'ailleurs insuffisamment épaisse pour qu'on s'y enlise.

En période de morte eau, la partie non inondée de la région présente de larges plages grises, où la vase desséchée, épaisse de 1 à 2 cm., tend à se fragmenter en petites cupules. Ce phénomène est ici peu prononcé; on le verra prendre plus d'ampleur à Grand-Fort-Philippe. Les jours de pluie se maintiennent de nombreuses flaques d'eau.

b) *Faune vivante*. — La région vaseuse est habitée, au moins dans sa partie inférieure, par une faunule assez dense en individus, composée de *Cardium edule* très abondant, et *Tellina balthica*.

La nature du fond et la constante imprégnation d'eau de mer, permettent le développement de ces espèces, qui ne sauraient vivre dans la région sablo-argileuse mise à sec pendant une semaine sur deux. Ces deux espèces (1) se

(1) *Cardium edule*. — Coquille subcirculaire ou subtriangulaire; côtes arrondies ou un peu anguleuses, à crêtes transverses généralement bien indiquées; coquille blanche, rarement colorée dans la région des crochets, épaisse de 1 mm. à 1 mm. 5.

Dimensions les plus fréquentes :

Longueur	22 ^{mm} à 32 ^{mm}
Largeur	20 ^{mm} à 27 ^{mm}
Épaisseur de la coquille bivalve	13 ^{mm} à 21 ^{mm}
Nombre de côtes	23 à 26

Tellina balthica. — Coquille petite, colorée ou blanche, à bandes colorées peu marquées, subcirculaire ou subtriangulaire peu rostrée à l'arrière. Test épais de 0 mm. 5 en moyenne.

Dimensions les plus fréquentes :

Longueur	14 ^{mm} à 19 ^{mm}
Largeur	11 ^{mm} à 16 ^{mm}
Épaisseur de la coquille bivalve	5 ^{mm} à 8 ^{mm}

présentent d'ailleurs avec des caractères un peu différents de ceux des mêmes espèces habitant la zone inférieure.

Vivent aussi en abondance des *Hydrobia ulvae*, souvent rassemblées à la faveur de la marée en petits amas où elles subsistent grâce à quelques pluies en période de morte eau (1). Si la sécheresse est trop considérable, les individus meurent.

c) *Faune subfossile*. — Dans l'ensemble des caractères généraux, la disposition et la répartition de ses éléments sont identiques à ceux de la région sablo-argileuse. Pourtant, ici, en raison des venues plus fréquentes de la marée, les coquilles vides sont davantage concentrées sur le cordon littoral de la zone préducale.

C. -- *Région préducale* (fig. 2: C).

La région préducale est une étroite bande (10 à 50 m.) qui longe le pied de la dune et qui ne diffère de la zone supérieure que par quelques caractères accessoires. Cette région n'est visitée par la mer que par les fortes marées de vive eau exceptionnelles: soit que le vent du N., particulièrement violent, pousse des lames d'eau vers la dune, soit que le coefficient de la marée soit particulièrement élevé lors des équinoxes. Ainsi, la mer peut atteindre la cote (marine) 6 m. 70.

La région préducale offre une pente plus ou moins inclinée. Dans la partie balnéaire de l'estran, là où la région n'a que quelques mètres de large, cette pente est très prononcée et on ne peut guère la distinguer de celle de la dune proprement dite. Plus à l'E., la pente de la région préducale est à peine plus sensible que celle de la région immédiatement inférieure.

La région préducale est essentiellement couverte de sable coquillier, assez identique à celui de la région sablo-argileuse mais pourtant moins riche, en général, en débris de

(1) Mais ces amas sont beaucoup moins nombreux et moins riches que sur l'estran de Grand-Fort-Philippe.

coquilles de grandes dimensions. Ceci est dû à un tri d'origine éolienne.

De la vase sableuse ou argileuse est amenée, en très petite quantité, par les plus fortes marées et se dépose alors en une étroite laisse de mer; elle est trop peu abondante pour demeurer et jouer dans la région prédunale le rôle agglutinant qu'elle joue dans la région sablo-argileuse; ou lavée par la pluie, ou desséchée par le vent, elle est toujours, en définitive, fragmentée en poussières et balayée vers l'E. avec le sable.

La faune marine vivante de la zone prédunale est pratiquement nulle, au moins en ce qui concerne les Mollusques: les quelques *Hydrobia* susceptibles d'être amenés si haut par les grosses mers ne peuvent se maintenir.

La faune de coquilles échouées est, dans l'ensemble, celle de la région sablo-argileuse, avec pourcentage élevé de coquilles rondes ou légères. Le cordon littoral qui s'installe en effet, lors des très hautes marées de vive eau dans la région prédunale ne diffère pas de celui que l'on peut observer lors des hautes marées moyennes à la limite de la zone sablo-vaseuse.

Lorsque les grosses marées extraordinaires ont lieu par gros temps, de nombreuses épaves peuvent s'accumuler en un cordon littoral dans la région prédunale: outre les très nombreuses coquilles, les cadavres d'animaux divers (notamment d'oiseaux de mers), les scories, le bois, le liège, et les innombrables produits naturels ou artificiels que l'homme jette à la mer, des navires ou de la côte.

La végétation dunale est susceptible de s'installer, l'été, dans la région prédunale entre deux périodes de grandes marées. Les quelques plantes qui s'aventurent ainsi sur le sable de cette région ne résistent pas aux grandes marées: c'est pour cette raison que la région prédunale doit encore être considérée comme appartenant au domaine maritime.

CHAPITRE III. — L'ESTRAN DEVANT GRAND-FORT-PHILIPPE

A l'W. du chenal du port de Gravelines, l'unité de l'estran est rompue par le système de digues et de dunes des nouveaux polders d'Oye. Ces dunes étaient, il y a deux ans encore, des dunes d'estran développées approximativement près de la limite inférieure de la zone supérieure de l'estran, celle-ci n'étant plus visitée par la mer que lors des marées d'équinoxes.

Les dunes ont été réunies par des digues et, depuis 1925, la zone supérieure de l'estran fait partie du continent sur une longueur de front de mer de plus de 2 km., entre Grand-Fort-Philippe et le Casino d'Oye (fig. 1).

En face de ce nouveau polder d'Oye, l'estran est donc réduit actuellement à sa seule zone inférieure.

A l'W. du Casino d'Oye, on observe jusqu'aux abords de Calais un large estran sablo-argileux présentant ses deux zones et rappelant beaucoup l'estran de Petit-Fort-Philippe.

Je ne décrirai ici que l'estran de Grand-Fort-Philippe, c'est-à-dire la partie de l'estran limitée à l'E. par la jetée W. du port de Gravelines ou jetée du Grand-Fort, et à l'W. par les dunes du nouveau cap d'Oye. La description en sera d'ailleurs très courte, car beaucoup des caractères de l'estran sont communs à celui de Petit-Fort-Philippe.

Je ne mentionnerai donc ici que les particularités propres à l'estran de Grand-Fort.

Il atteint 1.500 m. de développement. La zone inférieure et la zone supérieure y sont bien distinctes (fig. 2).

I. — Zone inférieure

Aucune particularité importante ne la distingue de la zone inférieure de l'estran de Petit-Fort-Philippe. Même étendue, même subdivision, même sédimentation, mêmes caractères biologiques, même faune subfossile.

On notera la présence fréquente de petites masses de vase amenée du chenal, roulée en petits galets allongés. Ces petits galets, malgré leur peu de consistance résistent

pendant un certain temps à la vague; la plupart sont délayés dans l'eau, d'autres transportés dans la zone supérieure où ils se dessèchent et durcissent en période de morte eau; certains sont ensablés sur place dans la zone inférieure.

A la région des basses mers de vive eau se rattachent des bancs formant flèche vers le N.E. au-devant du chenal.

La zone inférieure se prolonge vers le large par des fonds identiques à ceux qui ont été décrits à propos de l'estran de Petit-Fort: ils sont plus réguliers cependant, aucun bane n'existant ici entre le littoral et les fonds de 10 m. La nature du fond est sableuse ou sablo-vaseuse avec ou sans coquilles.

II. — Zone supérieure

La zone supérieure diffère de la même zone à Petit-Fort-Philippe par une exagération de la sédimentation vaseuse. On peut y tenter trois subdivisions: région sablo-argileuse, région argileuse et région herbeuse (fig. 2).

A. — Région sablo-argileuse (fig. 2: A').

a) *Limites et caractères généraux.* — C'est une zone de passage entre la zone inférieure sableuse et les régions plus élevées où la vase domine, au voisinage de la cote marine 5.

Elle varie en étendue de 100 à 300 m.; mais sa limite supérieure ne peut être tracée.

Les plus fortes marées de morte eau, aidées du vent du N.W. peuvent en partie couvrir la région; il en résulte qu'elle reste mouillée pendant la plus grande partie de la période de morte eau.

b) *Caractères lithologiques.* — Les sédiments qu'on y rencontre sont des plus variés: ce sont des graviers, des sables, de l'argile, le tout en petits lits alternants, parfois mélangés dans un même lit.

La présence de graviers est due au cap d'Oye qui s'avance à l'W. de l'estran de Grand-Fort-Philippe juste-

ment à la limite de la zone supérieure et de la zone inférieure. Les rares petits cailloux d'origine naturelle ou artificielle qui peuvent se trouver épars sur l'estran entre Calais et le cap d'Oye sont peu à peu rassemblés par les courants et jetés par la mer en une flèche dont la racine est au cap d'Oye. C'est l'embryon d'un cordon littoral analogue à celui des Pierrettes, par exemple, entre Sangatte et Calais; mais ici les éléments lourds qui peuvent prendre part à sa constitution sont très petits et surtout peu abondants. La quantité de sable et d'argile qui s'accumule dans la zone supérieure est de beaucoup plus considérable et recouvre les petits cailloux au fur et à mesure de leur dépôt. Ces graviers peuvent atteindre 2 à 3 cm. de diamètre, mais ils sont généralement plus petits. Certains sont roulés: ils ont une origine plus ou moins lointaine; d'autres sont restés anguleux. Les graviers sont le plus fréquemment en silex. On reconnaît aussi quelques substances naturelles ou artificielles employées comme matériaux de construction aux environs de Grand-Fort-Philippe: calcaires primaires du Boulonnais, brique rouge ou brique jaune.

Le sable est grossier, formé d'éléments divers et de calibre très varié: grains de quartz incolores bien roulés et grains de silex de 0 mm. 100 à 1 mm., fragments de coquilles de 0 mm. 100 à 2 ou 3 mm., grains de glauconie de 0 mm. 100 à 0 mm. 300, grains de quartz peu roulés de 0 mm. 010 à 0 mm. 30, fines particules argileuses. Quelques rares Foraminifères et fragments d'*Hydrobia*.

L'argile ne se dépose pas ici en lits bien délimités: elle s'incorpore au sable dont elle agglomère les grains. Certains lits sont plus riches en argile que d'autres.

c) *Faune vivante*. — Les Mollusques peuvent y vivre aisément. Ce ne sont d'ailleurs que *Cardium edule*, très commun, et *Tellina balthica*, assez commun (1).

(1) Observations sur les caractères de ces deux espèces à Grand-Fort-Philippe :

Cardium edule L., qui pullule parfois, est représenté par

B. — *Région vaseuse* (fig. 2: B').

Elle couvre la majeure partie de la zone supérieure (1)
Aux marées hautes de vive eau, l'eau y est moins épaisse
qu'à Petit-Fort-Philippe: quelques décimètres en général.
La sédimentation y est très active: il s'y dépose du sable
coquillier et de la vase argileuse.

Le sable coquillier est formé de grains de quartz assez
gros: 0 mm. 300 à 0 mm. 600 en général, de petits grains
de silex et des débris de coquilles de même dimension.
Glauconie peu abondante. Rares Foraminifères. Dans ce
sable sont contenus des débris de coquilles de toutes di-
mensions; ceux de 3 à 5 mm. environ sont les plus fré-
quents.

La vase argileuse, facilement délayable à chaque marée,
plus ou moins sèche et dure en période de morte eau,
ressemble à celle de la zone vaseuse de Petit-Fort, mais
elle est beaucoup plus abondante. Elle couvre ici des sur-
faces très étendues.

Elle est formée d'une pâte argileuse à grains fins de
l'ordre de 0 mm. 001 à 0 mm. 002, agglutinant des grains
de quartz plus ou moins roulés de 0 mm. 010 à 0 mm. 200.
Glauconie et débris de coquilles rares. Quelques Forami-
nifères et des Diatomées.

La vase argileuse forme par places des lits de 10 cm.
à 15 cm. d'épaisseur, dans lesquels la marche est désa-
gréable lors des périodes de vive eau, ou même en période
de morte eau par temps pluvieux.

Après dessiccation, elle se présente sous forme d'argile

la forme qui habite la région vaseuse à Petit-Fort-Philippe.

Tellina balthica L. est représentée par une forme voisine de
celle qui vit dans la région vaseuse de Petit-Fort-Philippe, mais
avec dimensions en général plus petites encore :

Longueur	9 ^{mm} à 15 ^{mm}
Largeur	7 ^{mm} à 12 ^{mm}
Épaisseur de la coquille bivalve	3 ^{mm} 5 à 6 ^{mm}

(1) Il en résulte que Grand-Fort-Philippe ne peut avoir, dans
l'état actuel des choses aucune prétention à la situation de
station balnéaire.

gris-verdâtre à stratification lamellaire, les lamelles ayant 0 cm. 5 à 2 cm. d'épaisseur.

Par temps très sec, l'argile est soumise à une cupulation très marquée. Les cupules de dessiccation sont subpolygonales; elles se détachent fréquemment de l'estran à la faveur d'un délit un peu sableux; on observe ainsi des cupules libres de 5 cm. de diamètre moyen sur 1 à 2 cm. d'épaisseur. Lorsque les marées de vive eau surviennent après une période de temps sec, les cupules sont soulevées et transformées en galets argileux ovoïdes aplatis dont les dimensions moyennes les plus fréquentes sont: longueur, 30 mm.; largeur, 15 mm.; épaisseur, 10 mm.

Les galets roulent facilement sous l'action de la faible vague qui vient mourir sur la plage et sont transportés jusqu'à la laisse de haute mer.

Vers le centre de la région s'installent des algues vertes, dont le feutrage retient à la fois l'eau de mer et l'eau de pluie, parmi lesquelles se développe en grande abondance *Hydrobia ulvae*.

Les *Hydrobia* forment parfois des amas épais dans les petites flaques d'eau. Leurs coquilles vides sont accumulées en masses dans la laisse de la haute mer de vive eau.

C. — Région herbeuse (fig. 2: C').

Au voisinage du littoral, sur une largeur variant entre quelques mètres et 100 m., la végétation s'installe. C'est un pré-salé, mais qui n'est pas identique aux schorres des estuaires.

La schorre typique comprend toute la région d'un estuaire, inondée seulement en vive eau par de l'eau plus ou moins saumâtre; elle s'oppose à une slikke qui, bien que couverte par les marées de morte eau, voit se développer une végétation spéciale à la faveur d'une dessalure relativement accentuée de l'eau qui la recouvre (1).

(1)Le domaine qui correspond, par rapport aux jeux des marées, à la slikke des estuaires, n'est autre ici que la zone inférieure de l'estran, entièrement sableuse et couverte par l'eau de mer ne présentant qu'une dessalure insignifiante, sinon nulle.

Ici, la végétation s'installe aux endroits où la mer ne s'avance plus en vive eau ordinaire; les quelques touffes végétales qui réussissent à se fixer, résistent d'ailleurs très bien aux marées de vive eau extraordinaires, à la différence de ce qui se passe dans la région préducale de Petit-Fort-Philippe. Cela tient à ce que les racines sont installées sur sol argileux et à ce que l'eau des marées de vive eau extraordinaires n'a qu'une épaisseur et un pouvoir mécanique très faibles. Les plantes déjà installées, retiennent un peu de sable en petits amas sur lesquels la végétation peut alors se propager activement (1). On trouve ainsi des touffes herbeuses isolées; puis plus près du littoral des touffes coalescentes; plus près encore un pré continu.

Cette partie de l'estran peut être considérée comme faisant partie du domaine continental.

Pourtant, si les marées de vive eau ordinaires viennent déposer leur laisse au pied des touffes du pré salé, les marées de vive eau extraordinaires l'envoient par-dessus le pré salé et y constituent un petit cordon littoral.

Ce cordon littoral, épais de quelques centimètres, large de 1 à 2 m., est surtout formé de débris de coquilles rarement plus grands que 5 mm. de diamètre, souvent roulés en petits galets; en outre, des galets d'argile et des coquilles entières parmi lesquelles dominent :

Hydrobia ulvae Pennant.
Maetra subtruncata D. C.
Cardium edule L.
Donax vittatus D. C.
Tellina balthica L.

Les Gastéropodes et les coquilles d'eau douce sont éga-

(1) M. HOCQUETTE qui a étudié la flore du littoral de la Mer du Nord dans un important mémoire: Etude de la végétation et de la flore du littoral de la Mer du Nord entre Nieuport et Sangatte, *Archives de Botanique*, Caen (en cours de publication) a bien voulu me communiquer ses observations relatives à cette partie de l'estran de Grand-Fort-Philippe: la végétation qui s'y développe comprend à la fois des plantes de schorre et des plantes de dune. (Note ajoutée au cours d'impression).

lement fréquents (voir à ce sujet ce qui a été dit à propos du cordon littoral de Petit-Fort-Philippe).

Lorsque ce cordon littoral a dépassé la zone herbeuse, il s'applique contre la digue ou contre les amas d'immondices que le service de la voirie de Grand-Fort-Philippe rejette près de la jetée et que la mer ne balaye même plus (fig. 2: R).

Il ne se produit aucun essai de formation de dune: le peu de sable éolien transporté par les vents du N. est fixé par les plantes de la zone herbeuse; celui qui est transporté par les vents d'W. ou N.W. s'arrête momentanément contre la jetée puis la dépasse pour tomber dans le chenal.

CHAPITRE IV. — CONCLUSIONS

I. — Les formations actuelles de l'estran de Gravelines offrent sur une faible étendue, d'importantes variations de facies lithologique et paléontologique:

a — dans la zone inférieure, la plus éloignée du rivage, dominant des *sables à débris de coquilles peu abondants*;

b — dans la zone supérieure, peu éloignée du rivage, les sédiments consistent en couches alternantes de *sables coquilliers* et de *sables argileux*; les fossiles caractéristiques sont des *Lamellibranches*;

c — contre le littoral même, dominant des *sables coquilliers*; les fossiles caractéristiques sont des *Gastéropodes*.

II. — L'estran de Petit-Fort-Philippe est en voie d'atterrissement, mais il n'a pas échappé encore à l'action de la mer. L'estran de Grand-Fort-Philippe montre un stade d'atterrissement un peu plus avancé, parce que la sédimentation vaseuse y est plus intense, pour les raisons signalées au début de cette note: une partie de cet estran paraît être soustraite déjà au domaine marin.

La fixation d'un nouveau littoral en face d'Oye, réalisée en 1925, ne peut que contribuer à exagérer cet envasement, et l'on peut prévoir que la zone supérieure étant

entièrement atterrée entre le cap d'Oye et la jetée de Grand-Fort-Philippe, des dunes tenteront de s'installer à la limite de la zone supérieure et de la zone inférieure apte à fournir le sable. Peut-être même l'homme voudra-t-il accélérer la marche du phénomène en construisant une digue entre le cap d'Oye et la jetée de Grand-Fort-Philippe, comme il a été fait tant de fois aux abords de Gravelines avant le XVIII^e siècle. Il en résultera ultérieurement le dépôt de vase au pied de ces dunes ou de cette digue, et l'élargissement du nouvel estran; de nouveau s'y établiront une zone inférieure et une zone supérieure, mais alors il faudra protéger le chenal contre l'envasement et allonger à nouveau les jetées.

A Petit-Fort-Philippe l'atterrissement sera moins rapide; toutefois, la suppression ou la diminution du bassin de décantation des vases à Grand-Fort-Philippe, par suite de l'installation d'un nouveau littoral, provoquera une accélération de l'envasement de l'estran de Petit-Fort-Philippe; d'autre part, l'élargissement de l'estran de Grand-Fort-Philippe et l'allongement des jetées entraîneront un élargissement égal de l'estran de Petit-Fort-Philippe.

A Petit-Fort-Philippe, il est assez tentant aussi d'entreprendre la conquête de la zone supérieure par l'installation d'une digue joignant la jetée E. à la pointe de Gravelines. Contre cette digue se déposerait à nouveau de la vase et l'estran tendrait à reprendre la configuration actuelle, mais à 1 km. plus au large. C'est alors la fermeture de la fosse de Mardiek et la soudure du banc de Mardiek à la côte qu'il y a lieu de prévoir, ce qui entraînerait des modifications considérables dans l'allure des banes et des fonds de la rade de Dunkerque (1).

(1) Le port de Dunkerque doit sa prospérité à cette rade: on ne saurait trop s'attacher à suivre les phénomènes géologiques susceptibles de la modifier.

M. A. Duparque fait la communication suivante :

*Un Conglomérat avec galets de Charbon dans le
Terrain houiller de Bruay*
par **André Duparque**
(Planche XIII)

La présence de galets de houille est un fait assez fréquent dans les bassins limniques du centre de la France où ils ont été signalés et décrits par Renault (1) et Fayol (2).

Dans le grand bassin paralique du Nord de la France de tels galets sont assez rares. Néanmoins MM. Ch. Barrois (3) et P. Bertrand (4) ont étudié et décrit des galets de Cannel-Coal découverts par M. l'Ingénieur Conte dans les cuerelles séparant les Veines 16 et 17 au Puits N° 1 de la Compagnie des Mines de Bruay.

Dans sa note sur le poudingue recouvrant la Veine Edouard de Lens, M. Ch. Barrois (5) cite un certain nombre de galets de charbon, de Cannel-Coal et de Gayet représentant 2,96 % environ des galets de cette roche. Il signale également la trouvaille, faite par M. l'Ingénieur Plane, de deux galets de houille dans le poudingue de la Veine du Nord d'Aniche.

Tout récemment, M. L. Didier, ingénieur en chef aux Mines de Bruay, nous a transmis des galets de houille et de Cannel Coal et un gros échantillon de cuerelles contenant des galets de charbon ou de roche houillère asso-

(1) RENAULT. *C. R. Acad. Sciences*, p. 200, Paris, 1884.

(2) H. FAYOL. — Etudes sur le terrain houiller de Commen-
try. Livre I, Lithologie et stratigraphie, *Bull. Soc. ind. Miné-
rale*, XV, p. 140, Saint-Etienne, 1886.

(3) Ch. BARROIS. — Observations sur des galets de Cannel
Coal du terrain houiller de Bruay. *Ann. Soc. Géol. Nord*,
t. XXXVII, p. 3 à 12, Lille, 1908.

(4) P. BERTRAND. — Remarques sur le Cannel-Coal des galets
de Bruay. *Ann. Soc. Géol. Nord* t. XXXVII, p. 13, Lille, 1908.

(5) Ch. BARROIS. — Observations sur le Poudingue recou-
vrant la Veine Edouard de Lens. *Ann. Soc. Géol. Nord*,
t. XXXIX, p. 310 à 323, Lille, 1910.

ciés à de nombreux lits de houille remaniée. Ces échantillons ont été trouvés par M. l'Ingénieur Brousse dans le banc de cuerelles surmontant la cinquième Veine au Puits N° 3 ter de la Concession de Bruay.

Avant d'aborder l'étude du gisement et de la structure microscopique de ces derniers échantillons, qui feront l'objet de la présente note, je rappellerai brièvement les conclusions générales des différents auteurs qui ont signalé ou étudié des échantillons analogues, tant en France qu'à l'étranger (1).

1° — Les galets de charbon ne se rencontrent guère que dans des sédiments très grossiers tels que les grès à gros grains (cuerelles) formant les toits de certaines veines.

2° — Les galets de charbon associés dans un même banc

(1) Les galets de houille associés à des galets d'autres roches dans des poudingues houillers ont été signalés et étudiés en France par MM. Ch. Barrois, Desailly, Fayol et B. Renault. en Belgique par MM. J. Cornet, Ch. Fraipont, Ad. Firket, M. Lohest, X. Stainier, et en Angleterre par MM. W. Logan et H. de la Bèche.

Ch. BARROIS. — *Loc. cit.*, t. XXXVII, p. 3.

Ch. BARROIS. — *Loc. cit.*, t. XXXIX, p. 310.

L. DESAILLY. — Note sur des bancs de poudingue dans le terrain houiller de Liévin. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXX, p. 13, Lille, 1901.

H. FAYOL. — *Loc. cit.*

B. RENULT. — *Loc. cit.*

J. CORNET. — Sur l'existence de bancs de poudingue dans la partie supérieure du terrain houiller. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t. XXVII (Bulletin), p. cxxv à cxxxI, Liège, 1900.

Ch. FRAIPONT. — De l'origine des galets de roches houillères du terrain houiller. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t. XXXVII, (Mémoires), p. M 337 à M 343, Liège, 1910.

Ad. FIRKET. — *Ann. Soc. Géol. de Liège*, vol. XXI, p. LXVIII, Liège, 1894.

M. LOHEST. — Sur des cailloux roulés de houille, *Ann. Soc. Géol. de Liège*, vol. XXI, p. LXXXVI, Liège, 1894.

X. STAINIER. — *Trans. Manchester Géol. Soc.*, Vol. 24, p. 13, Manchester, 1896.

W. LOGAN. — *Proceeding of the geol. Soc. of London*, vol. III, p. 276, Londres, 1837.

H. DE LA BÈCHE. — *Memoirs of the geol. survey of Great Britain*, vol. I, 1846, p. 194.

de grès appartiennent toujours à une même espèce de charbon ayant la même teneur en matières volatiles.

3° — Les galets de charbon d'un même banc de grès appartiennent toujours par leur composition chimique au faisceau des veines immédiatement voisines et aux voisines les plus proches. Fayol (1) a montré que ces galets sont anthraciteux près des couches d'anthracite, maigres dans les faisceaux de veines maigres, gras flambants dans le voisinage des Veines de charbon gras.

4° — Le nombre des galets de Cannel-Coal est relativement plus grand que celui des galets de houille, fait d'autant plus remarquable que les veines de Cannel-Coal sont beaucoup moins nombreuses et moins puissantes que les veines de houille.

5° — Les galets de charbon ont subi, postérieurement à leur enfouissement, une diminution de volume (2).

M. Ch. Barrois a signalé la présence de fentes disposées en réseaux parallépipédiques, souvent soulignées par des filonnets de calcite, découpant le galet mais ne passant pas dans la roche encaissante. Par contre, ces veinules calcaires se continuent avec une mince robe de calcite qui revêt la surface du galet. Après leur dépôt, les galets de houille se sont donc contractés en se fendillant et en laissant un espace vide entre eux et le sédiment qui les moulait, vide où la calcite est venue cristalliser.

En comparant les trachéides de certains galets de charbon à ceux de plantes analogues silicifiées dans le même dépôt, Renault a constaté que les premiers avaient diminué de volume.

Ces observations ont amené ces auteurs à admettre qu'au moment où elle a été roulée, la houille était encore plastique et devait présenter une consistance voisine de celle de la tourbe. Cette manière de voir se trouve encore

(1) H. FAYOL. — *Loc. cit.*, p. 141-142.

(2) Ch. BARROIS. — *Loc. cit.*, t. XXXVII, p. 8.

H. FAYOL. — *Loc. cit.*, p. 170.

B. RENAULT. — *Loc. cit.*

renforcée par la fréquence des galets de tourbe sur nos plages actuelles (1).

D'autres auteurs (2) ont soutenu que la houille était complètement durcie au moment où elle a été remaniée dans les grès, hypothèse qui implique l'idée d'une transformation très rapide des couches de combustibles.

Repoussant cette dernière théorie. M. M. Lohest (3) estimait que les galets de charbon pouvaient très bien être à l'état de galets de *bois roulé* lorsqu'ils se sont déposés dans les stampes.

Comme on peut s'en rendre compte par l'exposé précédent, l'étude des galets de houille a soulevé deux questions d'ordre très général, celle de la durée plus ou moins grande de la transformation des végétaux en houille et celle des stades successifs qui ont pu affecter les couches de combustibles au cours de leur durcissement.

I. — GISEMENT DES LITS DE CHARBON BRÉCHOÏDE ET DES GALETS DE CANNEL-COAL ET DE BOGHEAD DE BRUAY.

Les échantillons que j'étudierai dans la présente note ont été trouvés par M. l'Ingénieur Brousse, au puits N° 3 ter, lors du percement d'une bowette horizontale dans le banc de grès qui surmonte la cinquième Veine (Fig. 1).

Ce banc de cuerelles existe dans toute l'étendue de la concession de Bruay (4), au toit de la 5^e Veine qui se transforme à l'est en schiste charbonneux inexploitable. Ce même banc se retrouve à Nœux entre les passées de

(1) Ch. BARROIS. — *Loc. cit.*, t. XXXVII, p. 7.

Ch. FRAIPONT. — *Loc. cit.*

(2) Ad. FIRKET. — *Loc. cit.*

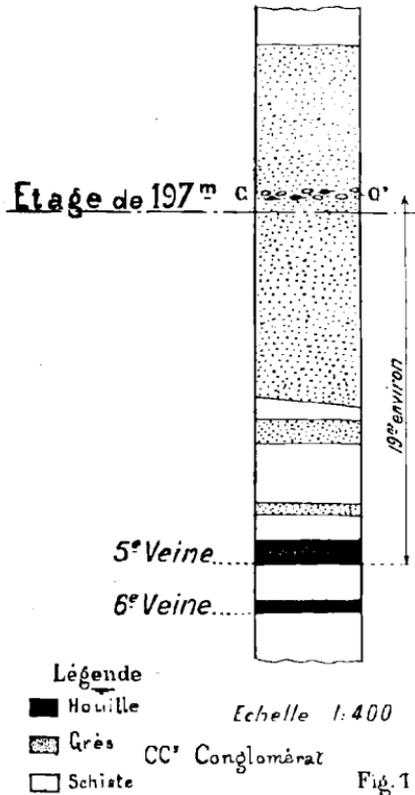
W. LOGAN. — *Loc. cit.*

H. DE LA BÈCHE. — *Loc. cit.*

(3) M. LOHEST. — *loc. cit.*

(4) R. VIGIER. — Intérêt pratique et application de l'étude paléontologique du terrain houiller. *Revue de l'Industrie Minière*, 15 août 1926, n° 135, p. 344 à 354, St-Etienne, 1926.

noireux au toit de Saint-Vincent et de Saint-Ambroise. Il représente donc une formation assez étendue.



Position du conglomérat par rapport à la 5^e Veine
au siège n° 3 ter des Mines de Bruay

M. Brousse avait d'abord découvert dans ces cuerelles deux galets d'un charbon léger, à grains fins, analogue au gayet, quand en examinant attentivement la paroi, il reconnut la présence d'un lit de conglomérat contenant des lentilles de houille remaniée et des galets de charbon situé à 19 m. environ au-dessus de la 5^e veine.

Les coordonnées de ce point sont les suivantes:

Longitude — 1634.
Latitude + 521.
Côte — 197.

L'étude microscopique (en lumière réfléchie) de ces différents échantillons m'ayant révélé certains détails intéressants, j'ai étudié, sur place, le banc de cuerelles contenant ce conglomérat ainsi que les veines sous-jacentes (1).

Les cuerelles, qui recouvrent la 5^e Veine, sont des sédiments grossiers formés en majeure partie de gros grains de quartz anguleux et de petites paillettes de mica blanc. Ce grès fait légèrement effervescence aux acides et contient une faible quantité de calcite secondaire. Après action de l'acide dilué on observe nettement, à la loupe, parmi ces éléments, de nombreux granules de houille disséminés assez régulièrement dans la masse du sédiment. Ces granules ont quelques dixièmes de millimètre et même moins, passant insensiblement à des grains quasi microscopiques.

L'observation sur place permet de se rendre compte que ces cuerelles contiennent, à de nombreux niveaux, des lits glandulaires et des lentilles de houille remaniée.

J'étudierai plus particulièrement le lit de conglomérat dont M. Didier m'a envoyé un échantillon prélevé dans toute son épaisseur.

Ce banc de 0 m. 40 d'épaisseur est limité, à sa partie supérieure, par une surface mamelonnée légèrement dépolie avec nombreuses lamelles de mica blanc, et à sa partie inférieure, par un lit très régulier de charbon bréchoïde épais de 0 m. 02.

On peut distinguer dans cet échantillon (Fig. 2) :

1^o Un banc de grès homogène de 0 m. 20 à surface

(1) Je tiens à remercier ici bien vivement M. L. Didier, Ingénieur en Chef aux Mines de Bruay, M. R. Vigier, Ingénieur au Corps des Mines, MM. Faure, Blazy et Brousse, Ingénieurs, et M. Carrière, Géomètre aux Mines de Bruay, pour tous les renseignements et l'aide précieuse qu'ils ont bien voulu me fournir au cours de ces recherches.

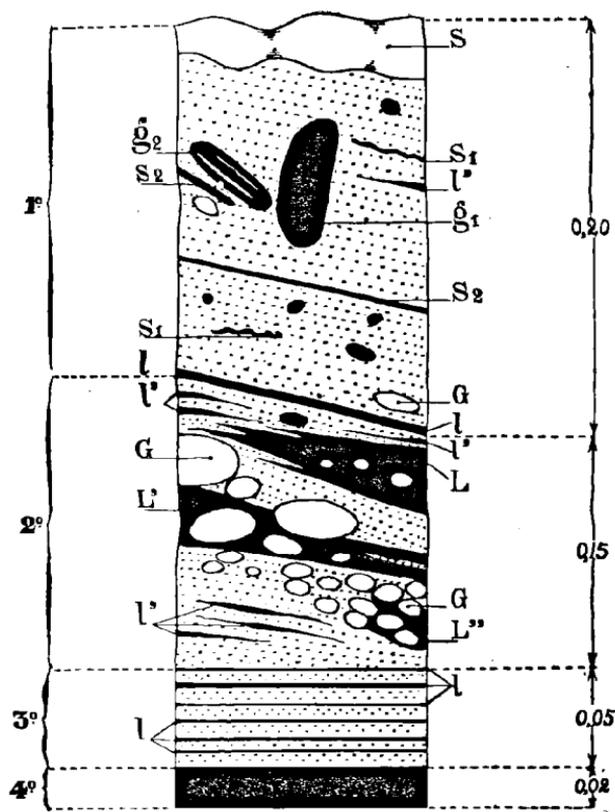


Fig. 2. — Figure schématique montrant la disposition des différents lits et des éléments du conglomérat de Bruay

- 1° — Banc de grès supérieur à galets de houille et débris végétaux flottés.
- 2° — Banc de conglomérat avec galets de sidérose (clayat), lits et lentilles de houille brechoïde.
- 3° — Banc de grès inférieur à nombreux lits réguliers de houille brechoïde.
- 4° — Lit de houille brechoïde.

LÉGENDE. — S. Surface mamelonnée (ripple marks)

- S₁ - Ecorce de sigillaire coupée perpendiculairement à l'allongement des côtes.
 S₂ - Ecorce de sigillaire coupée longitudinalement (ces écorces sont transformées en houille brillante).
 G - Galets de Sidérose (Clayats)
 g - Galet de Durain (houille mate).
 g_a - Galet de Gayet (Cannel Coal).
 L - Grosse lentille formée de fragments de Durain remanié.
 L' - Lentille analogue à la précédente contenant de gros galets de sidérose
 L'' - Fragments de houille remaniée mélangés aux galets de sidérose.
 l - Petits lits formés de fragments de Durain remanié
 l' - Petites lentilles formées de fragments de Durain remanié.

mamelonnée contenant quelques galets de houille et des débris de végétaux flottés ;

2° Un banc de conglomérat de 0 m. 15 formé de clayats (nodules de sidérose) réunis par un ciment gréseux très grossier contenant une grosse lentille de charbon bréchoïde ;

3° Un banc de grès plus fin de 0 m. 05 présentant plusieurs lits minces de houille remaniée ;

4° Un lit de houille remaniée de 0 m. 02 d'épaisseur.

J'examinerai successivement la structure de ces différents lits.

1° *Banc de grès supérieur* (Fig. 2, 1°) :

Ce banc est formé par un grès micacé à grains assez fins contenant de nombreux granules de houille et de rares galets de charbon de tailles très différentes. Sa surface dépolie présente de nombreuses ondulations en forme de ripple marks qui attestent qu'elle s'est trouvée soumise, pendant un certain temps, à l'action d'eaux peu profondes et agitées avant d'être recouverte par le sédiment qui lui fait suite. La fin du dépôt de ce banc a donc été marquée par un arrêt dans la sédimentation.

L'un de ces galets (Fig. 2, g 1) de section ellipsoïdale mesure 0 m. 06 sur 0,02, il est fiché dans le grès, son grand axe sensiblement normal au plan de stratification (1). Ce galet de durain est remarquablement compact et ne présente pas de fentes de retrait.

Un autre galet (Fig. 2, g 2) vient buter contre le précédent et occupe une position oblique par rapport au plan de stratification. C'est un galet de Cannel-Coal schisteux, aplati parallèlement à sa stratification propre et mesurant 0,04 sur 0,01. Ce galet est fortement fendillé et les vides de retrait sont occupés par un remplissage de calcite secondaire.

(1) Des galets de tourbe ont été observés dans des positions analogues sur la plage de Westende. Voir à ce sujet Ch. FRAYMONT, *loc. cit.*, p. 4 et 5.

On trouve également, à ce niveau, d'autres galets de houille de plus petites dimensions ($0,01 \times 0,01$).

Ce lit contient des lambeaux d'écorce de sigillaires (Fig. 2, S¹, S²), transformés en houille brillante, dont la direction d'étalement indique le plan de stratification de cette couche de grès.

Ce premier banc de grès repose en stratification concordante sur le lit sous-jacent.

2° *Banc de conglomérat* (Fig. 2, 2°) :

Ce banc contient des nodules de sidérose (clayats) qui sont surtout nombreux dans sa partie médiane. Dans les autres régions la pâte gréseuse, à grains plus grossiers que le grès de la zone précédente, domine nettement et enrobe de rares clayats.

Les nodules de sidérose (Fig. 2, G) sont de tailles variables, les uns ellipsoïdaux présentent des sections de $0,07 \times 0,02$, la plupart sont bien arrondis et mesurent $0,03$ en tous sens, certains ne dépassent pas $0,01$. Ces nodules ne sont jamais cassés, leurs surfaces dépolies semblent indiquer qu'ils sont à peine roulés et que leurs formes sont en rapport direct avec leur état primitif dans le sédiment qui les enrobait.

Ce conglomérat contient une grosse lentille de charbon bréchoïde (Fig. 2, LL'), formée de fragments de houille aux angles plus ou moins émoussés, dont les dimensions varient entre $0,015$ et quelques dixièmes de millimètre, aglutinés sans ciment.

Cette lentille, qui a au maximum 0 m. 07 d'épaisseur, s'amincit très vite et se termine en un certain nombre de petits lits qui finissent en pointe et laissent pénétrer entre chacun d'eux et son voisin une petite flèche de grès (Fig. 3). A son autre extrémité, cette lentille se résout en deux ou trois lits (Fig. 2, L, L') plus importants, l'un de ces derniers a un aspect glanduleux et se renfle en un point pour englober un gros nodule de sidérose (Fig. 4).

Le plan de stratification de ce lit est nettement oblique sur celui du banc de grès sous-jacent, caractère qui met en relief la nature fluviatile du dépôt.

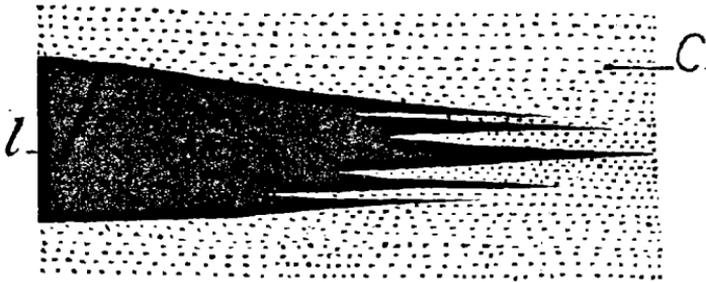


Fig. 3. — Structure de la région marginale des grosses lentilles de houille remaniée

- l - Lentille formée de fragments de Durain.
- c - Grès grossier (cucrelles).

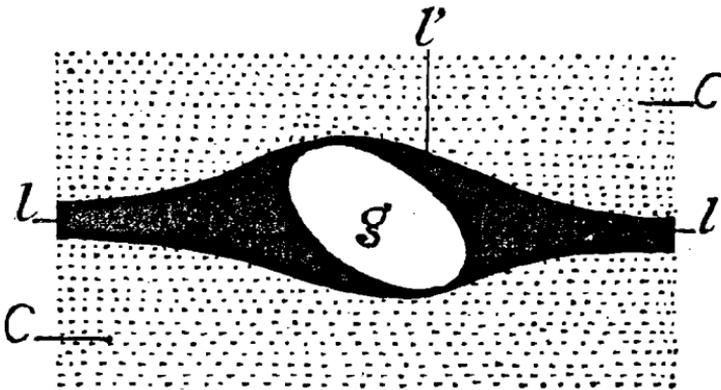


Fig. 4. — Allure glandulaire des lits de houille remaniée

- l - lit formé de fragments de Durain.
- l' - partie renflée du lit précédent.
- g - galet de sidérose.
- c - grès grossier (cucrelles)

3° Banc de grès inférieur (Fig. 2, 3°) :

Ce banc de grès présente des caractères nettement différents de ceux des deux couches précédentes. Son épais-

seur est remarquablement uniforme et ses éléments de tailles sensiblement égales sont disposés très régulièrement. Il est formé par des alternances de couches de grès séparées par des lits très minces, mais très réguliers (Fig. 2, *l*), de houille remaniée. Ces lits de charbons, dont l'épaisseur atteint rarement 0 m. 001, sont constitués par des grains de houille légèrement roulés et agglomérés sans ciment. Dans l'épaisseur de cette zone (0 m. 05), j'ai pu observer six petits lits de houille se développant dans toute l'étendue de l'échantillon.

4° *Lit de houille remaniée de 0 m. 02* (Fig. 2, 4°) :

Ce lit, d'épaisseur bien régulière, est formé par des fragments de houille aux arêtes plus ou moins émoussées et agglutinés sans interposition de ciment. Les dimensions de ces fragments varient entre 0 m. 01 et quelques dixièmes de millimètre. Sa structure est identique à la brèche carbonneuse qui se trouve intercalée dans le banc de poudingue. La structure macroscopique et microscopique d'un échantillon semblable sera étudiée dans le paragraphe suivant.

Je me bornerai donc ici à signaler que ce lit de charbon bréchoïde s'est déposé dans des conditions analogues à celles qui ont présidé à la formation du petit banc de grès (3°) qui le recouvre et que les plans de stratification de ces deux dernières couches sont rigoureusement parallèles.

Comme on peut s'en rendre compte par l'exposé précédent, les différents lits de cette couche de cuerelles, dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 0 m. 40, se sont déposés dans des conditions qui ont varié constamment.

Les deux lits de la base (4° et 3°) se sont accumulés sous des eaux relativement calmes qui ont assuré un classement rigoureux de leurs éléments et la formation de lits horizontaux.

Après la formation de ces deux premières couches, le

régime du dépôt a changé brusquement et des eaux plus rapides ont amené en même temps dans le bassin de sédimentation les éléments disparates (clayats, fragments de houille et grains de sable) ayant donné naissance au conglomérat (2°) qui, comme toutes les formations torrentielles, s'est déposé en lits obliques par rapport aux couches précédentes horizontales.

La vitesse de l'eau ayant diminué peu à peu il ne s'est plus déposé qu'un grès grossier (1°) qui ne contient plus comme gros éléments que des galets légers (galet de houille), mais dont la stratification est encore nettement entrecroisée.

Enfin, après le dépôt de ce grès grossier, la sédimentation a cessé et la roche, à l'état de sable meuble, a été immergée sous des eaux peu profondes qui, par leur clapotement, ont déterminé la formation d'ondulations (ripple marks) qui ont été fossilisées par le durcissement du sédiment.

Pendant tout le temps qu'a duré la sédimentation de ces différentes roches, des couches de houille récemment formées ont été ravinées par les eaux et leurs débris ont été amenés, par elles, dans le bassin de sédimentation à l'état de grains, de fragments ou de galets plus ou moins roulés.

Le gisement de ces grains ou galets de houille, formant des lits glanduleux souvent lenticulaires ou se trouvant disséminés à l'état de particules microscopiques dans les grès, présente des analogies frappantes avec celui des grains ou galets de tourbe remaniée dans les sables de nos plages.

L'étude du gisement des couches de charbon bréchoïde et des galets de roches combustibles, trouvés récemment à Bruay, nous conduit donc à envisager, comme l'ont déjà fait MM. Ch. Barrois (1) et Ch. Fraipont (2), qu'au moment où elles ont été remaniées, peu de temps après leur

(1) Ch. BARROIS. — *Loc. cit.*, t. XXXVII, p. 7.

(2) Ch. FRAIPONT. — *Loc. cit.*, p. M 341-342.

dépôt, les couches de houille pouvaient très bien se trouver encore dans un état voisin de celui des tourbes actuelles.

D'autre part, la présence à côté des galets de houille de fragments d'écorce de sigulaires semble vérifier, dans une certaine mesure, l'hypothèse de M. M. Lohest (1) qui a admis que les débris végétaux, actuellement houillifiés, ont pu être amenés dans leurs lieux de dépôt avant d'avoir subi une transformation appréciable. De tels débris n'ont pu être transportés sans être détruits qu'autant que leur altération était à peine ébauchée.

Dans le développement qui va suivre, nous examinerons si l'étude de la structure microscopique des charbons remaniés de Bruay permet d'apporter de nouveaux faits en faveur de cette théorie qui présente un grand intérêt au point de vue de la genèse de la houille.

II. — STRUCTURE DE LA HOUILLE BRÉCHOÏDE DE BRUAY

Cet échantillon de houille remaniée mesure 0 m. 06 × 0 m. 04 × 0 m. 04, il présente des contours très irréguliers (Fig. 5 et 6), sa cassure étant déterminée par la nature bréchoïde de la roche.

Il est formé de fragments de houille anguleux, agglomérés entre eux sans interposition d'aucun ciment.

Nous étudierons successivement la structure microscopique, les formes extérieures et l'allure des contacts de ces fragments de houille.

a — *Structure microscopique.*

Malgré leurs dimensions et leurs formes très variables, la presque totalité des fragments de houille appartient à une même catégorie de charbon, la « houille mate » ou « Durain ». Les quelques individus formés de houille brillante peuvent être considérés, en raison de leurs faibles dimensions, comme provenant de l'isolement et du

(1) M. LOHEST. — *Loc. cit.*

morcellement des lits de houille brillante (Xylain, Xylovitrain ou Vitrain) disséminés ou intercalés dans les couches de Durain. On peut également observer quelques galets de Gayet (Cannel-Coal) mieux roulés et, par conséquent, ayant subi un transport plus important que leurs voisins formés de Durain.

Ces différents fragments offrent à première vue des variations d'aspect assez importantes, mais ces variations sont du même ordre que celles observées dans les lits de Durain très épais qui forment, à eux seuls, la totalité de certaines veines de houille.

De telles couches de Durain présentent rarement une homogénéité de structure parfaite, et sont généralement formés de lits alternants, plus ou moins brillants, et résultant de la distribution inégale des corps figurés (et plus particulièrement des spores) dans la pâte qui les enrobe.

C'est ainsi que l'on peut trouver dans une couche de Durain suffisamment épaisse :

1° Des lits formés presque entièrement d'un feutrage de microspores liées par une pâte (substance fondamentale) extrêmement réduite.

2° Des lits analogues constitués par un feutrage de macrospores.

3° Des lits contenant à la fois des macrospores et des microspores nombreuses réunies par une pâte plus ou moins abondante.

4° Des lits pauvres en spores où la substance fondamentale domine.

5° Des lits toujours assez minces 5 mm. au plus) formés uniquement de substance fondamentale. Ces lits sont les homologues des bandes de Vitrain si fréquentes dans la houille brillante (Clarain), ils s'en distinguent néanmoins par leur grande homogénéité. Au moment de leur dessiccation leur masse colloïdale semble n'avoir subi qu'un minimum de retrait par suite de la grande résistance des lits, riches en spores, qui leur étaient intimement accolés.

Ces variations, dans la constitution d'un même lit de Durain, n'ont rien qui doive nous étonner et se trouvent être liées au mode de formation de ce constituant (1).

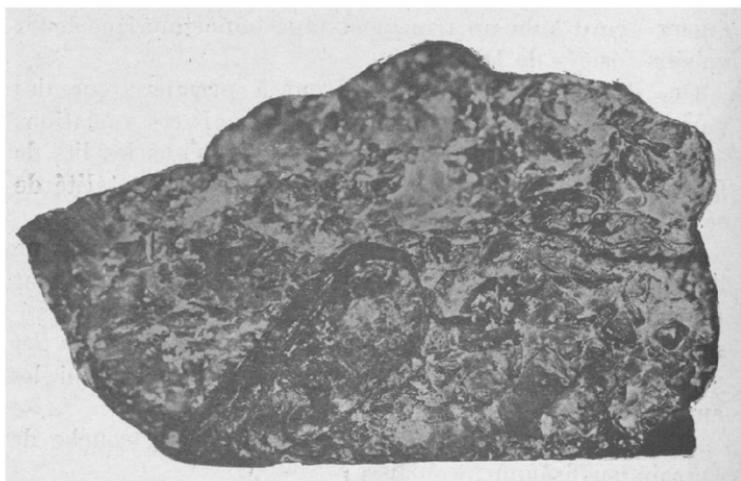


Fig. 3. — Aspect de la brèche formée de fragments de Durain

En effet, si l'on admet, comme je l'ai fait antérieurement, que des phénomènes de transport aérien et aquatique ont joué un certain rôle dans la sédimentation des couches de Durain, on comprend facilement que l'apport des deux catégories de spores, en un même point, était influencé par un certain nombre de facteurs susceptibles de varier dans un court espace de temps. C'est ainsi qu'à côté des changements d'intensité de la production des spores par les végétaux houillers, des modifications dans la direction et la vitesse des vents ou des courants, expliquent facilement ces alternances et ces répétitions successives.

(1) A. DUPARQUE. — Remarques sur la Nature des quatre constituants macroscopiques de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. II, p. 212 à 232, Lille, 1926.

Toutes ces variations d'aspect d'une même couche de Durain peuvent être observées dans les fragments du charbon bréchoïde dont les éléments, en apparence disparates, peuvent très bien provenir de la désagrégation d'une seule Veine de houille.

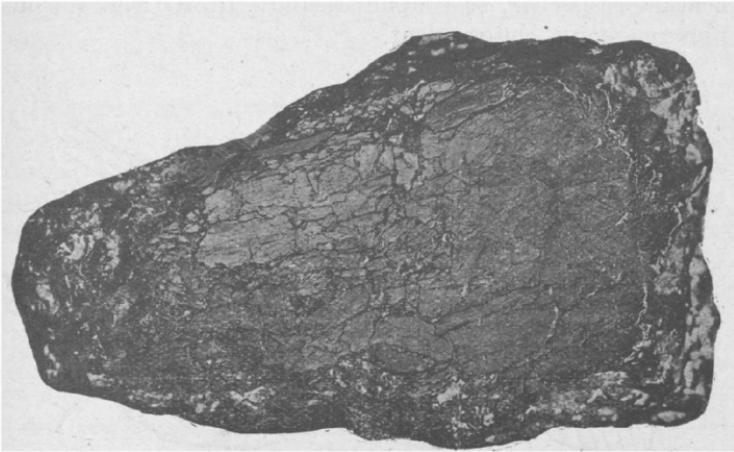


Fig. 6. — Aspect du même échantillon (fig. 5)
en surface polie

Le mélange, dans le charbon bréchoïde, de fragments arrachés à différents lits d'une même couche, implique l'idée d'un certain transport de ses éléments, transport qui est attesté, d'autre part, par la présence de ces lentilles ou lits de houille remaniée au milieu d'éléments détritiques (grains de sable et clayats) qui forment la masse du sédiment encaissant.

L'examen microscopique montre que ces fragments de houille ne proviennent pas d'un même bloc de charbon raviné sur place, plus ou moins disloqué, puis ressoudé postérieurement, mais bien d'éléments transportés plus ou moins loin de leur point de départ. La surface polie qui m'a permis d'étudier cet échantillon (Fig. 6) coupe en effet les divers fragments dans des directions quel-

conques par rapport au plan de stratification de chacun d'eux. C'est ainsi que deux fragments voisins peuvent montrer l'un une section horizontale (parallèle aux strates), et l'autre une section verticale (perpendiculaire aux strates). De même on peut fréquemment observer dans deux blocs voisins les directions de leurs plans de stratification respectifs, se coupant à angle droit (Fig. 7), ou plus ou moins obliquement.

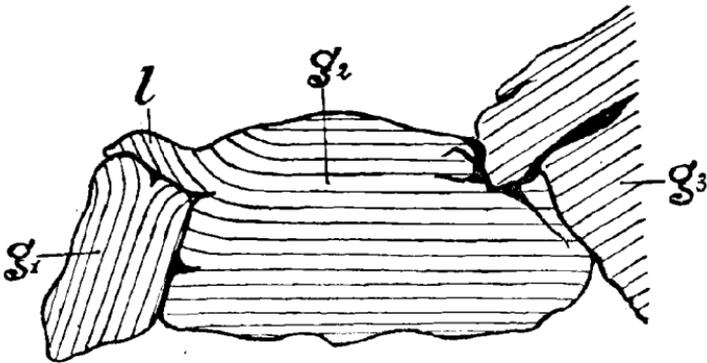


Fig. 7. — Schéma montrant l'allure des contacts de trois fragments de Durain (g_1 , g_2 , g_3) et leurs déformations mutuelles

l - lambeau du fragment g_2 fortement relevé par le fragment g_1 .
Les hachures indiquent la direction du plan de stratification de chacun des fragments et les déformations subies.

L'allure des lits de houille remaniée qui prennent fréquemment les aspects représentés sur les figures 2, 3 et 4 vient encore renforcer cette conviction.

Enfin, comme on pourra s'en rendre compte dans le paragraphe suivant, l'examen microscopique permet d'expliquer les caractères très spéciaux de ce conglomérat qui est formé uniquement d'éléments bréchoïdes agglomérés sans interposition de ciment.

b — *Formes extérieures et allure des contacts des éléments du charbon bréchoïde.*

Les éléments du charbon remanié sont coupés par la surface polie suivant des sections souvent très irrégulières. Certaines de ces sections sont sensiblement rectangulaires (Fig. 8 et 9), d'autres sont en forme de parallélogramme ou de lames, enfin les plus nombreuses sont subtriangulaires, aucune n'est nettement circulaire (Fig. 8 et 9).

Comme nous l'avons vu précédemment, l'un des caractères les plus curieux de ce conglomérat est d'être formé d'éléments agglutinés sans interposition d'un ciment. L'examen microscopique montre, d'autre part, que les différents fragments ne se touchent pas par toute leur surface et qu'il existe entre eux des vides parfois importants (Pl. XIII, fig. 1 et 2).

Dans ces conditions, on ne peut comprendre la cohérence de la roche, qui a pu être polie sans se désagréger, qu'en admettant qu'au moment où la brèche houillère s'est formée ses éléments étaient dans un état tel, qu'ils étaient susceptibles de s'agglutiner en se soudant les uns aux autres, ce qui aurait été le cas s'ils eussent été doués d'une certaine plasticité.

Or, la plasticité des éléments de cette brèche, à cette période précise de sa genèse, est mise en évidence aussi bien par l'examen macroscopique que par l'examen microscopique.

Les faits les plus remarquables que permet d'observer l'examen macroscopique sont, d'une part, les déformations mutuelles que se sont infligés les blocs voisins et, d'autre part, les phénomènes de torsion que présentent les fragments en forme de lames.

Certains galets ont été fortement comprimés par leurs voisins et présentent des faces concaves (Fig. 8 d, g⁴), d'autres sont partiellement laminés (Fig. 9, g⁵, g⁶).

Comme le montre la figure 8 d g¹-g²) les arêtes saillantes d'un fragment s'impriment fortement dans la paroi de son voisin.

Parfois la déformation est plus accentuée, et il n'est pas rare de voir l'un des fragments s'incruster fortement dans l'autre (Fig 8 d, g^2 , g^3 ; Fig. 8 b, g^1 , g^2) et même pénétrer dans sa masse (Fig. 8 a, g^1 , g^2).

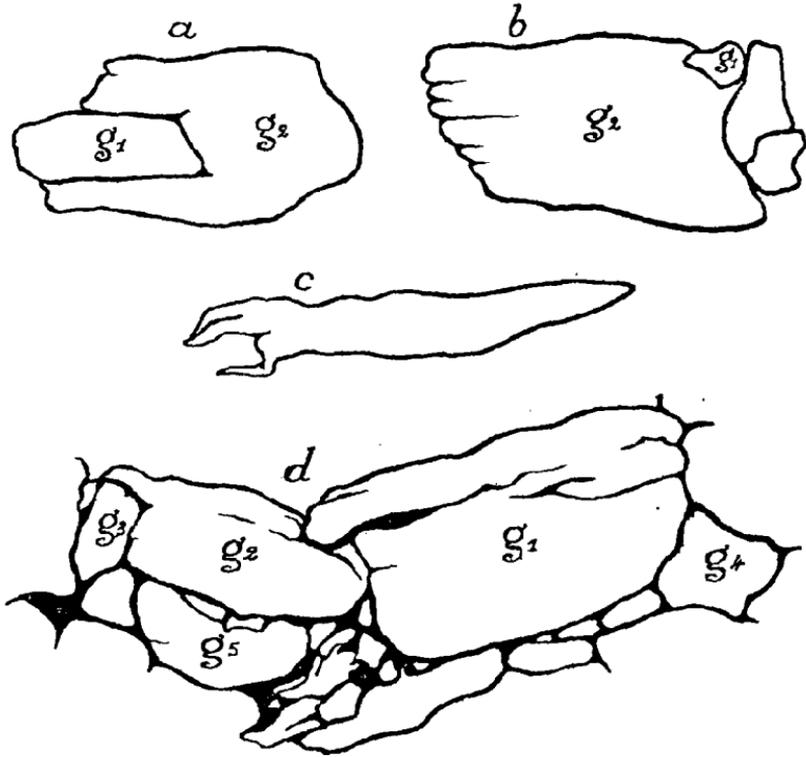


Fig. 8. — Allure des contacts des fragments de Durain de la brèche de Bruay

- a - Fragment fortement incrusté dans un de ses voisins.
- b - Déformations mutuelles des fragments en contact. Les crénelures existant sur le bord gauche du fragment g_1 correspondent à des lits d'aspects différents (voir p 331).
- c - Lame de Durain à extrémité digitée.
- d - Aspect des contours de fragments de Durain dont quelques uns présentent des fentes de retrait.

A ces déformations mutuelles, qui impliquent une certaine plasticité des éléments au moment de leur accollement, viennent s'ajouter des phénomènes de torsion. C'est ainsi que certains fragments engagés entre leurs voisins sont fortement coudés (Fig. 9, g^2 , g^3) et même repliés sur eux-mêmes (Fig. 9, g).

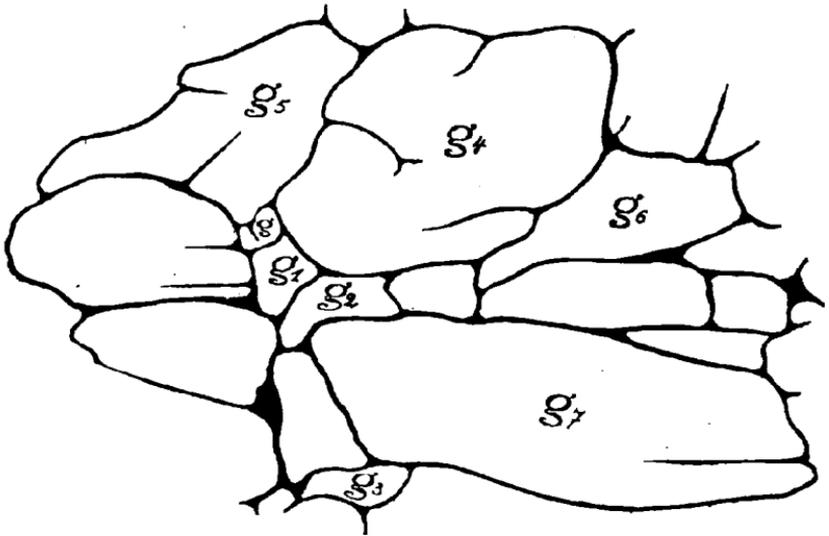


Fig. 9. — Schéma montrant les déformations mutuelles des fragments de Durain et l'aspect des fentes de retrait qui se sont développées dans certains d'entre eux (g^1 , g^2 , g^3).

Les fragments en forme de lame fréquemment repliés en croissant ou en S se digitent parfois, à l'une de leurs extrémités, en lamelles plus minces fortement déformées (Fig. 8 c), (Pl. XIII, Fig. 1 et Fig. 10 du texte).

Les fragments de houille ont subi, postérieurement à leur dépôt, un certain retrait qui se manifeste par la formation de fentes parallèles au plan de stratification de chacun d'eux (Fig. 6; Fig. 8 d, g^1) et entièrement comparables à celles qui affectent les couches de Durain en place. Il n'est pas possible d'admettre que de telles

fentes aient pu exister avant le remaniement et le dépôt de ces fragments, car dans ce cas elles auraient entraîné la fragmentation du galet. Ce retrait s'explique facilement par les mêmes considérations que celles que nous avons admises pour les phénomènes de déformation et de torsion.

A ces déformations, que l'on peut observer à l'œil nu ou à la loupe, correspondent des structures microscopiques secondaires qui ne peuvent s'expliquer que par la plasticité des fragments de houille au moment où ils se sont mutuellement déformés et qui attestent qu'il ne s'agit pas ici de phénomènes de dissolution comme on en observe souvent dans les galets incrustés de roches calcaires (1). C'est ainsi que dans les deux blocs représentés sur la figure 7, l'alignement primitif des corps figurés a été modifié. L'élément g^1 est venu buter sur g^2 en s'écrasant sur lui, g^1 s'est légèrement écartelé et l'alignement des corps figurés a été dérangé comme l'indique la direction des hachures. En glissant contre lui, g^1 a arraché un lambeau de g^2 et l'a fortement relevé au point que dans ce lambeau l'alignement des corps figurés est à 45° de la position primitive.

La Figure 1 de la planche XIII nous montre un bel exemple de ces déformations. Elle nous permet d'observer le contact de deux fragments de Durain g^1 et g^2 , la lame l, dépendant du galet g^1 , a été pliée en S, tandis que, par contre coup, le bloc g^2 s'écrasait légèrement. L'alignement des microspores dans le lambeau l montre que dans sa région centrale la direction du plan de stratification a été amené dans une position perpendiculaire à sa direction primitive sans que la lame, formée par les lits de spores et de substance fondamentale, ait subi aucune fracture (Pl. XIII, Fig. 1 et Fig. 10 du texte).

D'autres lames de Durain ont subi des déformations encore plus accentuées et ont été repliées en demi-cercle avec les macrospores qu'elles contiennent.

(1) A. DE LAPPARENT. — Traité de Géologie, t. II, 4^e édition, p. 690.

Enfin, les macrospores elles-mêmes étaient encore souples au moment du remaniement de la couche de houille, car certaines d'entre elles, bordant des fragments de Durain, sont partiellement dégagées de ces derniers et se sont coudées à angle droit sous l'action de la pesanteur (Planche XIII, Fig. 2, et Fig. 11 du texte).

Tous ces faits d'observation permettent donc d'affirmer qu'au moment où elle a été ravinée par les eaux, la veine, qui a fourni les éléments de la houille bréchoïde, était formée par un combustible suffisamment plastique pour permettre des déformations aussi importantes que celles qui ont été décrites précédemment.

L'étude microscopique de cet échantillon nous fournit donc des renseignements très précis sur l'un des stades intermédiaires par lequel est passé le dépôt végétal primitif avant d'atteindre la forme que nous observons actuellement, stade qui présente des analogies avec la structure des tourbes actuelles.

La structure et l'origine du Durain, qui est un charbon sporo-pollinique, et par conséquent riche en éléments cutinisés, ne permettent pas de le comparer aux tourbes ordinaires qui sont des combustibles riches en éléments ligneux.

Par contre, il semble qu'on doive considérer les « *tourbes de pollen* », qui ont été décrites en Allemagne sous le nom de « *Fimménite* » (1), comme étant les équivalents actuels du *Durain* de l'époque houillère.

Les éléments constitutifs de ces deux formations sont les mêmes (spores, grains de pollen, cuticules, résines, menus fragments de bois), la comparaison de la figure donnée par Potonié, pour la Fimménite, et certaines de celles que j'ai publiées, comme étant caractéristiques du Du-

(1) H. POTONIÉ. — Die rezenten Kaustobliolithe und ihre Lagerstätten. *Abhandlung der königlich preussischen Geologischen Landesanstalt*, Neue Folge, Heft 55, I, p. 47 et 122, Berlin, 1908; Heft 55, III, p. 307 à 311, Fig. 58, Berlin, 1912.

rain (1), met en évidence une identité de structure microscopique presque absolue. Les microspores du Durain sont semblables aux grains de pollen de la Fimménite, dont elles sont les équivalents physiologiques, et seule l'absence des macrospores différencie la roche récente de l'ancienne.

III. — COMPARAISON DE LA HOUILLE REMANIÉE DE BRUAY AVEC LE CHARBON DES VEINES SOUS-JACENTES.

Le faisceau de veines se trouvant immédiatement en-dessous du banc de cuerelles, qui contient le charbon bréchoïde, est formé par des couches de houille flambante contenant jusqu'à 40 % et plus de matières volatiles.

L'examen sur place des 5^e, 6^e et 8^e Veines et l'étude des échantillons que j'ai prélevés m'ont permis de me rendre compte que chacune d'elles contenait du Durain en tous points comparable à celui que l'on rencontre dans le conglomérat charbonneux.

Le simple examen microscopique permettait donc de se rendre compte qu'à Bruay comme à Commentry (2) la nature des galets de houille correspond bien à celles du charbon des veines immédiatement sous-jacentes.

Dans ces conditions, il m'a paru intéressant de déterminer la composition chimique de la houille remaniée de façon à me rendre compte si à cette analogie de structure microscopique, correspondraient des constitutions chimiques voisines.

J'ai soumis à l'analyse immédiate deux échantillons de charbon bréchoïde et obtenu les résultats suivants :

a) *Houille bréchoïde.*

1^o Echantillon prélevé sur le fragment étudié au microscope :

(1) A. DUPARQUE. — *loc. cit. Revue de l'Ind. Min.*, n^o 142, Pl. I Fig. 2, 3, 4, 5 et 8, Saint-Etienne, 1926.

(2) H. FAYOL. — *Loc. cit.*

Eau hygroscopique.	1,63 %
Matières volatiles.	34,04 %
Carbone fixe.	46,92 %
Cendres.	17,41 %
Matières volatiles rapportées au charbon.	42,04 %

2° Echantillon prélevé dans le lit de houille remanié à la base du bloc de cuerelles :

Eau hygroscopique.	1,63 %
Matières volatiles.	25,12 %
Carbone fixe.	38,32 %
Cendres.	34,93 %
Matières volatiles rapportées au charbon.	39,59 %

b) *Houille de la 5^e Veine.*

La 5^e Veine de Bruay, qui se trouve placée immédiatement au-dessous du banc de cuerelles contenant les échantillons précédents, présente la composition suivante :

Matières volatiles et humidité	38,35 %
Carbone fixe.	59,25 %
Cendres	2,40 %
Matières volatiles rapportées au charbon.	39,29 %

La houille bréchoïde présente des teneurs en cendres (17,41 % et 34,93 %) bien supérieures à celles de la houille de la 5^e Veine (2,40 %), mais cette différence ne doit pas nous étonner puisque les fragments de houille qui forment ce conglomérat ont été remaniés dans un grès et ont pu entraîner avec eux une certaine quantité de grains de sable qui y adhéraient d'autant plus facilement en raison de leur plasticité (1). Cette particularité explique, d'une part, leur haute teneur en cendres et, d'autre part, les différences importantes existant entre les deux échantillons étudiés (17,41 % et 34,93 %).

(1) M. Ch. FRAIPONT a observé sur la plage de Westende, des galets de toute forme entourés d'une mince pellicule de grains de sable.

Ch. FRAIPONT. - *Loc. cit.*, p. M 337.

Dans ces conditions, la teneur en cendres étant fortement influencée par la présence d'un apport étranger de substance minérale, les seules données, dont la comparaison puisse être faite, sont celles qui représentent les teneurs en matières volatiles des trois échantillons rapportés à la masse de substance combustible contenue dans chacun d'eux (1).

Ces teneurs en matières volatiles sont les suivantes :

a) Houille bréchoïde :	
1 ^{er} Echantillon	42,04 %
2 ^e Echantillon	39,59 %
b) Houille de la 5 ^e Veine	39,29 %
c) Houille de la 8 ^e Veine :	
Sillon du toit	45,77 %
Echantillon pris à 0,60 du toit.....	42,45 %

Comme on peut s'en rendre compte, les teneurs en matières volatiles des deux échantillons de houille remaniée sont très voisines de celle de la 5^e Veine et les différences observées sont moins importantes que celles que l'on peut rencontrer dans une même veine suivant les points considérés.

Les résultats de l'analyse immédiate viennent donc confirmer ceux de l'étude microscopique et il semble que dans le cas qui nous occupe il existe une certaine relation entre la structure microscopique et la composition chimique du charbon. La haute teneur en matières volatiles paraît être liée à la présence de nombreuses spores dont la masse totale représente toujours un fort pourcentage (75 % au moins) du volume du combustible.

(1) Il nous est permis d'agir de cette façon car de récents travaux ont montré que l'addition de matières inertes au charbon n'avait aucune influence sur le rendement en matières volatiles. Il est donc logique d'admettre que les substances minérales des cendres n'interviennent que par leur masse. Voir à ce sujet :

N. WEBSTER et R. WIGGINTON. — The influence of the addition of inert matter upon the quantity of volatile matter evolved when Coal is heated. *Fuel in Science and Practice*. Vol. III, N° 4, (Avril 1924), p. 142 à 143, Londres, 1924.

IV. — CARACTÈRES ET MODE DE FORMATION DU CONGLOMÉRAT DE BRUAY.

De l'étude précédente, il résulte que le conglomérat de Bruay présente les caractères suivants :

1° Les grands éléments (fragments de houille, clayats) de cette roche proviennent du remaniement, peu de temps après leur dépôt, de couches incomplètement durcies et ont donc une origine analogue aux fragments anguleux de la Grande Brèche de Namur (1) ou du Marbre Napoléon du Boulonnais (2).

2° Les éléments du conglomérat ont été empruntés à des formations géologiques d'âges différents.

Les grands fragments (morceaux ou grains de houille, clayats) proviennent de la désagrégation de couches dont la formation était sensiblement contemporaine de celle du conglomérat, ils résultent donc de phénomènes d'*érosion contemporaine*.

La pâte gréseuse du conglomérat, formée de grains de quartz et de paillettes de mica blanc, dérive de l'érosion de terrains cristallins qui sont donc *anciens* par rapport aux couches de houille remaniée (3).

3° Les matériaux remaniés, qui donnent à la roche son allure de conglomérat, sont des sédiments d'origine bien différente que le ciment gréseux qui les unit.

Le Durain, le Cannel-Coal et le Boghead qui ont donné les éléments charbonneux sont (4), comme nous l'avons

(1) G. DELÉPINE. — Recherches sur le Calcaire carbonifère de la Belgique. Thèse, Lille, 1911, p. 275 à 280.

(2) J. DE LAPPARENT. — Les faciès bréchiques du Calcaire carbonifère, *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLVII, p. 110 à 113, Lille, 1922.

(3) Ce conglomérat se rapproche donc des brèches de la deuxième catégorie décrites par M. J. DE LAPPARENT.

J. DE LAPPARENT. — Leçons de Pétrographie, Masson et Cie. Paris, 1923, p. 456 à 458.

(4) A. DUPARQUE. — Remarques sur la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 212, Lille, 1926.

montré antérieurement, des sédiments formés en eaux assez profondes ou très calmes.

Au contraire, le grès qui enrobe ces fragments est un sédiment grossier de formation littorale (1) ou fluviale.

4° Ces derniers caractères (2° et 3°) nous montrent que les grands fragments ont dû subir un certain transport qui les a amené là où ils ont été enrobés dans les sables grossiers. Ce transport est d'ailleurs mis en évidence par l'existence de véritables galets (galet de Cannel Coal, galet de Boghead, galet de Durain) (Fig. 2, g¹, g²) et l'allure des lentilles de houille bréchoïde (Fig. 2, L, L', Fig. 3).

Ce conglomérat s'éloigne par là des sédiments du type *grande Brèche* dont les grands éléments ont été remaniés sur place.

5° Les grands éléments ne sont pas d'un type uniforme.

Les uns, comme les galets de Boghead et de Cannel-Coal et certains galets de Durain (Fig. 2, g¹), sont bien roulés ou ont au moins leurs angles arrondis.

Les autres, comme les fragments de houille qui forment les lentilles et les lits de houille bréchoïde, sont anguleux et ne présentent pas de traces d'usure.

C'est à cette dernière catégorie qu'appartiennent les nodules de sidérose dont les contours arrondis sont en rapport avec leurs formes initiales.

Il est donc impossible de ranger le lit de cuerelles étudié parmi les poudingues ou les brèches et il convient de lui conserver la désignation plus vague de « *conglomérat* » (2) en le considérant comme intermédiaire entre ces deux catégories de sédiments.

En ce qui concerne les lits et lentilles de houille remaniée, pris individuellement, les contours irréguliers et anguleux des fragments de charbon qui les forment, nous permettent de les ranger dans la catégorie des brèches,

(1) Ce caractère est très général parmi les brèches et les conglomérats de ce type. Voir: J. DE LAPPARENT, *loc. cit.*, p. 457.

(2) J. DE LAPPARENT, *loc. cit.*, p. 452.

c'est pourquoi nous les avons désignés sous le nom de « houille bréchoïde ».

6° La houille existe dans ce conglomérat non seulement à l'état de galets et de lits ou de lentilles plus ou moins importantes, mais aussi sous forme de grains très fins et extrêmement nombreux distribués très régulièrement dans toute l'épaisseur du sédiment. Le remaniement des couches de houille a donc duré aussi longtemps que la sédimentation elle-même.

Peu de temps après son dépôt cette houille, encore plastique, avait acquis une consistance telle qu'elle a pu subir l'action violente d'agents de transport sans être complètement désagrégée. La transformation du dépôt organique en masse colloïdale consistante devait donc se faire dans un espace de temps relativement court.

La fossilisation des grains de houille dans le grès suppose une accumulation rapide de ce sédiment, car la houille colloïdale à cet état de division extrême ne pouvait résister longtemps à la trituration résultant de l'action combinée d'eaux rapides tenant en suspension de nombreuses particules minérales.

Comme nous l'avons vu plus haut, la formation du conglomérat de Bruay se trouve intercalée entre deux épisodes différents. Elle a été précédée par une sédimentation en eaux relativement calmes pendant laquelle se sont formés les lits horizontaux et très réguliers de la base (Fig. 2, 3° et 4°) ; elle a été suivie par un arrêt de la sédimentation et la formation de ripple marks à la surface des dernières couches formées (Fig. 2, S).

Quant au conglomérat lui-même (Fig. 1, 1° et 2°), l'obliquité des lits, leur stratification entrecroisée et l'accumulation d'éléments de tailles et de densité très différentes attestent qu'il s'est déposé sous l'action d'eaux très agitées, caractère qui explique la rapidité du dépôt et la disposition particulière de certains éléments (galets placés verticalement ou obliquement par rapport au plan de stratification, (Fig. 2, g¹, g²).

Au contraire, les deux lits qui l'ont précédé sont caractérisés par la classification rigoureuse des éléments par densité et par taille. Dans la zone intermédiaire (Fig. 2, 3°), les grains de sable sont tous sensiblement de mêmes dimensions et sont beaucoup plus petits que les grains ou fragments de houille plus légers qui présentent eux-mêmes une grande uniformité de taille. Ces derniers sont si bien calibrés qu'ils forment des lits très minces (moins de 1 mm.), mais d'une régularité remarquable. Les éléments du lit de houille bréchoïde de la base (Fig. 2, 4°) sont tous de dimensions sensiblement identiques.

Ces caractères et la parfaite horizontalité des lits successifs attestent que ces éléments ont été transportés par des courants lents et réguliers qui ont assuré leur classification parfaite, car on ne rencontre pas à ce niveau un seul galet de grande taille analogue à ceux que l'on peut observer dans le lit supérieur (Fig. 2, 1°, g¹, g²).

Le conglomérat de Bruay présente donc des analogies frappantes avec les dépôts que nous voyons se former actuellement sur nos plages quand des banes de tourbe immergés au large sont désagrégés par les vagues. Dans les deux cas, les roches charbonneuses remaniées donnent naissance à des galets ou à des blocs plus ou moins anguleux et forment des lits minces, sans continuité, étalés sur le sable grossier de la grève qui présente lui-même de nombreux ripple marks. Sur les rivages des lacs qui occupaient notre pays à l'époque houillère, les conditions de dépôts étaient très voisines, sinon identiques, à celles que nous voyons se réaliser de nos jours sur les côtes de la mer ou des grands lacs.

V. — CONCLUSIONS

Les études microscopique et chimique des galets et fragments de charbon, qui forment les lits et lentilles de houille remaniée, contenus dans les cuerelles qui surmontent la 5^e Veine de Bruay viennent donc confirmer les observations antérieures concernant le gisement pres-

que exclusif des galets de houille dans des sédiments grossiers, l'association en un même point de galets appartenant à une même espèce de charbon, dont la composition chimique est toujours semblable à celles des houilles des veines voisines, et l'existence, dans la plupart des galets, de fentes de retrait qui se sont développées postérieurement à leur remaniement.

Cette étude microscopique permet, en outre, de mettre en évidence un certain nombre de faits intéressants concernant la genèse des couches de houille.

1° Au moment où elle a été ravinée par les eaux, la couche de houille qui a fourni les éléments du charbon bréchoïde *n'était pas complètement durcie et présentait encore une grande plasticité*. Nous avons donc la preuve que les lits de Durain de l'époque houillère se sont formés de la même façon que la *Fimménite* qui est une tourbe de pollen.

Les galets et fragments de Durain de Bruay ont été roulés et transportés dans des états comparables à ceux des galets de tourbe si fréquents sur nos plages.

2° Le remaniement, à l'état pâteux, des couches de Durain de Bruay nous montre *que le durcissement des couches de houille a été un phénomène lent et progressif*, contrairement à l'opinion émise par certains partisans de la théorie de l'allochtonie qui ont été jusqu'à admettre que la houille était « *déjà houille* » quand elle s'est déposée là où nous la trouvons, estimant ainsi que ce combustible s'était formé très rapidement.

Ce caractère vient confirmer ce que nous avons dit sur la formation de la substance fondamentale (pâte de la houille), de nature colloïdale, qui s'est différenciée par précipitation des substances organiques en solution ou en pseudo-solution dans l'eau de la lagune houillère.

3° Les fragments de houille, qui forment le charbon bréchoïde, ont subi avant leur durcissement des actions violentes (désagrégation de la couche de houille initiale,

transport, etc....) et ont été amenés dans des lieux et des conditions de dépôt bien différents de ceux d'une Veine de houille restée en place.

Or, depuis leur dépôt, ces fragments de houille plus ou moins isolés dans les cuerelles *ont évolué dans le même sens que la houille des Veines en place.*

La composition chimique et la structure microscopique des galats et des fragments de Durain du Charbon bréchoïde sont identiques à celle du Durain de la 5^e Veine restée en place.

Il en est de même des lambeaux d'écorce de sigillaire, riches en fibres sclérifiées, qui ont été transformés en Xylovitrain comme les fragments de tissus lignifiés que l'on rencontre dans le Durain (1).

Il faut donc admettre que les actions (2) qui ont entraîné des modifications de la roche après son enfouissement, sous d'autres sédiments, étaient surtout d'ordre très général et s'exerçaient de façon assez égale sur de grandes épaisseurs des formations houillères.

L'évolution parallèle de charbons formés d'éléments primordiaux identiques, mais placés dans des conditions de dépôt différentes, vient confirmer la théorie émise par M. Ch. Barrois dans son étude comparative des houilles de certaines veines et des schistes bitumineux qui forment leurs toits (3). Ici, comme pour les schistes bitumineux, l'influence des actions secondaires qui ont agi sur les sédiments organiques après leur enfouissement était subordonnée à celle des agents qui présidèrent aux conditions du même dépôt.

(1) A. DUPARQUE. — Le rôle des tissus lignifiés dans la formation de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 51 à 64. p^l. I. Lille, 1926.

(2) Ces actions peuvent avoir été d'origine externe au combustible (telles que pression des terrains, élévation du degré géothermique, etc...) ou d'origine interne (continuation de l'évolution chimique du combustible sous l'influence de ferments résultant de l'action bactérienne et dont l'activité a pu persister longtemps après la mort des organismes microbiens.

(3) Ch. BARROIS. — Sur les schistes bitumineux du bassin houiller du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXIX, p. 65 à 73, Lille, 1910.

4° Dans les trois types de roches combustibles, *Houilles*, *Lignites*, *Tourbes*, nous avons pu mettre en évidence l'existence de formations analogues (Durain, certains lits du Lignite de Fuveau (1), Fimménite) appartenant à la classe des charbons sporo-polliniques. L'étude du charbon bréchoïde nous permet d'affirmer que le terme le plus évolué (Durain) est passé par un stade voisin de celui qui est le moins transformé (Fimménite).

Cette étude apporte donc un argument de plus en faveur de la théorie, admise d'ailleurs par la plupart des géologues, que les houilles, les lignites et les tourbes représentent des stades d'évolutions successifs de formations semblables ou du moins très voisines.

5° Les grands éléments (fragments et galets de houille, clayats) du conglomérat de Bruay proviennent du remaniement de couches de charbon ou de schiste incomplètement durcies, caractère qui rapproche cette formation des sédiments du type *grande brèche*. Mais l'analogie avec ces dernières roches n'est pas complète, car le ciment gréseux était d'origine terrigène plus littorale et nous avons affaire à un *conglomérat hétérogène*.

6° Le Conglomérat de Bruay nous offre un exemple de roche formée sous l'action d'eaux tourbillonnantes, caractérisées comme tous les sédiments de ce type par la grande diversité de taille des éléments et leur stratification entrecroisée.

Les caractères très différents (2), et même opposés, de la sédimentation de toutes les variétés de roches combustibles nous montrent que ces dernières n'ont pu se former dans de telles conditions et que, si l'on doit admettre pour

(1) A. DUPARQUE. — La structure microscopique des lignites. Comparaison avec la structure microscopique de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 179 à 190, pl. XI, Lille, 1926.

(2) A. DUPARQUE. — La structure microscopique et macroscopique de la houille. Son origine et son mode de formation. *Revue de l'Industrie Minière*, N° 142, p. 493 à 514, 2 Pls, 4 Fig., Saint-Etienne, 1926.

A. DUPARQUE. — *Loc. cit.*, *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 212.

leurs éléments l'idée d'un certain transport, ce transport a dû s'effectuer en eau assez calme et consister dans la plupart des cas en un simple flottage.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII

Fig. I. — Microphotographie (en lumière réfléchie) du contact de deux fragments de Durain du charbon bréchoïde de Bruay.

La section coupe sensiblement les deux fragments g_1 et g_2 suivant une direction perpendiculaire à leurs plans de stratification respectifs.

La figure ci-dessous (Fig. 10, texte) schématise la structure de ces deux fragments de houille.

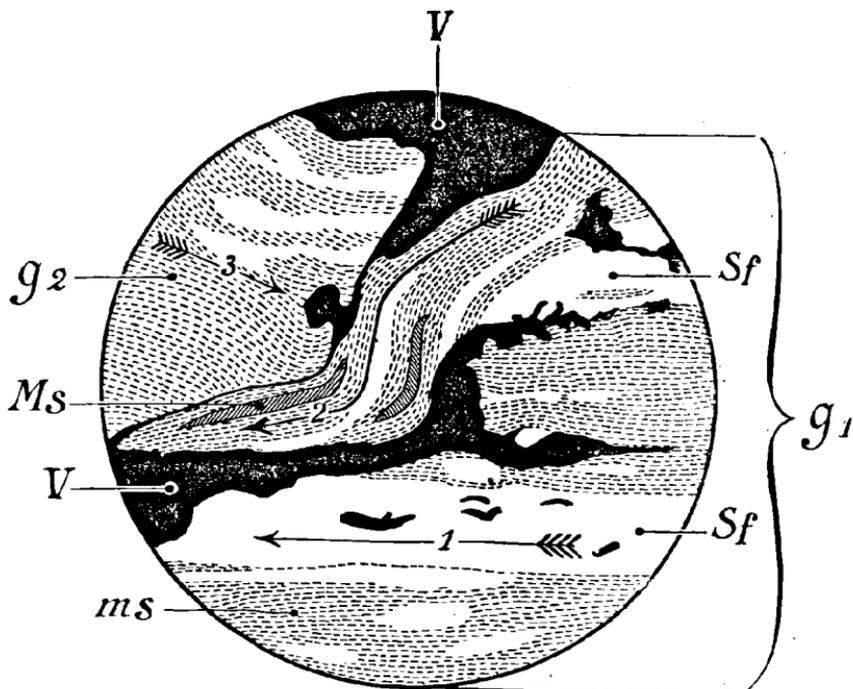


Fig. 10. — Schéma explicatif de la figure 1 de la Planché XIII

Une lame de houille, 2, dépendant du fragment g1, a été pliée en S sous l'action du fragment g2. Les macrospores contenues dans cette lame sont elles mêmes coudées. L'allure de la déformation infligée par g2 à l'alignement primitif des microscopes montre que la lame était encore plastique quand elle l'a subie cette lame était assez élastique pour résister à cette action puisqu'elle n'a pas été écrasée et qu'il subsiste un vide V assez important entre elle et la portion du fragment g1 non déformée.

On peut également se rendre compte de l'allure des contacts des deux fragments de houille étroitement accolés dans la région où la lame déformée s'applique exactement sur g2, séparés par des vides assez importants, V, dans les autres régions.

G1 — Fragment de houille se terminant en lames distinctes correspondant aux différents lits du Durain. La lame 2 a été fortement déformée par g2, la stratification de ses éléments a subi une déviation indiquée par la flèche 2 et l'alignement des microspores de la région médiane a été amené dans une direction perpendiculaire à sa position initiale, cette dernière direction qui a été conservée dans les deux lames inférieures est celle de la flèche 1.

G2 -- Fragment de houille dont le plan de stratification (flèche 3) est légèrement oblique par rapport à celui du fragment g1. En comprimant la lame dépendant de ce dernier il s'est légèrement écrasé contre elle et les rangées de microspores ont été déplacées et divergent légèrement.

Ms — Macrospores

ms — Microspores (sur le schéma les points tirés représentent les microspores).

V. — Vides existant entre les fragments g1 et g2.

Fig. 2. — Aspect des fragments de Durain de la houille brècheoïde

Fragment de Durain à contours très irréguliers dont la base est limitée par des macrospores partiellement dégagées. Le schéma ci-dessous (Fig. 11, texte) explique la structure des différents fragments qui sont séparés de leurs voisins, (du moins dans le plan de la section), par des vides plus ou moins importants.

Ce fragment est coupé perpendiculairement au plan de stratification.

Ms' — Macrospores dont l'une des extrémités complètement dégagée s'est courbée à angle droit par rapport à la partie restée en place.

Ms1 — Macrospore dont l'une des parois a été enlevée.

Ms2 — Petits fragments de macrospores.

Ms3 — Fragment de macrospore.

Ms 4 — Macrospore entière

ms — Microspore.

Sf — Substance fondamentale.

V — Vides existant entre les fragments de Durain.

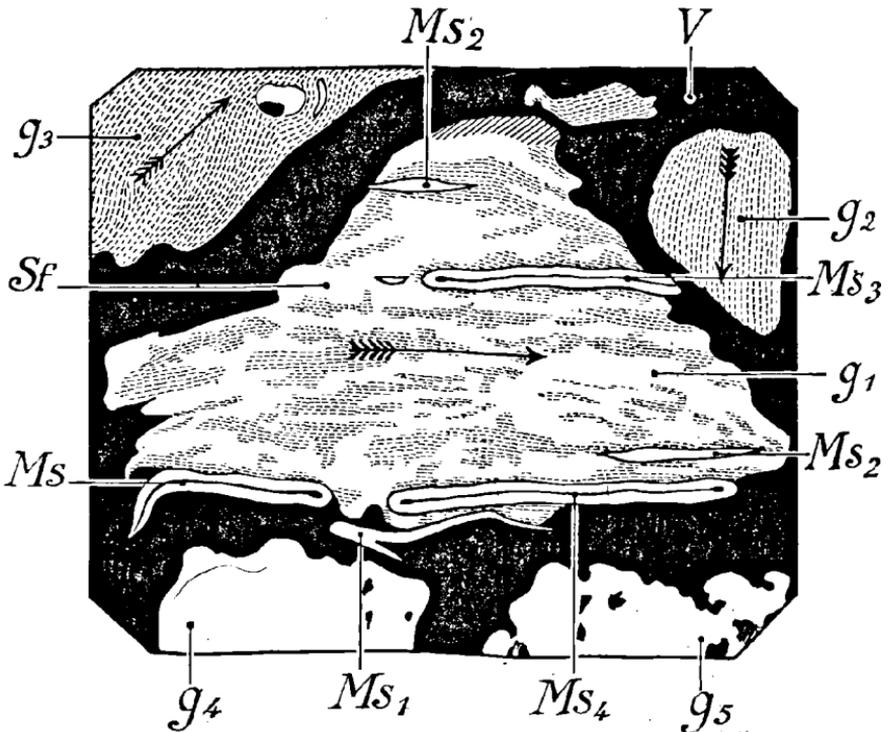


Fig.11.— Schéma explicatif de la figure 2 de la Plaque XIII.

g² - g³ — Fragments de Durain riches en microspores coupés perpendiculairement aux strates.

g⁴ - g⁵ — Fragments de Durain coupés parallèlement à leurs plans de stratification, la section passant par un lit formé uniquement de substance fondamentale.

Les flèches indiquent les directions des plans de stratification respectifs des fragments g¹, g² et g³ dans le plan de la figure

Gro-sissement. . 50



M. A. Duparque fait la communication suivante :

**Remarques sur les Galets de Boghead et de Gayet
du conglomérat de Bruay
par André Duparque**

Le Conglomérat de Bruay (1) que j'ai décrit précédemment (2) contenait quelques galets de Boghead et de Gayet (Cannel-Coal), dont l'étude microscopique et chimique fera l'objet de la présente note.

I. — GALET DE BOGHEAD.

Ce galet légèrement aplati, à arêtes bien arrondies et d'assez grande dimension (0 m. 10 × 0,08 × 0,05) est formé par une roche brune, compacte, légère, à grains très fins, à éclat satiné; très tenace, il résiste à l'action du marteau et semble encore doué d'une certaine élasticité, sa cassure conchoïdale est légèrement grenue, il présente la rayure brune caractéristique des roches sapropéliennes.

Une surface polie, examinée au microscope métallogra-

(1) Ce conglomérat a été trouvé par M. Brousse, dans le banc de grès (cuernelles) surmontant la 5^e Veine au Puits N^o 3 ter des Mines de Bruay.

(2) A. DUPARQUE. — Un conglomérat avec galets de charbon dans le terrain houiller de Bruay. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 318 à 353, Pl. XIII, Lille, 1926.

phique, m'a révélé la structure caractéristique des bogheads (1). Cette roche est constituée par de nombreux thalles d'algues serrés les uns contre les autres et cimentés par une substance fondamentale peu développée.

Son analyse immédiate m'a donné les résultats suivants :

Eau hygroscopique	0,64 %
Matières volatiles.	69,36 %
Carbone fixe.	15,30 %
Cendres.	14,70 %
Matières volatiles rapportées au charbon.	81,92 %

Il présente donc tous les caractères microscopiques et chimiques des Bogheads types.

II. — GALET DE GAYET.

Ce galet de plus petite taille que le précédent (0 m. 04 × 0,03 × 0,015) s'en distingue nettement à l'œil nu par des caractères assez nets. Il a un aspect schisteux et est nettement aplati, parallèlement à la direction de cette schistosité, son grain est très fin, sa cassure conchoïdale et lisse, son éclat légèrement lustré, sa rayure brun foncé.

Examiné au microscope, une surface polie montre la structure caractéristique des gayets et des Cannel-Coals. Les corps figurés sont surtout représentés par de nombreuses microspores formant des lits très serrés à disposition fluidale. Les macrospores et les fragments de macrospores sont relativement nombreux. Il contient quelques débris de tissus lignifiés réduits à l'état de corps étoilés.

La schistosité apparente est due à la stratification très fine de la roche.

Sa composition chimique est la suivante :

Eau hygroscopique	0,36 %
Matières volatiles.	68,44 %

(1) A. DUPARQUE. — Remarques sur la structure du Boghead de Nœux et des galets de Boghead décrits par Meugy et M. R. Dehée. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 94-97, pl. VI, Lille, 1925.

Carbone fixe.	18,60 %
Cendres.	12,60 %
Matières volatiles rapportées au charbon.	78,63 % (1)

La composition chimique et la structure microscopique de ce gayet (Cannel-Coal) présentent des particularités intéressantes.

III. — CARACTÈRES PARTICULIERS DU GAYET DE BRUAY

1° — Ce Gayet diffère des Cannel-Coals types à la fois par sa *haute teneur en matières volatiles* (68,44 %) et sa *forte proportion de cendres* (12,60 %).

Les Cannel Coals sont, en effet, caractérisés par des teneurs en matières volatiles variant entre 40 et 60 %, ils contiennent souvent moins de 1 % de cendres (2).

Les différences des teneurs en matières volatiles sont encore plus sensibles si dans les deux cas on les rapporte à la masse de roche combustible contenue dans des volumes égaux. En raison de leur faible proportion de cendres, les teneurs en M. V. des Cannel-Coals types restent voisines des chiffres donnés plus haut et oscillent entre 40 et 60 %, au contraire celle du galet de Gayet de Bruay passe à 78,63 %.

2° — Par contre, par sa composition chimique, le Gayet du galet de Bruay est très voisin des Bogheads qui sont beaucoup plus riches en matières volatiles (55 à 66 % et parfois plus de 70 %) et sont toujours plus cendreux (18 à 24 %) que les Cannel-Coals (3).

(1) Un autre galet analysé par les services techniques des Mines de Bruay a donné les résultats suivants :

Matières volatiles.	66,95 %
Carbone fixe.	16,55 %
Cendres	16,50 %
Matières volatiles rapportées au charbon.	80,00 %

Cette composition est très voisine de celles des galets de Boghead et de Gayet.

N'ayant pu observer ce galet, il m'est impossible, en raison des grandes ressemblances existant entre les compositions chimiques du boghead et du gayet étudiés au microscope, d'attribuer cet échantillon à l'un ou l'autre de ces combustibles.

(2) J. CORNET. — Géologie, t. III, p. 7 et p. 50. Librairie C. Leich, Mons, 1920.

(3) J. CORNET. — *Loc. cit.*, p. 7, Mons, 1920.

Comme on peut s'en rendre compte en comparant les analyses des deux galets de Bruay, il y a de grandes analogies dans les compositions chimiques de ces roches combustibles d'origines différentes. Les teneurs en matières volatiles (69,36 et 68,44 %) et en cendres (12,60 et 14,70%) sont voisines.

3° — A cette analogie de composition chimique correspond, dans ces deux roches d'origines différentes, un caractère commun de la structure microscopique consistant dans *le grand développement de la masse des corps figurés par rapport à la substance fondamentale (pâte) qui est très réduite.*

Comme l'ont montré les beaux travaux de C. Eg. Bertrand et de Renault (1) confirmés récemment par MM. Zalesky et Thiessen (2), qui ont observé des dépôts actuels analogues, les Bogheads se sont formés par accumulation, dans des eaux tranquilles, de nombreux thalles d'algues gélosiques riches en substances huileuses.

Un de leurs caractères, que l'étude microscopique m'a permis de mettre en évidence dans un certain nombre d'entre eux (3), est l'abondance des algues qui forment presque toute la masse de ce charbon.

(1) C. EG. BERTRAND et B. RENAULT. — 1° *Pila bibractensis* et le Boghead d'Autun, *Bull. Soc. d'Hist. Nat. d'Autun*, t. 5, Autun, 1892; — 2° *Reinschia Australis* et premières remarques sur le Kerosene shale de la Nouvelle Galle du Sud. *Bull. Soc. d'Hist. Nat. d'Autun*, t. 6°, Autun, 1894.

C. EG. BERTRAND. — Nouvelles remarques sur le Kerosene shale de la Nouvelle Galle du Sud, *Bull. Soc. d'Hist. Nat. d'Autun*, t. 9°, 1896.

(2) D. ZALESSKY. — « On the Nature of Pila of the yellow bodies of bogheads and on sapropel of the Ala-Kool Gulf of the lake Balkbach ». *Bull. Comit. Géol.*, Vol. 33, N° 248, p. 495-507, Saint-Petersbourg, 1914.

REINHART THIESSEN. — Origin of the boghead coals. *U. S. Geological Survey, Professionnal paper*, N° 132, Washington, 1925.

(3) A. DUPARQUE. — Remarques sur la structure du Boghead de Nœux et des galets de Boghead décrits par Meugy et M. R. Dehée. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 94-97, pl. VI, Lille, 1925.

IV. — CAUSES DE L'IDENTITÉ DE COMPOSITION CHIMIQUE DU
GAYET ET DU BOGHEAD DE BRUAY.

Le galet de Gayet (Cannel-Coal) qui a été trouvé en même temps que le galet de Boghead, s'en distingue facilement à l'œil nu par son aspect général et décèle au microscope une toute autre origine. Il s'est formé par accumulation de *spores extrêmement nombreuses* dont le développement, par rapport à la pâte de la roche, est sensiblement égal à celui des algues dans le Boghead.

D'autre part, j'ai pu constater, au cours de mes observations concernant les gayets, *que leur teneur en matières volatiles était sensiblement proportionnelle à celui du développement des corps figurés (représenté pratiquement par les spores) par rapport au reste du sédiment.*

Ces observations sont entièrement d'accord avec celles de M. X. Stainier qui écrivait dans une note récente (1) : « Dans les faux Cannels très pauvres en matières volatiles, les seuls que j'ai bien étudiés, on peut affirmer que les corpuscules jaunes (Spores) si abondants dans les préparations décrites par M. Bertrand, font complètement défaut ».

De mon côté, j'ai pu observer l'absence presque complète de spores et autres corps figurés dans un gayet très pauvre en matières volatiles (2).

Les teneurs en matières volatiles, sensiblement égales et

(1) X. STAINIER. — Le Pseudo-Cannel-Coal de la Veine anglaise du Bassin de Charleroy. *Ann. de la Soc. Scientifique de Bruxelles*, 44^e année, 4^e fasc., p. 527-534, Louvain, 1925.

(2) A. DUPARQUE. — Remarques sur la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 212, Lille, 1926.

Ce gayet qui provient de la Fosse N° 7 de Meurchin (Compagnie des Mines de Lens) a donné à l'analyse les résultats suivants :

Eau hygroscopique.	2,38 %
Matières volatiles	12,32 %
Carbone fixe.	67,50 %
Cendres.	17,80 %
Matières volatiles rapportées au charbon.	14,36 %

correspondant dans le Baghead et le Gayet de Bruay à des développements semblables de la masse des corps figurés ne doivent pas nous étonner.

En effet, malgré les grandes différences qui existent, au point de vue systématique, entre les algues (organismes autonomes) et les spores (simples cellules reproductrices de végétaux houillers), *ces deux catégories de corps figurés possédaient, à l'état vivant, des compositions chimiques très voisines.* Les algues étaient riches en *substances huileuses* (par conséquent en dérivé de l'acide oléique et en corps s'en rapprochant), tandis que les exines de spores (seules parties conservées dans les charbons) étaient formées surtout de *cutine*, substance qui est actuellement considérée (1) comme constituée par une molécule d'acide stéarocutique, $C^{28} H^{48} O^4$, et cinq molécules d'acide oléocutique, $C^{15} H^{20} O^4$.

Les substances initiales, qui ont donné naissance au Boghead et au Gayet considérés, appartenaient dans les deux cas à une même classe de corps organiques : les « *corps gras* », avec prédominance des matières huileuses. Les dépôts primitifs étant presque identiques, quant à leur composition chimique, il n'est pas étonnant, qu'ayant subi des actions secondaires (enfouissement sous d'épaisses couches de sédiments, dislocation et mouvement de l'écorce terrestre, etc...) et des phénomènes de transport sensiblement égaux, ces deux roches aient évolué parallèlement et aient donné actuellement des combustibles présentant des constitutions chimiques très voisines.

V. — CONCLUSIONS.

1° — Le Gayet et le Boghead des galets du terrain houiller de Bruay nous offrent un exemple frappant de roches combustibles d'origines différentes, présentant des compositions chimiques, et en particulier des hautes teneurs en matières volatiles, extrêmement voisines.

2° — A ces compositions chimiques voisines correspondent, dans chacune de ces roches, à l'existence d'un ca-

(1) F. BELTZER et J. PERSOZ. — Les matières cellulosiques. Librairie Béranger, Paris, 1911.

ractère commun, le grand développement des corps figurés et l'extrême réduction de la substance fondamentale.

Ce caractère qui est constant dans les bogheads, toujours très riches en matières volatiles, n'est qu'accidentel dans les gayets (Cannel-Coals) qui, ordinairement, contiennent beaucoup moins de corps figurés.

3° — Dans ces combustibles particuliers, caractérisés par des hautes teneurs en matières volatiles, la présence de corps figurés spéciaux (Algues, Spores) et d'une pâte sapropélieenne, cette teneur en matières volatiles paraît être sensiblement proportionnelle au développement des corps figurés par rapport à la substance fondamentale (pâte).

Ce caractère n'est pas spécial aux bogheads et aux gayets, j'ai pu l'observer d'une façon très générale dans toutes les houilles que j'ai étudiées jusqu'ici; les houilles grasses sont riches en corps figurés, les houilles maigres, au contraire, n'en contiennent qu'une faible proportion.

Les corps figurés des combustibles et surtout les corps figurés cutinisés (Spores, Cuticules) et huileux (Algues gélosiques) (1) seraient la source initiale des matières volatiles qui apparaissent à la distillation.

La composition chimique de ces combustibles semble donc liée à la nature et aux conditions du dépôt initial et leur étude conduit à des conclusions analogues à celles que M. Ch. Barrois a pu tirer de la comparaison des veines de houille et des schistes bitumineux qui forment leurs toits (2); elle vient confirmer mes observations antérieures (3).

(1) Les substances huileuses des algues doivent être formées principalement comme tous les corps gras liquides d'éthers de l'acide oléique.

La cutine serait également un corps gras dérivant surtout de l'acide oléocutique.

(2) Ch. BARROIS. — Sur les schistes bitumineux du bassin houiller du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXIX, p. 65 à 73, Lille, 1910.

(3) A. DUPARQUE. — Sur la structure microscopique des charbons de terre. *C. R. des séances de l'Académie des Sciences*, t. 182, p. 475.

4° — Le galet de Boghead trouvé par M. Brousse dans les cuerelles houillères de Bruay nous montre que cette roche, qui n'a été reconnue en place qu'en un seul point du Bassin houiller dans la concession de Nœux (1), doit être plus fréquente qu'on le croit ordinairement.

Des galets de Bogheads ont été trouvés dans des sédiments beaucoup plus récents et en des points assez éloignés, par Meugy (2), et tout récemment par M. R. Dehée (3), faits qui impliquent la présence de plusieurs couches de Boghead dans notre terrain houiller.

5° — La nature des galets de Gayet est encore en rapport avec celle des couches de houilles voisines. Il existe en effet une passée de gayet entre les 6^e et 7^e Veines et un autre lit au-dessus de la 8^e Veine. Comme on le voit, les couches de Gayet sont assez fréquentes au toit des veines de ce type et il est au moins vraisemblable qu'une telle couche ait pu exister au-dessus de la 5^e Veine et avoir été complètement détruite par l'érosion.

On ne connaît pas de lits de Boghead à ce niveau du terrain houiller, mais si on admet, comme je l'ai fait antérieurement (4), que le Gayet (Cannel-Coal) passe insensiblement et graduellement aux Bogheads l'association dans un même gisement de ces deux galets de roches différentes s'explique facilement.

(1) Le Boghead de Nœux provient de la Fosse N° 9, Étage 314. Il forme une passée irrégulière recoupée par la bowette reliant les fosses N° 9 et 5 à 250 m. à l'est du premier de ces puits. Il contient 54.70 % de matières volatiles et 6 % de cendres.

(2) MEUGY. — Essai de Géologie pratique sur la Flandre française. *Mém. Soc. Imp. des Sc., Agr. et Art de Lille*, 1852, p. 88.

(3) R. DEHÉE. — Une roche du terrain houiller dans les sables d'Ostricourt. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 79 à 93, 4 Fig., Pl. VI, Lille, 1925.

(4) A. DUPARQUE. — Remarques sur la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 212, Lille, 1926.

6° — Les galets de Boghead, de Gayet et de houille associés dans les Cucrelles de Bruay présentent des tailles très différentes en rapport avec la ténacité plus ou moins grande de ces roches. Le galet de Boghead est de grande taille (0 m. 10 \times 0,08 \times 0,05) et le galet de Gayet plus petit (0 m. 04 \times 0,03 \times 0,015) est beaucoup plus grand que la plupart des galets de Durain (0 m. 005 en moyenne).

Par contre, dans ce gisement, le nombre de galets de chaque espèce est en rapport direct avec la fréquence des différentes variétés de charbon dans la série houillère. Le galet de Boghead est unique, ceux de Gayet sont rares (trois), tandis que les galets ou grains de houille sont innombrables.

M. G. Dubois fait la communication suivante :

Un recul local du littoral à Loon-Plage
par **Georges Dubois**
(Planche XIV)

Le long du littoral de Calais à Dunkerque, la Mer du Nord se retire depuis le Moyen-Age (1). Actuellement encore, la marée tend à recouvrir de moins en moins le large estran qui s'étend au pied des dunes littorales, et, au devant d'Oye, un nouveau polder vient d'être conquis en 1925 (2). Pourtant, localement, à Loon-Plage, on doit enregistrer un recul du littoral, une avancée de la mer.

La petite station balnéaire de Loon-Plage comporte

(1) R. BLANCHARD. — La Flandre, 1906, p. 204-208.

(2) G. DUBOIS. — Exploration de la partie occidentale de la Plaine Maritime flamande. V. Région littorale entre Calais et Gravelines (Feuille de Dunkerque) *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. 30, 1925-26, n° 162, p. 121-123 (C. R. coll. campagne 1925). — L'estran devant Gravelines, *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. LI, 1926, p. 281-317, 2 fig.

quelques maisons groupées autour d'un hôtel: « Le Casino ».

Ces habitations sont entourées de dunes et se défendent très difficilement contre la marche des sables. L'hôtel et plusieurs villas sont plongés dans des entonnoirs de sable, dont le fond n'est dégagé qu'au prix de gros efforts; une des villas est abandonnée, en partie détruite par la montée du sable.

A 1.500 m, environ à l'W. du Casino se trouve la pointe de Gravelines ou pointe du Clipon formée de dunes. C'est un petit cap correspondant à l'extrémité de la rive E. de l'embouchure de l'Aa antérieurement à l'année 1740. Cette rive ancienne se suit depuis Gravelines par les Huttes, la rue du Nord-Banc, les Dunes des Pauvres.

On sait que l'Aa se jette aujourd'hui dans la Mer entre Grand-Fort-Philippe et Petit-Fort-Philippe par un chenal artificiel creusé de 1737 à 1740 à travers les polders des Hems-St-Pol et les banes littoraux qui bordaient ces polders. Les polders sont drainés par l'Egoût St-Pol, watergand qui constitue tout ce qui reste de l'ancien segment inférieur de l'Aa. Des digues ferment l'ancien estuaire. Contre la plus récente (digue Massart) se sont appliquées des dunes peu épaisses et peu élevées (1). Ces jeunes dunes se suivent d'ailleurs aisément jusqu'à la pointe de Gravelines: elles s'appliquent au pied de dunes plus élevées qui marquaient l'ancien littoral du XVIII^e siècle et s'insinuent entre elles. Je reviendrai plus loin sur les relations de ces deux systèmes de dunes.

En arrière des dunes de la pointe de Gravelines se trouvent d'autres lignes de dunes plus anciennes sur la description desquelles je ne m'attarderai pas ici (fig. 1). Je ne ferai que signaler, comme intéressant directement la question étudiée :

(1) Pour la partie du territoire située à l'W. de la pointe de Gravelines, voir la carte que j'ai publiée antérieurement (G. DUBOIS, L'estran devant Gravelines. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, 1926, p. 284, fig. 1).

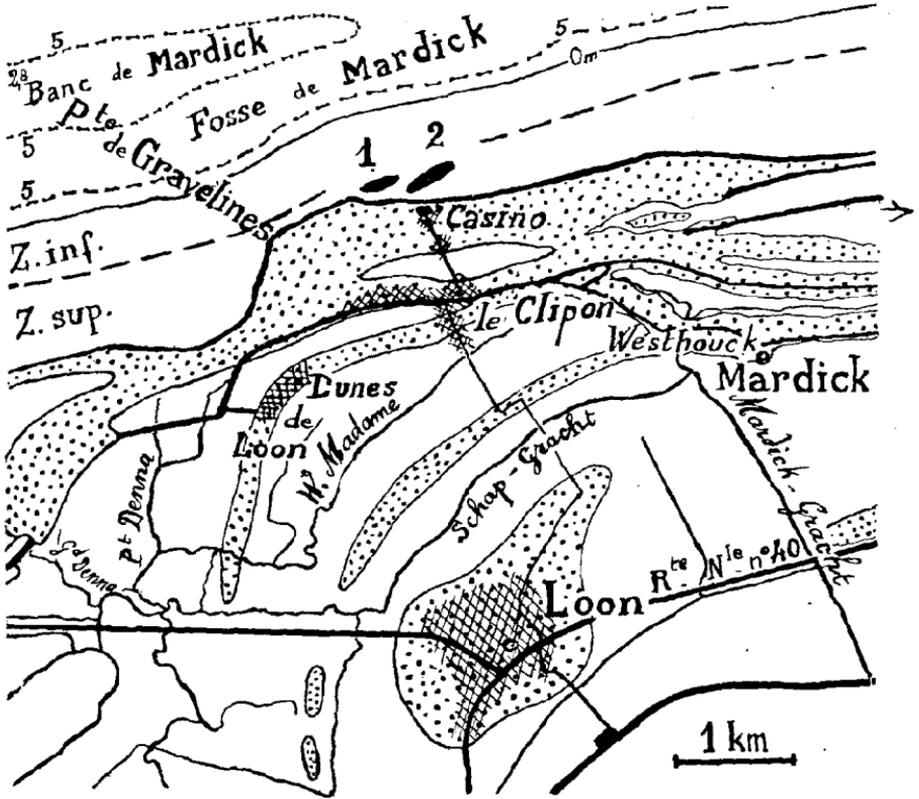


Fig. 1. — Carte géologique des environs de Loon.

Figuré topographique continental d'après les cartes d'Etat-Major (f. 2 Dunkerque) et du Min. de l'Intérieur (f. Calais XVI-5 et Petite-Synthe XVI-4)

Courbes cotidales marines d'après la carte du Service hydrographique de la Marine (f. côte de Gravelines à Zuydcoote).

Gordons littoraux anciens ou actuels, avec dunes plus ou moins érodées, en grisé pointillé, d'après mes recherches personnelles.

1 et 2, Marais maritime submergé :

1, banc gris bleu ; 2, banc gris vert.

— les dunes bordant la digue du comte Jean (1) formant littoral vers les xiv^e-xvi^e siècles (2). En différents points, les dunes du xviii^e siècle, dont il a été question plus haut, sont venues s'appliquer contre la digue du comte Jean et l'ont même débordée.

— les dunes, en grande partie détruites par l'action de l'homme, qui portent le hameau des « Dunes de Loon » et vont se confondre avec les précédentes un peu à l'E. du Clipon; elles marquent un littoral antérieur au xiv^e siècle, puisque les polders d'Enna sont connus comme tels dès le début du xiv^e siècle (3).

Entre ces deux lignes, les polders d'Enna (4) ou de Denna sont drainés par le petit Denna, watergand qui paraît avoir été à une époque donnée, un segment de l'Aa ou une des branches de l'Aa, ressemblant en cela à l'Egoût de St-Pol. C'était sans doute une des multiples branches de ce qu'on doit appeler le delta de l'Aa au xi^e siècle et dont nous parle la chronique de Watten.

Si l'on prolonge hypothétiquement le cours du Petit Denna vers le N. E., selon la direction la plus fréquente des embouchures naturelles des rivières flamandes, on aboutit sur l'estran actuel aux abords du « Casino » de la plage de Loon.

L'ESTRAN DE LOON-PLAGE.

Morphologie générale (fig. 1 et 2).

§ 1. A. L'estran entre Gravelines et la Pointe de Gravelines est très large : à marée basse, lors des périodes de vive

(1) Digue terminée en 1419 sous Jean-sans-Peur, duc de Bourgogne, comte de Flandre. cf. A. PLOQC. Port de Gravelines. *Ports maritimes de la France, Minist. des Trav. Publ.*, 1874, p. 130.

Sur la carte jointe (fig. 1) j'ai figuré en traits noirs quelques segments de la digue du Comte Jean, en particulier le segment passant au Clipon.

(2) R. BLANCHARD. — La Flandre, 1906, p. 205-207, fig. 43.

(3) R. BLANCHARD, *loc. cit.*, p. 207.

(4) R. BLANCHARD, *loc. cit.*, p. 165, p. 277.

eau, il mesure de 1.200 à 1.600 m., et présente deux zones distinctes (1) (fig. 1 et fig. 2, I) :

— une zone inférieure, large de quelques centaines de mètres, entre la limite des plus basses mers et la laisse des hautes mers de morte eau; la sédimentation y est sableuse; elle est labourée par les courants côtiers; la pente moyenne est de 10 mm. à 15 mm. par mètre.

— une zone supérieure large d'environ 500 à 1.000 mètres, couverte seulement lors des hautes mers de vive eau par une faible épaisseur d'eau peu agitée; la sédimentation y est sablo-argileuse; la pente moyenne est presque nulle (1 mm. à 1 mm. 5 par mètre).

La zone supérieure est en voie d'atterrissement: c'est un futur polder qu'il sera aisé de conquérir sur le domaine marin.

La vie animale est presque uniquement localisée dans la zone inférieure, la zone supérieure étant surtout une zone d'échouage des tests et coquilles vides.

B. Au voisinage de la Pointe de Gravelines. l'estran diminue rapidement de largeur; à 1 km. environ à l'W. du Casino de Loon, il n'a plus que 500 à 600 m. La zone supérieure disparaît totalement; les laisses de haute mer de morte eau et de vive eau ne sont éloignées l'une de l'autre que de quelques mètres; les courants côtiers labourent tout l'estran et lors des marées de vive eau la vague vient attaquer les dunes (fig. 1; fig. 2, II; Pl. XIV, fig. 1-3).

C. Plus à l'E. l'estran s'élargit à nouveau très progressivement d'ailleurs: en face du Casino de Loon, il mesure environ 800 m.; plus à l'E. encore, la zone supérieure réapparaît et, en face de Mardick (2), l'estran est très

(1) Procq. *loc. cit.*, p. 114.

G. DUBOIS. — L'estran devant Gravelines. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, 1926, p. 281-317, fig. 1-2.

(2) G. DELÉPINE et A. LABEAU. — Le littoral français de la Mer du Nord. *La Feuille des J. Naturalistes*, IV^e S., 34^e A., 1904, n^o 405, Extr. p. 8-9.

sensiblement identique à celui qui s'étend à l'W. de la Pointe de Gravelines, au-devant de Gravelines (fig. 1).

§ 2. La partie de l'estran qu'il y a lieu de considérer plus particulièrement ici est (B) celle comprise entre la Pointe de Gravelines et le Casino de Loon.

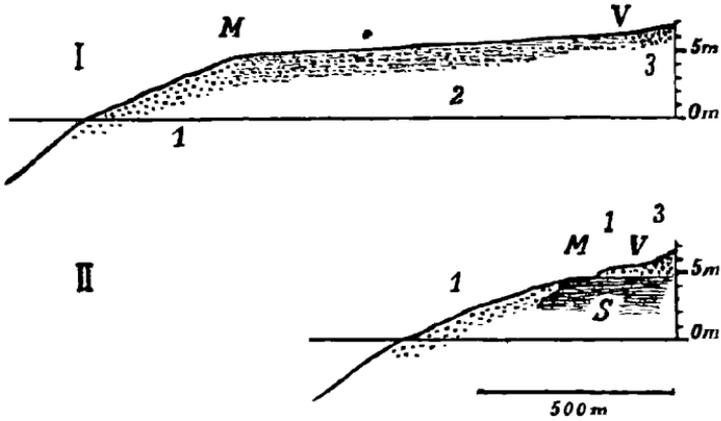


Fig. 2. — Coupes schématiques comparées de l'estran devant Gravelines (Petit-Fort-Philippe) (I) et devant Loon-Plage (II)

- I. — Estran devant Gravelines. (Petit-Fort-Philippe) ; M, laisse des marées hautes de morte eau moyenne ; — V, laisse des marées hautes de vive-eau moyenne ; — 1, sable de la zone inférieure ; — 2, sable et vase de la zone supérieure ; — 3, sable du cordon littoral et de la région préducale.
- II. — Estran devant Loon-Plage. — M, laisse des marées hautes de morte-eau moyenne ; — V, laisse des marées hautes de vive-eau moyenne ; — 1, sable de l'estran ; — 3, sable du cordon littoral ; — S, marais maritime submergé.

Sa pente, qui est en moyenne de 11 à 12 mm. par mètre, n'est pas régulière, car des banes sableux, séparés par des basses, se succèdent depuis le pied des dunes jusqu'à la limite de la basse mer.

A l'estran, fait suite la fosse de Mardick, profonde de 5 à 10 m., étroit couloir d'environ 1 km. de large, limité au N. par le Banc de Mardick qui s'élève en certains points jusqu'à 2 m. 80 sous le niveau des plus basses mers.

Sédiments.

La sédimentation y est essentiellement sableuse.

Dans la région des basses mers, le sable est gris-verdâtre ou gris-jaunâtre, formé de grains de quartz régulièrement calibrés, de 0 mm. 180 à 0 mm. 300 avec grains de silex roulés de mêmes dimensions; glauconie abondante; rares débris de coquilles.

Un peu plus haut dans la région des hautes mers (en particulier aux abords du marais maritime submergé dont il sera question plus loin), le sable est jaune, constitué par du quartz roulé en grains de 0 mm. 150 à 0 mm. 600, avec grains de silex de 0 mm. 300 à 0 mm. 750; glauconie abondante; débris de coquilles atteignant 1 à 2 mm.

Dans les basses, entre deux bancs sableux, il se joint aux gros éléments précédemment décrits un peu de poussière argileuse dont le calibre est de l'ordre de 0 mm. 002 à 0 mm. 005.

Au contraire, près des dunes, un petit cordon littoral est marqué simplement par une plus grande richesse de sable en petits grains de silex et débris de coquilles de 5 à 10 mm.

Faune vivante.

La faune vivante habitant l'estran (1) est essentiellement constituée en ce qui concerne les Mollusques, par :

<i>Cardium edule</i> L.	ccc.
<i>Tellina balthica</i> L.	cc.
<i>Mactra subtruncata</i> D. C.	ac.
<i>Mactra stultorum</i> L.	rr.
<i>Donax vittatus</i> L.	rr.

(1) Je n'ai pas eu l'occasion de voir la partie de l'estran qui ne découvre que lors des grosses marées d'équinoxe.

Cardium edule L. — La forme dominante est vigoureuse, cordiforme, 23 à 25 côtes toutes subrectilignes plates ou arrondies, à lamelles transverses souvent usées; coloration blanche ou jaunâtre, parfois teintée de ponctuations violettes dans la région du crochet, très rarement dans la région postérieure; test épais (Pl. XIV, fig. 6-7).

Les dimensions et le degré de dissymétrie les plus fréquents sont transcrits dans la colonne 1 du tableau I (p. 373).

Tellina balthica L. — Forme dominante vigoureuse colorée, à bandes plus fortement colorées. Quelques formes incolores. Région antérieure arrondie, parfois renflée; région postérieure fortement rostrée. Test assez épais (Pl. XIV, fig. 4-5).

Les dimensions les plus fréquentes des coquilles de *T. balthica* sont consignées dans la colonne 1 du tableau II (p. 373).

Faune subfossile.

La faune de coquilles rejetées vides sur l'estran, généralement dépareillées, est principalement constituée par :

<i>Donax vittatus</i> L.	ccc. (1)
<i>Maetra subtruncata</i> D. C.	cc. (2)
<i>Cardium edule</i> L.	cc.
<i>Hydrobia ulvae</i> Pennant.	c. (3)
<i>Tellina balthica</i> L.	c.
<i>Mytilus edulis</i> L.	ac. (4)
<i>Pecten varius</i> L.	ac.
<i>Maetra stultorum</i> L.	ar. (5)
<i>Ostrea edulis</i> L.	r.
<i>Scrobicularia piperata</i> Gm.	rr. (6)

(1) Cette espèce est commune plus à l'W. devant Petit-Fort-Philippe; aussi, ses valves dépareillées peuvent aisément être transportées jusqu'à Loon.

cf. G. DUBOIS. — L'estran devant Gravelines. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, 1926.

(2) *Maetra subtruncata* vit communément à Petit-Fort-Philippe. (cf. G. DUBOIS, *loc. cit.*).

(3) *Hydrobia ulvae* est très commune à l'état vivant aux abords des jetées du port de Gravelines, particulièrement à Grand-Fort-Philippe. (cf. G. DUBOIS, *loc. cit.*).

(4) *Mytilus edulis* vit au pied des jetées du port de Gravelines. (cf. G. DUBOIS, *loc. cit.*).

(5) *Maetra stultorum* vit communément à Petit-Fort-Philippe et à Grand-Fort-Philippe.

(6) Les valves dépareillées de *S. piperata* récoltées ici peuvent provenir soit du marais maritime submergé où cette espèce se rencontre à l'état fossile, soit des argiles à Scrobiculaires des Hems St-Pol, traversées par le chenal actuel du port de Gravelines. Ces valves fossiles, amenées sur l'estran actuel de Loon, sont souvent jaunies.

LE MARAIS MARITIME SUBMERGÉ

Sur l'estran affleurent, au milieu des sables actuels, des sables plus argileux qui, ainsi qu'il va être montré, représentent les restes d'un *marais maritime* (1) actuellement submergé (fig. 1, 1 et 2; fig. 2, II, s; pl. XIV, fig. 1).

Il y a lieu de distinguer un banc gris-bleu et un banc gris-verdâtre.

A. — *Banc gris-bleu* (fig. 1, 1 et fig. 3).

Le banc se montre à 350 m. environ à l'W. du Casino et à 75 m. environ du pied des dunes.

L'affleurement mesure 30 m. de longueur et 12 à 15 m. de largeur, son plus grand axe étant sensiblement parallèle à la côte.

Je n'ai pas eu l'occasion de faire un nivellement précis du gisement; mais d'après sa position sur la plage relativement à celle des hautes mers, je crois pouvoir indiquer que la surface du banc se trouve au-dessus du zéro moyen du nivellement général et, semble-t-il, approximativement à l'altitude 2 m. (échelle du nivellement général) et à la cote marine + 4 à + 4,50.

J'ai pu sonder ce banc sur une épaisseur de 1 m. 25, la nature bouillante des sables situés à cette profondeur m'ayant empêché de les pénétrer davantage.

Il est formé de quatre couches présentant des caractères lithologiques et fauniques légèrement différents.

Les différences lithologiques et les variations dans la densité des coquilles produisent des différences dans la résistance à l'érosion de chacune de ces couches qui affleurent sous forme de tables très faiblement inclinées vers la mer, exposant en saillie les fossiles en partie dégagés par la vague; de petits escarpements limitent ces tables; ils sont parallèles, dans l'ensemble, non pas au rivage, mais aux lignes cotidales de l'estran.

(1) J. WELSCH. — L'argile à Scrobiculaires des marais maritimes du Centre-Ouest de la France, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4^e S., t. XIX, 1919, p. 46.

On peut très nettement en conclure que le banc de sable argileux étudié est actuellement rongé par les courants marins.

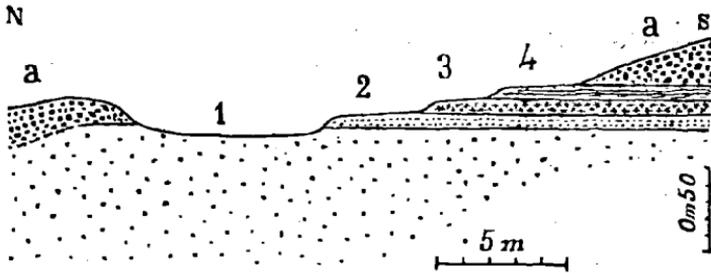


Fig. 3. — Coupe demi-schématique du marais maritime submergé de Loon-Plage (Blanc gris-bleu)

1, 2, 3, 4. Couches du banc gris-bleu
a, Sables actuels de l'estran.

Les différentes couches qu'on peut y distinguer sont les suivantes (fig. 3) :

4. Couche à *Cardium* et *Tellina* échoués et *Scrobicularia* en place.
3. Couche à *Cardium* et *Tellina* en place.
2. Couche à *Cardium* en place abondant.
1. Couche à *Cardium* en place.

Chacune des couches 2, 3, 4 possède 10 à 15 cm. d'épaisseur; la couche 1 a été traversée sur 80 cm.

La couche 1 n'affleure pas et je n'ai pu l'étudier que sous l'eau d'une basse. Elle est constituée par du sable gris-bleu répondant au type des « sables pissards », qui forment le sous-sol de toute la plaine maritime flamande.

Ce sable est formé de grains de quartz roulés, très régulièrement calibrés entre 0 mm. 200 et 0 mm. 350; rares grains de silex roulés, de même calibre; glauconie, assez abondante, en grains de dimensions identiques.

Cette couche renferme *Cardium edule*, en place, en petit nombre.

La couche 2 est un sable gris-bleu, un peu argileux, formé de grains de quartz de 0 mm. 150 à 0 mm. 350; en outre, grains plus petits, peu roulés, de 0 mm. 050 à 0 mm. 080, et fines particules argileuses ou sableuses de l'ordre de 0 mm. 002 à 0 mm. 005; glauconie rare en grains de 0 mm. 200 à 0 mm. 350.

On y observe en abondance *Cardium edule* en place. Sur une surface du banc, de 20 cm. de côté, j'ai pu compter jusqu'à 80 *Cardium* en place, en partie dégagés par la vague.

Les coquilles de *Cardium* sont en position de vie: extrémité antérieure en bas, extrémité postérieure et ligament en haut (le ligament étant conservé). Elles sont presque toutes entr'ouvertes, leurs bords latéraux postérieurs formant entre eux un angle de 10 à 30° (Pl. XIV, fig. 18-19).

Il existe quelques *Tellina bathica*, mais elles sont très rares.

La couche 3 est formée d'un sable plus argileux, gris-noirâtre, très semblable au précédent, mais à particules argileuses plus abondantes.

Les *Cardium* y sont peu abondants, mais se présentent également en position de vie comme dans la couche 2.

Les *Tellina bathica*, au contraire, ont ici leur maximum de fréquence. Sur une surface du banc, de 20 cm. de côté, j'ai pu compter 20 *Tellina* en place, en partie dégagées par la vague.

Les coquilles de *T. bathica* sont aussi en position de vie, extrémité antérieure vers le bas, extrémité postérieure à ligament vers le haut, le ligament étant également conservé. Elles sont presque toutes baillantes, les bords latéraux postérieurs formant entre eux un angle assez variable de 0 à 90° (Pl. XIV, fig. 15-17).

Quelques rares *Tellina* se présentent déplacées: bord palléal vers le haut ou crochet vers le haut.

A la surface de cette même couche à *Cardium* et *Tellina* j'ai récolté un exemplaire de *Mytilus edulis*. La coquille se présentait bivalve, les deux valves écartées, en toit, le bord ligamentaire formant arête.

Le ligament était détruit. C'est ainsi que se présentent généralement les coquilles de *Mytilus edulis* vides qui sont venues échouer sur l'estran sablo-vaseux de Petit-Fort-Philippe.

Par plaées, là où le banc est un peu plus argileux, on trouve d'abondantes *Hydrobia ulvae* couchées à la surface du banc: jusqu'à 4 ou 5 par centimètre carré.

La couche 4 est un peu plus argileuse encore que les précédentes :

La roche est formée de petits grains de quartz de 0 mm. 010 à 0 mm. 020 et de fines particules argileuses de l'ordre de 0 mm. 001 à 0 mm. 005; en outre, de rares grains de quartz de 0 mm. 200 à 0 mm. 400; glauconie très rare.

On y observe des *Cardium edule* et des *Tellina balthica* non en place (Pl. XIV, fig. 22).

Les *Cardium* sont parfois bivalves, couchés sur une valve, très rarement bivalves avec les deux valves écartées, le plus souvent univalves en toutes positions. Le ligament est généralement absent.

Les *Tellina* sont généralement bivalves, avec ligament conservé. Elles sont ou couchées sur une valve, ou étalées, face externe des valves en haut. Les valves dépareillées sont assez rares.

A côté de ces fossiles non en place, on trouve, en petit nombre d'ailleurs, *Scrobicularia piperata* en position de vie: extrémité antérieure en bas, extrémité postérieure et ligament conservé vers le haut; coquille close (Pl. XIV, fig. 20-21).

En outre, de nombreuses *Hydrobia ulvae* couchées à la surface du banc par petites plages, jusqu'à 5 ou plus par centimètre carré.

Caractères et dimensions des principaux fossiles : Cardium, Tellina, Scrobicularia, Hydrobia.

Quelle que soit leur position dans l'une ou l'autre des couches, les différentes espèces étudiées se présentent avec les mêmes caractères.

Cardium edule L. — Petit, subglobuleux, blanc ou jaunâtre

avec teintes violettes couvrant à peu près tout le tiers postérieur de la coquille. Côtes arrondies avec lamelles transverses bien nettes. Test mince. Les dimensions et le degré de dissymétrie les plus fréquemment rencontrés sont consignés dans la colonne 2 du tableau I ci-dessous (Pl. XIV, fig. 10-12, 18-19, 22).

Tableau I. — Dimensions et degré de dissymétrie des *Cardium edule* vivant et fossile de Loon-Plage.

	1. vivant	2. fossile
Longueur.	32 à 40 ^{mm}	21 à 29 ^{mm}
Largeur.	26 à 32 ^{mm}	17 à 24 ^{mm} 5
Épaisseur de la coquille bivalve.	21 à 26 ^{mm}	14 à 19 ^{mm} 5
Épaisseur du test près du bord palléal	2 ^{mm}	1 ^{mm}
Dissymétrie (1) dominante.	0 à 15	5 à 15
Nombre de côtes: dominant	24	23
Nombre de côtes: fréquent	23 à 25	22 à 25

Tellina balthica L. — Forme de petite taille, blanche ou bleuâtre, à bandes bleu-noir (2) (Pl. XIV, fig. 8-9, 15-17, 22).

Coquille subcirculaire ou subtriangulaire-subéquilatérale région postérieure peu rostrée; valves peu bombées. Test mince.

Les dimensions les plus fréquentes de ces coquilles sont consignées dans la colonne 2 du tableau II ci-dessous.

Tableau II. — Dimensions des *Tellina balthica* vivant et fossile de Loon-Plage.

	1. vivant	2. Banc gris-bleu	3. Banc gris-vert
Longueur	27 ^{mm} à 29 ^{mm}	14 ^{mm} à 19 ^{mm} 5	10 ^{mm} 6 à 19 ^{mm}
Largeur	21 ^{mm} à 25 ^{mm}	11 ^{mm} à 16 ^{mm}	8 ^{mm} 5 à 15 ^{mm}
Épaisseur de la coquille bivalve	11 ^{mm} à 15 ^{mm}	6 ^{mm} 5 à 9 ^{mm}	4 ^{mm} 2 à 9 ^{mm}
Épaiss. du test	1 ^{mm}	0 ^{mm} 4	0 ^{mm} 2 à 0 ^{mm} 4

Parmi les nombreux échantillons fossiles que j'ai pu récolter, l'en ai relevé un de dimensions exceptionnellement fortes, en comparaison des autres coquilles:

Longueur: 23 mm 4; Largeur: 18 mm. 4; Épaisseur: 10 mm. 9.

Scrobicularia piperata Gm. (*S. plana* D. C.). — Je n'ai récolté que neuf échantillons de cette espèce; ils proviennent très vraisemblablement d'individus de différents âges (Pl. XIV, fig. 13-14, 20-21).

(1) Dissymétrie établie selon la méthode K. LOPPENS. La variabilité chez *Cardium edule*. *Ann. Soc. Roy. Zool. Belg.*, t. LIV, 1923, p. 35-36.

Outre les individus adultes décrits et mesurés, j'ai récolté de rares individus jeunes, longs de 10 mm.

(2) La coloration bleu-noir est certainement due ici en partie au milieu; elle est peut-être secondaire à la fossilisation. Quoi qu'il en soit, l'existence de bandes colorées est indépendante du milieu de fossilisation.

Les individus jeunes sont subelliptiques, blancs, sans bandes colorées, à test très mince et translucide.

L'un d'eux, très jeune, a les dimensions suivantes :

Longueur: 18 mm. 3; Largeur: 14 mm.; Epaisseur: 6 mm.;
Epaisseur du test: 0 mm. 2.

Les coquilles d'individus adultes sont plus subtriangulaires; leur test est gris-bleuâtre, orné de bandes colorées bleu-noirâtre. Elles ont les dimensions suivantes (1):

Longueur	32 ^{mm} à 33 ^{mm} 5
Largeur	25 ^{mm} 7 à 30 ^{mm} 3
Epaisseur de la coquille bivalve . .	11 ^{mm} à 12 ^{mm} 5

Hydrobia ulvae Pennant. Mesure 3 à 5 mm. en moyenne.

D'une façon générale, les coquilles fossiles des couches gris-bleu sont de petite taille et possèdent un test mince et fragile.

Ceci est dû, selon toute vraisemblance, au nombre considérable d'individus qui vivaient sur un territoire peu étendu d'un estuaire: leur alimentation, réduite, n'était pas favorable à leur plein développement.

Le parfait état de conservation des lamelles des *Cardium* des bancs gris-bleu est dû à ce que ces fossiles vivaient dans un estuaire, dans un milieu sableux fin ou sablo-vaseux, à l'abri des grosses vagues; au contraire, les *Cardium* qui vivent actuellement sur l'estran de Loon sont constamment déplacés et roulés dans le sable, ce qui provoque l'usure des lamelles.

Les *Cardium* fossiles de Loon se rapprochent beaucoup par leurs dimensions, leur forme générale, l'état des lamelles, l'épaisseur du test de ceux qui vivent actuellement dans la région vaseuse de la zone supérieure de l'estran devant Gravelines, près des jetées du port, à Grand-Fort-et à Petit-Fort-Philippe (2).

Nodules ferrugineux d'origine secondaire.

A la surface du banc à Scrobiculaires, on peut récolter

(1) En général, les valves dépareillées rencontrées sur l'estran ou les valves des coquilles récoltées en position de vic dans l'argile des polders des Hems-St-Pol sont plus vigoureuses et plus épaisses.

(2) cf. G. DUBOIS. — L'estran devant Gravelines. *Ann. Soc. Géol. Nord.*, t. LI, 1926.

dès rognons durs, noirs en surface, à cassure brune, dans lesquels sont agglomérés quelques coquilles ou débris de coquilles, ainsi que de petits graviers. Ils se montrent constitués par des grains de sable agglutinés par de la limonite.

Parmi les coquilles ou débris de coquilles de ces conerétions, on observe des *Cardium* et des *Tellina* provenant très certainement du gisement fossile lui-même, mais également des *Cardium*, *Tellina*, *Mactra* et *Donax* de la plage actuelle. Ces conerétions sont donc certainement d'origine secondaire, très récente, et paraissent encore en cours de croissance.

B. — Banc gris-vert.

Si l'attention n'était déjà attirée par l'existence du banc sablo-argileux gris-bleu, le banc gris-vert passerait aisément inaperçu, sa coloration étant très voisine de celle des sables actuels qui l'entourent ou le recouvrent parfois. Ce banc, assez étendu, peut se suivre à l'E. du Casino sur 140 m. environ, et à l'W. jusqu'à 150 m. environ, soit sur une longueur totale d'un peu moins de 300 m. et sur une largeur assez variable (5 m. en moyenne).

A l'E. du Casino, il est éloigné du pied des dunes, de 100 m. environ; à l'W. il s'en rapproche, son bord étant parallèle aux lignes cotidales de l'estran.

Sa surface constitue une table à peu près horizontale, dont le niveau me paraît être approximativement situé à 1 m. plus haut que celui du sommet du banc gris-bleu.

Je n'ai pu sonder le banc que sur 0 m. 70, le coulage du sable m'ayant empêché de le pénétrer davantage.

Le banc gris-vert est tout entier formé de sable gris-vert contenant de minces linéoles de sable un peu argileux qui lui donnent sa consistance.

Le sable est formé de grains de quartz assez fréquemment pigmentés de teintes ocre, atteignant 0 mm. 150 à 0 mm. 450; rares grains de silex ou de test de coquilles roulées, de mêmes dimensions; glauconie fréquente de mêmes dimensions.

Les linéoles un peu argileuses sont formées par les mêmes éléments auxquels s'ajoutent des grains de sable plus petits de 0 mm. 030 à 0 mm. 075, et de fines particules argileuses de l'ordre de 0 m. 002.

Faune des bancs sableux gris-verts.

La faune est assez pauvre; j'ai observé, par ordre de fréquence :

Tellina balthica L. en position de vie,
Cardium edule L. en position de vie,
Macra subtruncata D. C., valves dépareillées,
Hydrobia ulvae Pennant.
Donax vittatus D. C., fragment.

Toutes ces coquilles sont blanc jaunâtre, les *Macra* sont un peu décalcifiées.

Tellina balthica. — Subcirculaire ou subtriangulaire faiblement rostrée.

Dimensions consignées dans la colonne 3 du tableau II

Cardium edule. — Je n'ai récolté qu'un échantillon bien conservé; subcirculaire, crêtes transverses bien marquées.

Longueur.	20 ^{mm}
Largeur.	16 ^{mm} 5
Épaisseur de la coquille bivalve	12 ^{mm}
Épaisseur du test	0 ^{mm} 8

C. — *Considérations générales sur les bancs gris-bleu et gris-vert.*

Des descriptions lithologiques et paléontologiques qui viennent d'être faites, il ressort que sur l'estran de Loon-Plage existent des dépôts stratifiés formés de sédiments différents de ceux qui se forment sur l'estran devant nos yeux.

Dans l'ensemble, ils sont plus argileux (certains bancs étant d'ailleurs constitués par de l'argile très fine). Ces dépôts se présentent en couches horizontales avec une continuité et une régularité évidentes.

Ils renferment des *Cardium* et des *Tellina* fréquemment en position de vie, différant notablement des mêmes Mollusques vivant actuellement sur l'estran. En outre, ils contiennent des *Scrobicularia*, en position de vie, et des *Hydrobia ulvae*, la première de ces deux espèces ne vivant

pas sur la plage actuelle, la deuxième n'y paraissant pas fréquente.

D'autre part, il y a lieu de signaler l'absence ou l'extrême rareté des espèces qui, actuellement, se trouvent très communément à l'état rejeté (ou subfossile) sur l'estran.

Les sables plus ou moins argileux, gris-bleu ou gris-vert, qui ont été décrits, constituent un *gisement géologique contenant une faune fossile* et masqué en partie par les sables se déposant actuellement sur l'estran.

Age géologique.

Les caractères généraux de la faune, l'altitude du gisement et surtout ce qui est connu sur l'histoire géologique des environs de Gravelines nous permet de passer rapidement sur la fixation approximative de l'âge géologique : il s'agit de formations très récentes datant des temps historiques (Flandrien supérieur).

Facies des dépôts.

Les formations étudiées se présentent sous un facies moins franchement marin que les sables de l'estran actuel de Loon-Plage :

En un point protégé des grosses vagues et des forts courants marins, à un niveau intermédiaire entre le niveau moyen de la mer et le niveau des hautes mers de morteau, se sont déposés des sables gris-bleu un peu argileux, puis plus argileux, dans lesquels vivaient des *Cardium*, en grande quantité.

En même temps que le fond du bassin de sédimentation s'exhaussait, la sédimentation devenait plus vaseuse ; les *Tellina balthica* et les *Hydrobia ulvae* pullulèrent, tandis que les *Cardium* tendaient au contraire à se raréfier.

Le comblement du bassin de sédimentation se fit grâce au dépôt de vases très argileuses dans un milieu franchement saumâtre où les *Hydrobia ulvae* se propagèrent en

abondance et les *Scrobicularia* s'installèrent, tandis que les *Cardium* et les *Tellina* disparaissaient presque totalement : ces espèces vivaient un peu plus loin vers le large, car leurs coquilles vides étaient amenées par la marée et venaient échouer sur l'argile où vivaient les *Scrobicularia*.

Un peu plus à l'E. se sont déposées les couches gris-vert, le régime est resté plus franchement marin : ces couches rappellent, par leur facies, par leur forme, celles qui se forment actuellement dans la région vaseuse de la zone supérieure de l'estran devant Gravelines, région visitée par la mer seulement lors des marées de vive eau et lors des plus fortes marées de morte eau.

Le banc gris-vert constitue un facies latéral du banc gris-bleu : son altitude un peu plus élevée, en certains points, est sans doute en relation avec sa position même, en dehors de l'espèce de chenal dans lequel s'accumulaient les couches gris-bleu saumâtres et par conséquent dans une région où la marée plus sensible permettait à la sédimentation de s'opérer à un niveau plus élevé.

D'ailleurs, dans l'ensemble, la succession de ces phénomènes s'est produite à une altitude voisine du niveau de haute mer de morte eau, vers + 2 m. Cette altitude n'a pas varié depuis.

La transformation actuellement opérée, d'un estuaire et d'un estran plat sablo-vaseux, en un estran sableux à pente forte, labouré par les courants marins, ne peut s'expliquer que par un recul local du littoral.

Les Dunes littorales voisines du gisement.

Ce recul est d'ailleurs attesté par d'autres témoins : les dunes littorales entre la pointe de Gravelines et le Casino de Loon. Les unes sont anciennes, élevées ; les autres plus jeunes (Pl. XIV, fig. 2 et 3).

Les *dunes anciennes* appartiennent à un système littoral manifestement orienté S.W.-N.E. Ce sont les dunes qui bordaient l'estuaire de l'Aa au XVIII^e siècle. Elles atteignent 10 à 15 m. de haut ; elles sont couvertes de

végétation et sont tranchées, par le littoral actuel, entre la Pointe de Gravelines et le Casino de Loon en véritables petites falaises à parois verticales (1).

Certaines de ces vieilles dunes très érodées sont isolées au milieu du sable jaune des dunes récentes (Pl. XIV, fig. 2). Ces vieilles dunes sont surtout développées entre la Pointe de Gravelines et un point situé à environ 750 m. du Casino, soit à 400 m. du gisement de sable argileux gris-bleu.

Les *dunes récentes* sont basses, vives, en mouvement, parfois couvertes de quelques oyats; leur sable provient de l'estran et dans une forte proportion des dunes anciennes; elles s'immiscent entre ces dernières et parfois en tentent l'escalade.

Une grande partie du sable des dunes anciennes emporté par les vents dominants qui sont W. vient nourrir les jeunes dunes entourant le Casino et menacent la petite station balnéaire.

Essai de fixation de l'âge historique des formations sablo-argileuses étudiées.

Il y a lieu maintenant de se demander à quel cours d'eau se rapportait l'estuaire dans lequel se déposaient les vases et dans lequel vivaient les *Scrobicularia*. C'était évidemment à une branche de l'Aa.

S'agissait-il de la branche de Gravelines (d'avant 1740) ou d'une branche autre? La première hypothèse me paraît peu probable. D'après les cartes anciennes, il ne semble pas que l'estuaire de l'Aa — branche de Gravelines — s'étendait si loin à l'E.

D'autre part les grandes dunes anciennes qui certainement marquent le bord oriental de cet estuaire se trouvent à 400 m. environ à l'W. du gisement étudié.

Je crois donc qu'il s'agit plutôt de l'estuaire d'une

(1) Sur ces parois les vents dominants de l'W. ou du N.W. sculptent des cannelures très marquées.

branche de l'Aa autre que la branche de Gravelines.

En ce cas, c'est la branche représentée aujourd'hui par le petit Denna, dont le prolongement vers la mer, ainsi que je l'indiquais au début de cette note, aboutirait sur l'estran aux environs du Casino de Loon-Plage. Les dépôts d'estuaire étudiés dateraient donc approximativement du XI^e-XII^e siècle.

S'il en est ainsi, le recul du littoral qui a suivi l'établissement de ces dépôts d'eau saumâtre s'est produit une première fois au XIV^e siècle ou au début du XV^e puisque, en 1419, un segment de la digue du Comte Jean était établi au Clipon à 1 km. en arrière du point étudié.

Ceci a dû se produire à la suite de l'établissement de nouveaux cordons littoraux au N. d'Oye et par suite d'une modification dans l'allure des courants côtiers.

Le littoral s'est avancé de nouveau à la faveur de l'alluvionnement produit par l'Aa, branche de Gravelines.

Il a reculé à nouveau au XVI^e siècle (1), puis au XVIII^e siècle, à la suite de l'établissement des cordons littoraux où sont installés les deux Fort-Philippe. Le recul local s'est encore accentué depuis l'établissement des jetées du port de Gravelines : les courants côtiers rejetés vers le large au devant de Gravelines par les jetées sont ramenés vers la côte par le banc de Mardiek et viennent butter contre la pointe de Gravelines en balayant l'estran. Ainsi s'expliquent à la fois l'érosion des vieilles dunes, et la mise à jour des dépôts anciens d'estuaire.

(1) A cette époque, on a dû défendre les dunes de la Châtellenie de Bourbourg. Voir les documents historiques rappelés par R. BLANCHARD, *La Flandre*, p. 202.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV



Estran de Loon-Plage

(DUNES ET MARAIS MARITIME SUBMERGÉ)

FIG. 1 à 3 — LITTORAL ET ESTRAN ENTRE LA POINTE DE GRAVELINES ET LE CASINO DE LOON-PLAGE,

FIG. 1. — Estran de Loon-Plage à marée basse et Pointe de Gravelines. Vue prise vers l'W (Août 1926).

Au premier plan, à gauche, gisement de sables argileux gris-bleu; à droite sables actuels de l'estran avec ripple-marks.

En arrière plan les dunes de la Pointe de Gravelines.

FIG. 2. — Dunes de la Pointe de Gravelines. Vue prise vers le S (Août 1926).

Au premier plan dune actuelle en formation.

En arrière plan vieille dune herbeuse (XVIII^e S) orientée obliquement par rapport au rivage actuel; son flanc N W est remis à nu par le vent.

FIG. 3. — Dunes entre la Pointe de Gravelines et le Casino de Loon-Plage. Vue prise vers le S. E. (Août 1926).

Au premier plan, estran avec laisse de haute mer de vive eau en partie recouverte de sable.

Au second plan, près du personnage, reste d'une vieille dune herbeuse presque totalement érodée.

En arrière plan, vieilles dunes herbeuses, orientées obliquement par rapport au rivage actuel, et attaquées par la mer et le vent. Celle qui occupe le centre de la figure porte des cannelures dues à l'érosion éolienne. Au pied, sable éolien s'insinuant entre les vieilles dunes.

FIG. 4 à 7. — COQUILLES DE LAMELLIBRANCHES VIVANT ACTUELLEMENT SUR L'ESTRAN DE LOON-PLAGE. GRANDEUR NATURELLE

FIG. 4 et 5. — *Tellina (Macoma) balthica* L. Vivant à Loon-Plage, forme la plus commune.

FIG. 4, Bord cardinal; FIG. 5, Face latérale droite.

FIG. 6 et 7. — *Cardium edule* L. Vivant à Loon-Plage, forme la plus commune.

FIG. 6, Bord cardinal; FIG. 7, Face latérale droite.

FIG. 8 à 14. — COQUILLES DE LAMELLIBRANCHES FOSSILES DU MARAIS MARITIME SUBMERGÉ DE LOON-PLAGE (BANC GRIS BLEU). GRANDEUR NATURELLE.

FIG. 8 et 9. — *Tellina (Macoma) balthica* L. — Banc gris-bleu, sables argileux (couche 3).

FIG. 8. Bord cardinal, ligament conservé ; FIG. 9, Face latérale gauche.

FIG. 10, 11 et 12. — *Cardium edule* L. Banc gris-bleu, sables gris-bleu (couche 2).

FIG. 10, Forme commune, bord cardinal. Le ligament, qui était conservé, a été perdu lors du dégagement du fossile.

FIG. 11, Forme commune, face latérale droite.

FIG. 12 Forme de plus grande taille, face latérale droite.

FIG. 13 et 14. — *Scrobicularia plana* D. C. (= *S. piperata* Gm.).

Banc gris-bleu, argile bleue (couche 4).

FIG. 13, Forme commune, face latérale gauche.

FIG. 14, Coquille jeune, face latérale gauche.

FIG. 15 à 21. — COQUILLES DE LAMELLIBRANCHES EN POSITION DE VIE, DANS LE MARAIS MARITIME SUBMERGÉ DE LOON-PLAGE (BANC GRIS-BLEU), EN PARTIE DÉGAGÉES PAR LA VAGUE.

FIG. 15, 16 et 17. — *Tellina (Macoma) balthica* L.

FIG. 15. Vue par le haut ; valves fortement écartées.

FIG. 16, Vue par le haut ; valves peu écartées ; ligament conservé.

FIG. 17, Vue latérale (valve gauche) ; même individu que celui représenté par la fig. 16.

FIG. 18 et 19 — *Cardium edule* L. Deux coquilles en position de vie avec valves légèrement écartées et ligament conservé.

FIG. 18, Coquilles vues par le bord cardinal et la face latérale gauche.

FIG. 19, Les mêmes coquilles vues par le haut.

FIG. 20 et 21. — *Scrobicularia plana* D C (= *S. piperata* Gm.). Valves juxtaposées, ligament conservé.

FIG. 20, Vue latérale (valve droite)

FIG. 21, La même coquille, vue par le bord cardinal.

FIG. 22. — SURFACE DE LA COUCHE SUPÉRIEURE ARGILEUSE (COUCHE 4) DU BANC GRIS-BLEU, DU MARAIS MARITIME SUBMERGÉ DE LOON-PLAGE.

Valves dépareillées de *Cardium edule* L., et *Tellina balthica* L., échouées à la surface de la couche 4 à *Scrobicularia*.

Séance du 1^{er} Décembre 1926

Présidence de M. L. Dollé, président.

Le Président annonce le décès de M. Max Lohest, Professeur honoraire à l'Université de Liège.

Il adresse à la famille de M. Lohest et à l'Université de Liège les condoléances de la Société.

Observations sur
l'Age des Charbons gras de la Sarre
par Paul Bertrand

Dans nos publications antérieures (1), nous avons signalé les analogies frappantes qui relient l'une à l'autre la flore des Charbons gras de la Sarre et celle de l'assise de Bruay. Nous appuyant sur cette similitude des flores, nous avons admis en bloc la correspondance, ou si l'on préfère, l'identité des deux assises, ce qui n'est pas tout à fait exact.

Le progrès des recherches paléontologiques, tant dans le Nord de la France, qu'en Belgique et dans la Sarre, nous a apporté de nouveaux éléments d'appréciation plus nets et plus sûrs.

Tout d'abord, la découverte du niveau marin de Rimbert dans le Pas-de-Calais (= niveau de Petit-Buisson en Belgique = niveau d'Aegir en Westphalie) a permis à MM. Barrois et Pruvost de définir rigoureusement les assises d'Anzin et de Bruay (2).

Du même coup, il a été possible de déterminer très

(1) P. BERTRAND. — Succession régulière des zones végétales dans les bassins houillers français. *C.-R. XIII^e Congr. géol. intern.*, Bruxelles 1922, pp. 605-606.

Id. — Sur les flores houillères de la Sarre. *C.-R. Acad. Sc. Paris* 1922, t. 175, p. 770.

(2) Ch. BARROIS, P. BERTRAND, P. PRUVOST. — Nouvelle carte paléontologique du bassin du Nord. — *Rev. Industr. minér.*, 15 juillet 1924.

Voir aussi: P. PRUVOST. — Les divisions paléont. dans le terr. houil. de l'Europe occid. d'après les carac. de la faune limnique. *XIII^e Congr. géol. intern.*, Bruxelles 1922.

exactement la répartition des espèces végétales au-dessus et au-dessous de ce niveau-repère, c'est-à-dire leur extension verticale, leur durée. Cela revenait en somme à préciser les relations entre les flores des zones B 3 et C de Zeiller. C'est ce que nous avons fait et c'est le résultat de ces études, que nous allons maintenant étendre aux Charbons gras de la Sarre.

L'assise des Charbons gras est excessivement épaisse ; elle peut atteindre 1.000 à 1.200 m. (nous laissons en dehors de nos estimations le faisceau hypothétique de Rischbach), alors que l'assise de Bruay ne dépasse guère 800 mètres.

Presque tous les auteurs sont d'accord pour admettre la division des Charbons gras en deux parties : une partie inférieure, caractérisée par la fréquence du *Sphenophyllum myriophyllum* Crépin et par la rareté ou l'absence du *Sphenopteris Sauveuri* Crépin, et une partie supérieure, caractérisée par la fréquence du *Sph. Sauveuri* et la diminution très notable de *S. myriophyllum*. Nous avons nous-même adopté cette subdivision, qui nous avait paru satisfaisante dans la pratique. Toutefois, la limite entre les deux sous-assises était demeurée flottante.

D'autre part, en révisant nos déterminations, nous dûmes reconnaître que le *Sph. Sauveuri* était une espèce-guide, très délicate à caractériser sur des fragments ; plusieurs espèces, semblables en apparence à celle-ci, mais en réalité différentes, sont couramment confondues avec elle. Nous citerons notamment : *Diplotmema Richthofeni* Stur et *Sph. nummularia* Gutbier (1). L'inconvénient n'est peut-être pas très grand, s'il s'agit d'espèces satellites de

(1) La séparation de *Sph. nummularia* est relativement aisée, mais il y a d'autres espèces, qui, à première vue, dans telle ou telle partie de leur fronde présentent le mode de découpage caractéristique de *Sph. Sauveuri*. Contrairement à Zeiller, nous séparons nettement *Diplotmema Richthofeni* Stur de *Sph. Sauveuri*. Nous en séparons de même *Diplotmema pulcherrimum* Stur, espèce de l'assise de Vicoigne, figurée à tort par Zeiller sous le nom de *Sph. Sauveuri*. (Valenciennes, Pl. IX, fig. 6), etc....

Sph. Sauveuri, c'est-à-dire ayant la même distribution verticale; néanmoins, cette observation fait ressortir la nécessité d'un contrôle.

Nous avons en définitive des motifs très sérieux de chercher à retrouver dans la Sarre la distribution verticale des espèces caractéristiques de Bruay et d'Anzin, en limitant bien entendu, notre enquête aux espèces communes au Nord de la France et à la Sarre.

Nous avons d'ailleurs abordé le problème sous une forme un peu différente: nous nous sommes demandé si, en nous basant sur la répartition des espèces végétales, il ne serait pas possible de retrouver dans la Sarre le niveau marin de Rimbert ou du moins son équivalent.

Effectivement, nous avons constaté que, si l'on adopte le Tonstein IV comme représentant le niveau de Rimbert, la distribution verticale des espèces-guides est sensiblement la même dans la Sarre que dans le Nord de la France et en Belgique. Rappelons que le niveau de Rimbert est inclus dans la zone de distribution du *Neuropteris tenuifolia* et que, d'après les observations de W. Gothan, en Westphalie, le *Linopteris Münsteri* et le *Neuropteris Scheuchzeri* apparaissent environ à 200 m. au-dessus du niveau marin. Ces observations se trouvent confirmées par celles d'A. Renier en Belgique (1) et par les nôtres dans le Pas-de-Calais.

Le *Linopteris Münsteri* Eichwald manque dans la Sarre, ou du moins y est excessivement rare. Mais le *Neuropteris Scheuchzeri* Hoffmann y est fréquent; les plus beaux exemplaires de cette espèce proviennent d'ailleurs de la Sarre (d'après W. Gothan). L'un de ceux-ci, exposé au Musée houiller de Lille, nous a été libéralement envoyé par l'Administration des Mines domaniales de la Sarre (2). Or, le *N. Scheuchzeri*, très fréquent dans la partie supérieure des Charbons gras (Veines I à T de

(1) A. RENIER. — Etude stratigraphique du Westphalien de la Belgique. XIII^e Congr. géol. intern. Bruxelles 1922. p. 1807.

(2) Cet exemplaire sera l'objet d'une description spéciale.

Ste-Fontaine), apparaît à peu de distance sous le Tonstein III (à 100 m. au-dessous) et à environ 150 ou 200 m. au-dessus du Tonstein IV.

Cette observation est décisive et tout ce que nous savons actuellement de la distribution des autres espèces semble la confirmer. On trouvera ci-après les observations les plus importantes :

Neuropteris tenuifolia Schl. — Espèce fréquente dans l'assise de Bruay, mais apparaissant vers le sommet de l'assise d'Anzin, à 450 m. sous Petit-Buisson dans le bassin de Mons, à quelques mètres sous Rimbart dans le Pas-de-Calais. Cette espèce est, de même, fréquente sur presque toute l'épaisseur des Charbons gras de la Sarre; elle apparaît à la couche 4 des Rothell, soit : 300 ou 400 m. sous le Tonstein IV.

N. pseudo-gigantea, forme *linguaefolia* P. Bertrand. — Cette espèce nous paraît avoir aussi la même distribution dans les deux bassins considérés. En Belgique et dans le Nord de la France, elle s'élève jusqu'au sommet de l'assise de Bruay; mais nous ne possédons pas de renseignements précis sur elle au-dessous du niveau de Rimbart. Dans la Sarre, elle est fréquente sur à peu près toute l'épaisseur des Charbons gras, mais vers le bas (couches 1 à 4 de Rothell), existe seule à l'exclusion de *N. tenuifolia*.

Linopteris neuropteroides, forme *major*. — Cette espèce est très rare et sporadique dans le Nord de la France. On l'observe, par exemple: vers le sommet de l'assise d'Anzin. Nous la considérons comme caractéristique de la partie inférieure des Gras de la Sarre, où elle paraît cantonnée.

Pecopteris pennæformis Brongn. — Cette espèce confirme les indications fournies par *N. tenuifolia*. Elle existe dans les assises d'Anzin et de Bruay sensiblement avec la même fréquence dans toutes les deux. Elle existe de même dans les deux subdivisions des Charbons gras, au-dessous

et au-dessus du Tonstein IV. *P. pennæformis* est cependant plus fréquent dans la Sarre, que dans le Nord de la France; mais on retrouve dans la Sarre, la forme de Liévin (forme *major*).

Sphenopteris variés de l'assise de Bruay. — Un argument, très sérieux, en faveur de l'assimilation de la division supérieure des Charbons gras à l'assise de Bruay, nous est fourni, croyons-nous, par les *Sphenopteris* variés, à feuillage plus ou moins découpé, que l'on rencontre dans cette assise. Dans le Pas-de-Calais, c'est principalement à Liévin, aux alentours des veines *Arago*, *Léonurd*, *Frédéric*, que se trouve le gisement de ces *Sphenopteris*. Dans la Sarre, c'est dans l'horizon des veines I et J de Sainte-Fontaine, à 500 m. environ au-dessus du Tonstein IV, que l'on trouve cette riche floraison d'espèces. Nous citerons :

Hymenophyllites quadridactylites Gutbier, *Oligocarpia Simoni* P. B., les *Sphenopteris* du groupe *typica-chærophyloïdes* (par exemple: *Renaultia principalis* P. B.), *Rhodea bifurcata* P. B. (rappelant *Sph. Coemansi* par son mode de découpeure, mais en réalité très différent), etc...

La division supérieure des Charbons gras renferme encore (1) : *Sphen. furcata* Brongn., forme *geniculata*, que l'on trouve aussi à Liévin, mais qui atteint là dans les deux districts son niveau le plus élevé, et *Sph. spinodilatata* P. B. (groupe du *Sph. macilentata*), qui représente dans la Sarre le *Sph. artemisiæfolioides* de Bruay (même distribution et même caractère).

Sphenophyllum myriophyllum Crépin. — Cette espèce très fréquente dans les Gras inférieurs persiste très nettement au-dessus du Tonstein IV. Elle est toutefois moins fréquente dans les Gras supérieurs, où elle est accompa-

(1) Elle renferme aussi: *Diptotmema Richthofeni* Stur et *Sphenopteris Sauvœuri* Crépin, qui sont présents tous deux au toit des veines I et J2 de Ste-Fontaine.

gnée de *S. majus* et *S. emarginatum*. Dans le Nord de la France, elle est, par sa fréquence, caractéristique de l'assise d'Anzin; par contre, elle paraît rare dans celle de Bruay, où *S. majus* et *S. emarginatum* surtout, prennent la prédominance. Toutefois elle est signalée par A. Renier jusqu'à 300 m. au-dessus de Petit-Buisson (1).

Sphenophyllum myriophyllum est en somme la seule espèce (avec les *Alethopteris*) pour laquelle on constatait une répartition verticale différente dans les deux bassins. Mais en homologuant les Gras inférieurs au sommet de l'assise d'Anzin, on fait disparaître totalement cette anomalie.

Sigillaires communes à la Sarre et au Nord de la France. — Il convient de souligner l'abondance frappante des Sigillaires dans la division inférieure des Gras. Nous citerons : *S. mamillaris* Brongn., *S. Davreuxi* Brongn., *S. scutellata* Brongn., fréquentes également dans l'assise d'Anzin dans notre région.

Espèces absentes ou très rares dans la Sarre. — Les *Sphenopteris neuropteroides* Boulay et *striata* Gothan, caractéristiques des assises d'Anzin et de Bruay, manquent dans la Sarre. Le fait a été souligné par Gothan. Ces deux espèces semblent remplacées dans la Sarre par *Sph. nummularia* Gutbier et *Sph. Sauveuri* Crépin. *Sph. nummularia* est plus fréquent dans la Sarre que dans le Nord de la France.

Neuropteris rarinervis Bunbury, espèce satellite de *N. tenuifolia*, très fréquente dans notre région, a été rencontrée seulement vers le bas des Gras (couches 12 et 13 de Rothell).

Mariopteris latifolia (Brongn.) Zeiller, assez fréquent dans l'assise de Bruay (Veines St-Louis de Marles, Pauline de Liévin) est au contraire très rare dans la Sarre;

(1) A. RENIER, *loc. cit.*, p. 1805.

il a été relevé seulement vers le sommet des Gras (Veine B de Ste-Fontaine).

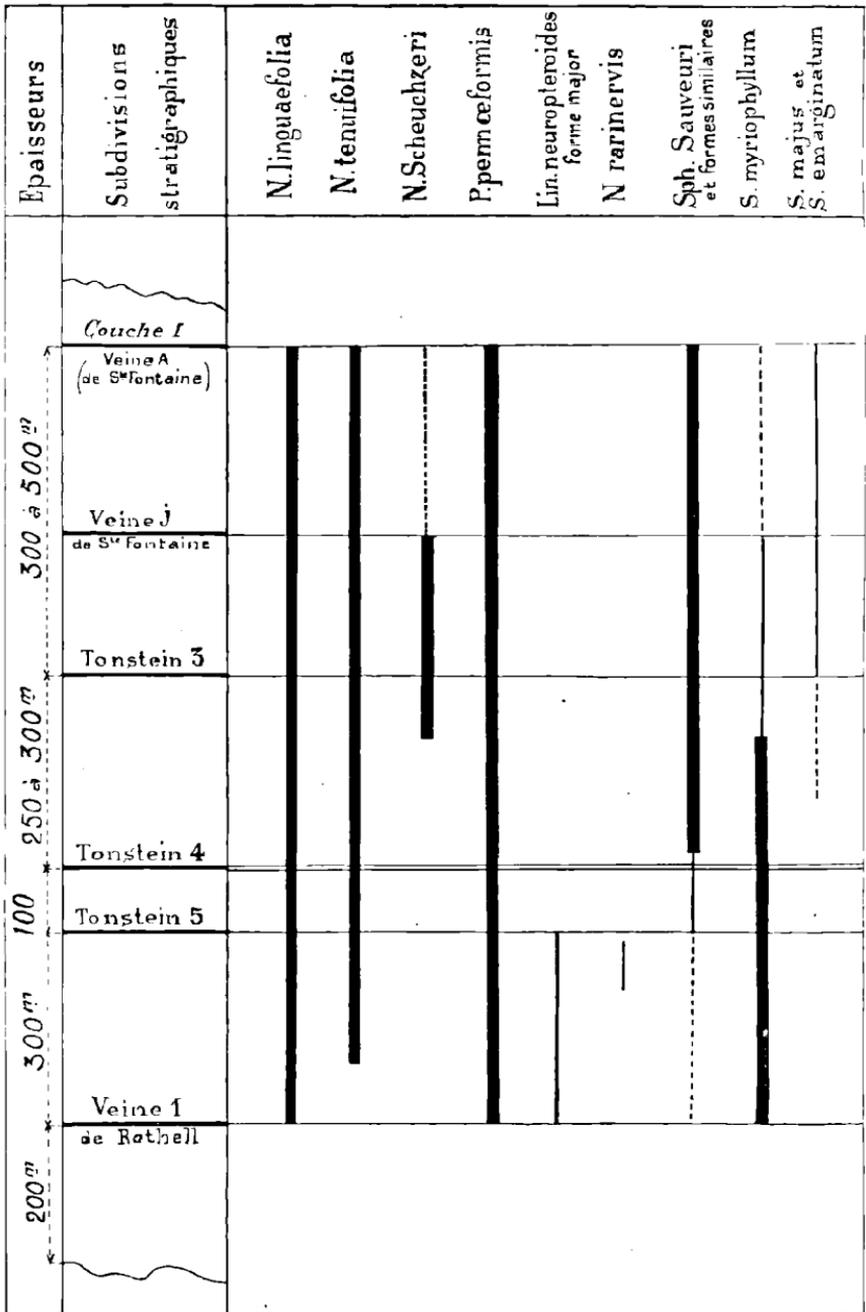
M. Sauveuri (Brongn.) Stur, très fréquent dans les terrains avoisinant le niveau marin de Rimbart, est, comme *M. latifolia*, très rare dans les Gras de la Sarre.

Problème des Lonchopteris. — Le *Lonchopteris Bauri* Andræ n'est évidemment qu'un représentant attardé du genre *Lonchopteris*; cette belle espèce est très rare: elle n'a été, en 25 ans, rencontrée que deux fois (au voisinage du Tonstein III). Les *Lonchopteris* du type *rugosa*, caractéristiques de la base et du milieu de l'assise d'Anzin, où ils sont associés à *Aleth. Davreuxi*, n'ont pas été jusqu'ici rencontrés dans la Sarre. La vraie zone à *Lonchopteris* doit être recherchée, selon nous, soit dans les couches 1 à 7 de Rothell, soit plus bas. Dans le bassin de Mons, A. Renier signale le dernier *Lonch. rugosa* et le premier *Neur. tenuifolia* à une certaine distance sous le niveau marin de Petit-Buisson; ceci vient à l'appui de notre assertion, car la veine n° 1 des Rothell est à plus de 400 m. sous le Tonstein IV. La découverte de *Lonch. rugosa* dans les couches inférieures de Rothell, moins explorées relativement que les autres faisceaux, reste donc parfaitement possible.

Observations sur les Alethopteris. — *A. Davreuxi*, caractéristique de l'assise d'Anzin, dans laquelle il est nettement localisé, est très fréquent dans la Sarre; il existe sur toute l'épaisseur des Gras et des Flambants. Il est vrai que les exemplaires de la Sarre appartiennent peut-être à une forme ou à une variété différente de celle de notre région (*Aleth. neo-Davreuxi* P. B.).

A. lonchitifolia-Serli P. B., caractéristique de l'assise de Bruay, abonde de même sur toute l'épaisseur des couches de Sarrebrück. Les *Alethopteris* en question ont donc une extension verticale considérable; et dès lors, en dépit de leur fréquence, il est impossible de les utiliser comme plantes-guides dans la Sarre.

*Distribution verticale de quelques espèces
dans les Charbons gras de la Sarre.*



Nous donnons ci-contre un tableau résumant la distribution des principales espèces-guides dans les Charbons gras de la Sarre, savoir: *Neuropteris pseudo-gigantea*, forme *linguæfolia* P. B., *N. tenuifolia*, *N. Scheuchzeri*, *N. rarinervis*, *Pecopteris pennæformis*, *Linopteris neuropteroides*, forme *major*, *Sphenopteris Sauveuri* et formes affines, *Sphenophyllum myriophyllum* Crépin, *S. majus* et *S. emarginatum*.

En comparant ce tableau à celui, publié en 1924 par W. Gothan pour le sondage IV d'Ibbenbühren (1), on verra que la distribution verticale des espèces en Westphalie par rapport au niveau marin d'Aegir est la même que dans la Sarre par rapport au Tonstein IV.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1. — Les Charbons gras de la Sarre sont, dans leur ensemble, caractérisés par la fréquence du *Neuropteris tenuifolia* Schlotheim, qui manque toutefois dans les couches les plus basses de Rothell.

2. — En nous basant sur la répartition des espèces-guides communes au Nord de la France et à la Sarre, nous sommes conduit à adopter le Tonstein IV comme équivalent du niveau marin de Rimbert. La répartition des espèces-guides au-dessous et au-dessus de ce niveau-repère se montre la même dans le Nord de la France, en Belgique, en Westphalie et dans la Sarre. Ce niveau peut être choisi comme limite de séparation entre la partie inférieure et la partie supérieure des Gras.

3. — La division inférieure des Charbons gras représente seulement la partie supérieure de l'assise d'Anzin; du Tonstein IV à la base du faisceau de Rothell, on compte 400 m. Paléontologiquement, la série inférieure des Gras peut être qualifiée de zone à *Sphenophyllum*

(1) A. RENIER. *loc. cit.*, p. 1805

(1) W. GOTHAN et W. HAACK. — Ruhr karbon und Osnabrücker Karbon. *Glückauf*, n° 26, 1924.

myriophyllum et à *Limopteris neuropteroides*, forme major. L'horizon des *Lonchopteris* du type *rugosa* doit être recherché au-dessous du Tonstein 5; nous croyons qu'il ne faut pas abandonner l'espoir de découvrir un jour *L. rugosa* dans les couches inférieures du faisceau de Rothell (couches 1 à 7).

4. — La division supérieure des Charbons gras correspond exactement à l'assise de Bruay; elle mesure près de 800 m. d'épaisseur du Tonstein IV à la veine A de Ste-Fontaine. Cette assise est nettement caractérisée par le *Neuropteris Scheuchzeri* Hoffmann et par le *Sphenopteris Sauveuri* Crépin et les formes similaires, en particulier *Diplotmema Rächthofeni* Stur.

5. — Les considérations précédentes permettent en définitive, de raccorder rigoureusement l'échelle stratigraphique du terrain houiller de la Sarre à celle du Nord de la France. Elles démontrent d'une manière irréfragable: 1° que la zone à *Pecopteridium Defrancei* de la Sarre (Flambants inférieurs) est superposée à l'assise de Bruay; 2° que la zone à *Mixoneura cf. ovata* Hoffmann (Flambants supérieurs de Sarrebrück) est séparée du sommet de l'assise de Bruay par les 500 m. de la zone à *P. Defrancei*.

M. Dubois présente la communication suivante, au nom de M. Briquet :

*Profondeur de la surface de la craie aux environs
de Rue (Somme)
par A. Briquet*

Deux forages apportent des précisions sur le niveau auquel est trouvée la craie sous les pruques pleistocènes de Rue et des environs.

L'un d'eux confirme l'indication donnée par M. G. Dubois (1) en ce qui concerne la praque du pont de Flan-

(1) G. DUBOIS. — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. de la Soc. géol. du Nord*, VIII, n° 1, 1924, p. 186.

dre, pont situé entre la gare de Rue et la halte de Quend Fort-Mahon. D'après les renseignements recueillis par M. Dubois, la craie avait été atteinte à la profondeur d'environ 2 m. sous le niveau moyen de la mer, soit 6 à 7 m. sous celui de la plaine. Le nouveau forage, dont la coupe est aimablement communiquée par M. Angot, chef de district du Chemin de fer du Nord à Rue, a été exécuté pour l'alimentation des maisons de cantonnier voisines du pont. Il a traversé 6 m. de galets et de sable avant de rencontrer la craie. Comme il a été fait au niveau de la voie et que celle-ci est établie sur la plaine dont l'altitude est de 4 à 5 m., la craie se trouve bien à la même profondeur qu'au sondage rapporté par M. Dubois; l'emplacement de celui-ci n'était d'ailleurs éloigné que de quelques mètres à l'ouest.

M. Angot a également fait connaître le résultat d'un forage effectué à 60 mètres au sud de la gare de Rue pour l'usine élévatoire du chemin de fer. La craie se trouve là sous 5 m. de galets et de sable et 1 m. de craie probablement remaniée, soit 1 à 2 m. sous le niveau moyen de la mer, la plateforme de la voie étant à environ 7 m. d'altitude.

D'après Gosselet (2), la craie se trouverait sous la ville de Rue à 7 ou 8 mètres de profondeur, soit vers le niveau moyen de la mer ou un peu au dessus, le sol de la ville bâtie sur un banc de galets étant à peu près à l'altitude de 8 ou 9 m. Le résultat du nouveau forage répond à ces données.

M. G. Dubois fait la communication suivante :

(1) J. GOSSELET. — Notes d'excursion sur la feuille de Montreuil de la carte géologique de France au 1/80.000. *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, XXXV, 1906 p. 99.

Présentation d'Aucellina gryphaeoides Sow.
avec test conservé provenant de la gaize de l'Argonne
par Georges Dubois.

Cette espèce, l'une des plus communes de la gaize vraconienne de l'Argonne, se présente ordinairement, dans les carrières et les affleurements de gaize gris-verdâtre, à l'état de moules. On y récolte surtout des moules internes, valves gauches, facilement reconnaissables à leur aspect gryphéoïde.

J'ai pu observer les déblais d'un puits ouvert à Autry (Ardennes), et ayant atteint sous 8 m. de gaize gris-verdâtre, la gaize gris-bleu non altérée, calcaire et pyriteuse (1).

Dans la gaize gris-bleu j'ai recueilli les fossiles suivants, garnis de leur test :

Pecten orbicularis Sow. (2)
Pecten hispidus Goldf. (fragments),
Neithea quinquecostata Sow.,
Aucellina gryphaeoides Sow.

J'ai récolté, séparées, des valves gauches et des valves droites d'*Aucellina gryphaeoides*.

(1) Autry est un village bâti au pied de la forêt d'Argonne sur la rive gauche de l'Aisne (alt. 115 m.). Le puits ouvert à 700 m. à l'W. du village à l'alt. 140 m., avait atteint la nappe aquifère de la gaize, retenue par les argiles albiennes, à 20 m. de profondeur (décembre 1921), et traversé les couches suivantes :

Terre végétale	0 ^m 50
Gaize altérée rousse	1 ^m 50
Gaize gris-verdâtre (aspect habituel de la gaize en affleurement).....	8 ^m 00
Gaize gris-bleu	10 ^m 00

(2) Pour H. WOODS, *Pecten orbicularis* SOWERBY (1817, Mineral conchology, vol. II, p. 193, pl. CLXXXVI) ne saurait être distingué de *P. laminosus* G. MANTZEL (1822 The fossils of the South Downs, p. 128, pl. XXVI, fig. 8-22). H. WOODS, A monograph of the cretaceous Lamellibranchia of England. *Palaeontogr. Soc.*, vol. I, 1902, p. 145.

J'ai récolté à Autry des valves susceptibles d'être rapportées à chacune des deux formes.

Les valves gauches (grandes valves) n'offrent rien de remarquable; elles sont d'ailleurs en mauvais état de conservation (1).

Les valves droites (petites valves operculiformes) sont bien conservées, surtout l'une d'entre elles qui se présente par la face externe avec l'oreille antérieure intacte.

Bien que ne paraissant pas avoir été déformées depuis leur fossilisation, elles sont nettement convexes, non seulement dans la région umbonale, mais aussi au centre, différant en cela des valves droites figurées par Pompeckj et Woods. D'ailleurs, tous les autres caractères sont bien ceux de l'espèce. La raison de cette différence réside peut-être en ce fait que je n'aurais ici que des valves de jeunes individus (ce que semble indiquer la petite taille des valves: diamètre 8 à 9 mm., et le développement relativement considérable de l'aire ligamentaire) (2).

Le test est très mince, orné de stries lamelleuses d'accroissement, régulièrement concentriques.

(1) Je rappelle ci-dessous quelques termes de la synonymie d'*Aucellina gryphaeoides* :

- 1837 *Avicula gryphaeoides*. J. DE C. SOWERBY in W. H. FITTON. Observations on some strata between the Chalk and the Oxford oolithe in the S.-E. of England. *Transact. Geol. Soc. London*, sér. 2, vol. IV, p. 156, 335, pl. XI, fig. 3.
- 1846 *Inoceramus Coquandianus* A. D'ORBIGNY. *Paleontologie française. Terrains crétacés*, vol. III, p. 505, pl. 403, fig. 6-8.
- 1856 *Aucella gryphaeoides* A. v. STROMBECK. Ueber den Gault im subhercynischen Quadergebirge. *Zeitsch. d. deutsch. geol. Gesellsch.*, Bd. V, p. 509.
- 1901 *Aucellina gryphaeoides* J. F. POMPECKJ. Ueber Aucellen und Aucellen-ähnliche Formen. *Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal.*, Beilageband XIV, p. 354, 365, pl. XVI, fig. 6-8.

Le genre *Aucellina* a été créé par POMPECKJ, *ouvr. cité*, 1901, p. 365.

Pour la figuration et la description d'*A. gryphaeoides*, voir notamment :

- J. F. POMPECKJ, *ouvr. cité*, p. 354-358, fig. 6-8.
- H. WOODS. A monograph of the cretaceous Lamellibranchia of England, *Palaentogr. Soc.*, 1905, vol. II, p. 72-74, pl. X, fig. 6-13.

(2) cf. l'exemplaire jeune du tourtia de Lünebourg figuré par J. F. POMPECKJ, *ouvr. cité*, pl. XVI, fig. 8 a.

M. Paul Corsin fait la communication suivante :

Sur la position systématique du Zeilleria avoldensis
par Paul Corsin

Les *Zeilleria* furent classés, jusqu'à présent, par Kidston et d'autres auteurs, parmi les Ptéridospermées. Le *Z. avoldensis* Stur, comme tous les autres, fut rangé parmi les Sphénoptéridées.

L'examen des formes stériles et fertiles de cette plante m'amène aux conclusions suivantes :

1° Les *Zeilleria avoldensis* sont des *Pecopteris* ainsi que le montre le feuillage adhérent par toute la base de la pinnule.

2° Ces *Pecopteris* sont voisins du groupe *Miltoni abbreviata*. Leurs fructifications, en effet, sont de tous points comparables aux synanges de ces derniers : elles présentent dans les deux cas des groupements de 4 ou 5 sporanges.

3° La différence réside en ceci : les fructifications sont portées par le limbe chez les *Miltoni abbreviata* et par les nervures chez les *Zeilleria avoldensis*.

4° Je crois qu'il est inexact de dire qu'on a pu trouver les synanges de *Zeilleria* remplacés par des cupules ayant renfermé chacune une graine. Les *Zeilleria* ne sont pas des Ptéridospermées. Ce sont des *Asterotheca* où les fructifications tendent à s'isoler des pinnules et qui, vides de leur contenu, peuvent s'étaler en forme d'étoile. Cette opinion est celle de Gothan.

5° Les *Zeilleria avoldensis* seraient de véritables Fougères que l'on pourrait rapprocher des Marattiales.

M. G. Delépine dépose sur le bureau un exemplaire d'un travail publié par lui sur « Les variations de *Productus sublaevis* et la position stratigraphique de cette espèce » (1). Il fait la communication suivante :

(1) *Ann. Soc. Sc. Bruxelles*, XLV, vol. jub., p. 371-383, fig. 1-5. pl. I-II, 1926.

**La présence de *Cleistopora geometrica* dans
le calcaire carbonifère de Tournai
par G. Delépine.**

Un échantillon de l'organisme appelé *Cleistopora geometrica* M. E.-H., provenant des carrières du Tournaisis se trouve dans les collections de la Faculté libre, vraisemblablement recueilli par le chanoine Bourgeat au cours d'une excursion. Dans les collections de l'Ecole des Mines, parmi les polypiers, il y a plusieurs autres échantillons de ce même *Cleistopora*, provenant également de Tournai. Il n'y a d'indication plus précise pour aucun de ces exemplaires, mais ils paraissent provenir tous des carrières de Pont-à-Rieux ou de la carrière du Cornet.

Jusqu'ici *Cleistopora geometrica* a été considéré par les géologues anglais comme une forme cantonnée, au Carbonifère, dans les couches de passage entre le Dévonien supérieur et le Tournaisien. A. Vaughan l'a choisi comme index de la zone à *Cleistopora* (K), équivalent de la zone d'Etrœungt, dans le Nord de la France et des couches de Comblain-au-Pont en Belgique. Sa présence à Tournai montre qu'il n'est nullement cantonné à ce niveau, qu'il monte en réalité bien plus haut, en plein Tournaisien, au moins jusqu'à la base de la zone à *Syringothyris* (C1) de Vaughan (1).

M. G. Dubois fait la communication suivante :

**Le Haut Guemps
par Georges Dubois.**

Parmi les bancs de galets du Calaisis, ceux de Coulogne et des Attaques, distants l'un de l'autre d'environ 3 km.

(1) L. B. SMYTH: On the index fossil of the *Cleistopora* Zone (*Sc. proc. R. Dublin Soc.*, XVIII, 1927, p. 423) vient de montrer que ce fossile n'appartient pas au g. *Cleistopora* Nich., mais au g. *Vaughania* Garw., et il l'a décrit sous le nom de *Vaughania vetus*. (Note ajoutée pendant l'impression, mai 1927).

sont particulièrement remarquables par leur situation en plaine, loin du littoral actuel; par la coloration brune de leur sol, tranchant sur la coloration grise du sol de la plaine; par leur altitude (Coulogne: 8 m; Attaques: 5 m). Ils sont formés de sable grossier et de galets, recouverts par place de dépôts limoneux d'altération. Leur âge géologique est déjà ancien. Ils sont attribuables à l'étage monastirien et résultent de la segmentation d'un même banc de galets orienté N.W.-S.E. Sur la carte d'Etat-Major au 1/80000^e (F. n^o 4, St-Omer), leur relief n'est pas figuré, mais l'emplacement de chacun d'eux est approximativement mis en évidence par l'inscription : « *les Hauts-Champs* ».

Or à 6 km. à l'E. du banc de Coulogne, et à 4 km. environ au N.E. de celui des Attaques, se trouve le lieu dit : « *Hauts Guemps* » sur le territoire de la commune de Guemps, à 2 km. environ du bourg de Guemps.

Il y a là une indication toponymique capable de faire naître l'idée que le lieu dit « *Hauts Guemps* » correspond à un massif de galets identique à ceux de Coulogne et des Attaques. Il n'en est rien, et j'ai cru utile d'attirer ici l'attention sur ce fait négatif.

Topographie.

Le lieu dit « *Hauts Guemps* », de la carte d'Etat-Major, est un hameau appelé par les habitants « *l'Haut Guemps* ». Il comprend une dizaine de fermes groupées en bordure d'un chemin qui va de Guemps au carrefour « *les Cinq rues* ». Quelques habitations sises à l'écart du chemin constituent le lieu dit « *le Fort-à-Puces* ».

Un watergand longe le chemin de Guemps au Haut-Guemps, il appartient au réseau de la deuxième section des Wateringues du Pas-de-Calais. Il communique librement avec différents watergands, en particulier avec le watergand de Guemps.

A signaler d'ailleurs que toute la région comprise entre Offekerque, Haut-Guemps, Guemps, Nouvelle-Eglise, n'est

sillonnée que par un petit nombre de watergands (Rivière du Houlet, le Sauve-en-Temps, le Verdyck ou Verhier, watergand de Guemps); la plupart de ces watergands sont couverts de lentilles d'eau, signe qu'on les soumet rarement à l'action du courant de chasse. Les petits watergands et fossés limites des champs ne sont guère entretenus pour la raison qu'ils sont fréquemment à sec et qu'ils drainent des champs au sol sec. La culture des céréales est dominante; peu de betteraves et de chicorée; peu de prairies.

Aucun relief sensible ne se manifeste au Haut Guemps. En dehors de cotes d'altitudes fréquentes, et sans avoir recours à un nivellement précis, il est facile de se rendre compte de ce peu de relief en suivant le watergand que traverse le hameau: le sol se trouve en moyenne à 1 m. au-dessus du plan d'eau: alt. approximative 3 m. 25 (1).

Le sol s'abaisse légèrement au N., à l'W. et au S. vers l'altitude 2 m. 50 (entre le Houlet et les Cinq rues, au Houlet, entre Haut-Guemps et Guemps); il s'élève au contraire à l'E. et au N.E. vers 3 m. 50 entre les Cinq-Rues, le Fort-à-Puces, et le watergand du Sauve-en-Temps.

Si l'on s'éloigne davantage on retrouve en général: au N. et à l'E. des altitudes voisines de 3 m. (avec, à Offekerque même, une altitude voisine de 4 m. pour la petite éminence qui porte le village); au S. des altitudes variant entre 3 m. et 2 m. 80 (avec, à Guemps même, une altitude de 3 m. 75 à 4 m. pour la petite éminence qui porte le village); à l'W. une altitude générale de 2 m. 50 entre Haut-Guemps, Guemps et les Attaques (1).

(1) Altitude déduite justement de celle du plan d'eau, que j'ai estimée être à 2 m. 25, au voisinage de points cotés de l'Etat-Major.

(1) La cote 9 portée par la carte du Ministère de l'Intérieur au 1/100000^e, Feuille XVI-5 (Calais). Ed. 1904, près du lieu dit *le Marais*, à 1 km. environ au N.-E. de Guemps, est évidemment inexacte. Il s'agit sans doute d'une cote 3.

Structure géologique.

J'ai fait, au Haut-Guemps et dans les environs, plusieurs sondages dont voici les résultats :

Sondage n° 551, Guemps.
Haut-Guemps. Champ à l'W. de la route.
Alt. 3 m. 25.

	Prof.	Epaiss.
Sable gris blanc un peu argileux à <i>Cardium edule</i>	0 ^m	1 ^m 30
Sable gris-bleu un peu argileux	1 ^m 30	1 ^m 20
Sable gris-bleu mouillé	2 ^m 50	1 ^m 20
Arrêt (eau) à	2 ^m 75	

Sondage n° 552, Guemps.
A l'E. de Haut-Guemps (entre les Cinq-Rues et le Fort-à-Puces)
Alt. 3 m. 50.

	Prof.	Epaiss.
Sable gris-blanc à <i>Cardium edule</i>	0 ^m 00	1 ^m 60
Sable gris-bleu un peu argileux	1 ^m 60	1 ^m 30
Sable gris-bleu mouillé (arrêt)	2 ^m 90	

Sondage n° 553, Guemps.
à l'E. de Haut-Guemps. Près du watergand du Sauve-en-Temps
Alt. 3 m. 50

Mêmes résultats.

Sondage n° 554, Guemps.
Entre Haut-Guemps et Guemps.
Alt. 2 m. 50

	Prof.	Epaiss.
Argile sableuse gris-blanc.	0 ^m	1 ^m 50
Sable argileux gris-bleu, aquifère	1 ^m 50	
Arrêt (eau) à	2 ^m 25	

Sondage n° 556, Guemps.
Au S. de l'Eglise.
Alt. 3 m. 25.

	Prof.	Epaiss.
Sable gris-blanc à <i>Cardium</i>	0 ^m	1 ^m 40
Sable gris-bleu argileux.	1 ^m 40	1 ^m 10
Sable gris-bleu mouillé (Arrêt)	2 ^m 50	

Sondage n° 557, Offekerque
Près du lieu dit « le Marais ».
Alt. 3 m.

	Prof.	Epaiss.
Sable gris-blanc argileux	0 ^m	1 ^m 30
Sable gris-bleu argileux.	1 ^m 30	
Arrêt (eau) à	2 ^m	

Sondage n° 555, Offekerque.

Entre la ferme de Sauve-en-Temps et Fort-Mahon.

Alt. 3 m. 50.

	Prof.	Epaiss.
Sable gris-blanc à <i>Cardium</i>	0 ^m	1 ^m 60
Sable gris-bleu un peu argileux	1 ^m 60	1 ^m 40
Sable gris-bleu mouillé.....	3 ^m	
Arrêt (eau) à	3 ^m 25	

Sondage n° 550, Offekerque.

Entre Offekerque et la halte de chemin de fer.

Alt. 2 m. 60 (cote Plan Directeur).

	Prof.	Epaiss.
Sable très argileux gris-blanc	0 ^m 00	1 ^m 50
Sable gris-bleu argileux	1 ^m 50	
Arrêt (eau) à	2 ^m 75	

Tous ces sondages montrent en résumé, la superposition de sables gris-blanc à *Cardium*, plus ou moins argileux, à des sables gris-bleu, eux-mêmes plus ou moins argileux.

Le sable gris-blanc est formé de grains de quartz blancs, parfois légèrement pigmentés de teintes roux pâle, plus ou moins roulés, de 0 mm. 075 à 0 mm. 230, accompagnés en petite quantité de grains de quartz de 0 mm. 015 à 0 mm. 040 et d'un peu de fine poussière argileuse en grains de l'ordre de 0 mm. 001 à 0 mm. 002. La glauconie est très rare. (Type du sondage n° 555 Offekerque).

Quand il est un peu plus argileux, comme au sondage n° 551, on observe les mêmes éléments, mais les petits grains de quartz et les particules argileuses sont un peu plus abondantes.

En certains points (sondage 554), il passe à une argile sableuse. On observe les mêmes éléments, mais les petits grains de quartz de 0 mm. 015 à 0 mm. 040 y constituent l'élément dominant; les particules argileuses sont également plus fréquentes.

Les sables gris-blanc fournissent souvent *Cardium edule*, *Tellina balthica*, *Hydrobia ulvae*; ce sont les « sables à *Cardium* » qui couvrent la plus grande partie de la

Plaine maritime. Ils datent de la dernière invasion marine qui s'est produite aux temps historiques (Flandrien supérieur).

Les sables gris-bleu sont formés des mêmes éléments avec les mêmes dimensions; même prédominance des éléments fins lorsque le sable est plus argileux. Les grains de quartz sont incolores, sans pigmentation jaunâtre; la glauconie est plus abondante que dans les sables gris-blanc; parfois, près du contact avec les sables blancs, quelques fragments minuscules de tourbe. Le plus souvent il y a passage progressif entre les deux sables.

Les sables gris-bleu, qui fournissent aussi *Cardium edule*, représentent ici la partie supérieure du Flandrien moyen.

Cette structure géologique est celle de toute la partie de la plaine maritime entre les Attaques et Bourbourg, où la tourbe prégallo-romaine n'existe pas.

CONCLUSIONS

Le hameau de Haut-Guemps est situé à une altitude qui ne diffère pas sensiblement de l'altitude moyenne de la plaine maritime environnante (3 m. environ); autour du hameau certains points sont plus bas (2 m. 50), d'autres plus élevés (3 m. 50 et 4 m. sous les agglomérations de Guemps et de Offekerque).

La structure géologique de Haut-Guemps ne diffère pas de celle de la plaine environnante: sable gris-bleu sous 1 m. 50 de sables blancs à *Cardium*, à grains fins plus ou moins argileux (sans tourbe intercalaire); formations pol-dériennes très différentes des dépôts littoraux anciens (de Coulogne-Attaques) ou récents (des Pierrettes, de Marek ou de Oye).

M. A. Duparque fait la communication suivante:

*La Composition chimique des Substances végétales
et des Houilles.*

*Le Rôle des Substances végétales dans la
formation de la Houille*

par.

André Duparque.

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	404
CHAPITRE I — CONSTITUTION CHIMIQUE DES TISSUS VÉGÉ- TAUX	406
I. — <i>Les Celluloses et les Hydrates de carbone</i>	406
A. — Les Celluloses	406
<i>a.</i> — Classification des celluloses	406
<i>b.</i> — Formule de la cellulose pure	411
B. — Hydrates de Carbone autres que les celluloses	417
<i>a.</i> — Polysaccharides	418
<i>b.</i> — Disaccharides	418
<i>c.</i> — Monosaccharides	419
C. — Action de quelques agents chimiques ou biologiques sur les hydrates de carbone	419
<i>a.</i> — Action des déshydratants	419
<i>b.</i> — Action des hydrolysants	420
<i>c.</i> — Action des oxydants	422
II. — <i>La Lignine et les Tissus lignifiés</i>	423
A. — Les différents tissus lignifiés	424
<i>a.</i> — Sclérenchyme	424
<i>b.</i> — Vaisseaux lignifiés	425
B. — La Composition chimique des tissus lignifiés	425
<i>a.</i> — Les hydrates de carbone des tissus lignifiés	426
<i>b.</i> — La lignine	427

	Pages
III. — <i>Corps autres que les Hydrates de Carbone et que la Lignine.</i>	431
<i>a.</i> — La Cutine	432
<i>b.</i> — La Cérine et la Subérine	432
<i>c.</i> — Les cires végétales	433
<i>d.</i> — Les Essences et les résines	433
<i>e.</i> — Les gommés et les mucilages.	434
<i>f.</i> — Les Albuminoïdes.	434
 CHAPITRE II. — CONSTITUTION CHIMIQUE DES COMBUSTIBLES FOSSILES	 435
I. — <i>Les constituants chimiques des combustibles</i>	436
<i>A.</i> — Les Substances primitives non transformées	436
<i>B.</i> — Les Acides humiques	437
<i>C.</i> — Les Humines	437
<i>D.</i> — Les Bitumes	438
II. <i>Théories chimiques sur l'origine des combustibles</i>	438
<i>A.</i> — Théorie de Fischer et Schrader	439
<i>B.</i> — Théorie de Marcusson	439
 CHAPITRE III. — <i>Relations existant entre la composition chimique des substances végétales et les houilles qui en dérivent.</i>	 441
I. — <i>Rôle de la Cutine et de la Lignine</i>	441
II. — <i>Rôle de la cellulose et des hydrates de Carbone</i>	446
CONCLUSIONS	452

Malgré l'importance et le grand développement des industries qui utilisent les sous-produits de la houille, la constitution chimique de cette roche est encore très mal connue.

Les causes de cette particularité sont : d'une part la complexité de structure de la houille qui, comme toutes les roches, est loin de présenter une unité de composition (1) et d'autre part sa constitution chimique elle-même.

(1) A. DUPARQUE. — La structure microscopique et macroscopique de la houille, son origine et son mode de formation. *Revue de l'Industrie Minérale*, n° 142, 1^{re} Partie (Mémoires), p. 493 à 514, Pl. I et II, Saint-Etienne, 1926, p. 512 .

En effet, dans la houille comme dans tous les composés de la chimie organique, l'analyse élémentaire ne donne que très peu de renseignements sur sa composition, car, en raison de la monotonie des composés hydrocarbonés naturels, seule la structure moléculaire peut donner des indications précises.

Or les roches combustibles, formées de molécules complexes, sont par leur nature même particulièrement sensibles à l'action des agents chimiques. Dans ces conditions, il est très difficile de discerner parmi les corps qui résultent d'une attaque, même ménagée, ceux qui existent réellement dans la houille de ceux qui dérivent d'actions secondaires.

Aussi, la méthode qui semble avoir donné jusqu'ici les résultats les plus précis est celle qui consiste à étudier la composition chimique des substances végétales qui ont concouru à la formation de la houille, puis à comparer les sous-produits obtenus par des actions identiques appliquées en même temps, et dans les mêmes conditions, à ces substances végétales et aux combustibles fossiles.

Les connaissances acquises actuellement, de cette façon, ont été résumées par M. l'Ingénieur en Chef des Mines, L. Crussard, dans une note récente (1) à laquelle j'emprunterai un certain nombre de renseignements.

Le but de la présente note est de comparer les résultats obtenus par l'étude chimique de la houille à ceux que nous ont donné son examen microscopique et de mettre en évidence les analogies ou les différences existant entre la formation de cette roche et les phénomènes que nous observons actuellement.

J'étudierai successivement, dans 3 chapitres distincts, la constitution chimique des substances végétales, la constitution chimique des combustibles et le rôle joué par les

(1) L. CRUSSARD. — Les substances végétales et les houilles dans leurs rapports avec la chimie. *Revue de l'Industrie Minière*, 1re partie (Mémoires), n° 130, p. 219 à 234; n° 133, p. 283 à 295; n° 134, p. 303 à 316 Saint-Etienne, 1926.

premières dans la formation des charbons. Une étude assez complète des substances végétales est indispensable pour permettre d'aborder les deux questions suivantes.

CHAPITRE 1

CONSTITUTION CHIMIQUE DES TISSUS VEGETAUX

La composition chimique des tissus végétaux est très complexe.

Celui d'entre eux qui est le mieux connu (Tissu cellulosique), en raison des industries multiples (industries textiles, industries du papier, etc...) qui l'utilisent comme matière première, est loin de présenter une unité de structure constante.

La question se complique encore pour les autres tissus (tissus ligneux, tissus cutinisés) qui sont considérés par les botanistes comme résultant de la spécialisation de membranes primitivement cellulosiques, et qui, au point de vue chimique, seraient des mélanges ou des combinaisons de cellulose et d'autres composés (d'où les noms de *lignocellulose* et de *cutacellulose* qui leur ont été attribués fréquemment).

I. — Les Celluloses et les Hydrates de carbone

A. — Les Celluloïdes

Les celluloses sont de tous les hydrates de carbone ceux qui jouent le rôle le plus important dans le règne végétal. Ce sont des polysaccharides à molécules complexes, très condensées, qui constituent la majeure partie des membranes des tissus végétaux (Collenchyme, Tissu libérien, parenchyme). Ce sont des colloïdes qui, ordinairement, ne gonflent pas dans l'eau, mais s'imbibent très rapidement.

a) CLASSIFICATION DES CELLULOSES.

D'après BELTZER (1) il n'existe pas dans la nature

(1) J. G. BELTZER et Jules PERSOZ. — Les matières cellulosiques, Librairie Béranger, Paris, 1911.

une cellulose, mais un grand nombre de corps voisins présentant la même formule brute $(C^6 H^{10} O^5)_n$, l'exposant « n » étant indéterminé.

Les différences observées dans les celluloses naturelles tiendraient en partie à la valeur de l'exposant « n », les composés où cet exposant est faible étant moins résistants aux agents chimiques que ceux où il est élevé, le degré de condensation de la molécule influencerait donc les propriétés de la variété considérée.

L'eau est susceptible de former avec la cellulose des composés présentant des propriétés distinctes de cette dernière. C'est ainsi que le *coton mercerisé* serait un *hydrate de cellulose* (ou hydracellulose) de formule $(C^6 H^{10} O^5)^2 H_2O$. Par contre, la *cellobiose* qui possède la même formule brute résulte de l'hydrolyse de la cellulose, c'est une *hydrocellulose* dont la composition chimique est voisine de celle des sucres. Les hydrocelluloses se distinguent des hydracelluloses par leur *pourvoir réducteur* sur la liqueur de FEHLING qui est lié à la présence dans leur molécule de la fonction aldéhydique.

Les *oxycelluloses* résultent d'oxydations plus ou moins profondes des celluloses, elles sont les plus répandues des celluloses naturelles et abondent dans les plantes phanérogames, les bois, les tissus ligneux, les pailles de céréales, etc. . . . Elles sont caractérisées par la présence des groupements carbonyle ($= CO$) et méthoxyle ($- O - CH_3$), un indice furfuraldéhydique plus ou moins fort et une affinité particulière pour les matières colorantes basiques. La présence d'une fonction aldéhydique soudée au noyau furanique (furfurol) en fait des réducteurs puissants (1).

(1) D'après BELTZER (*loc. cit.*, p. 178), les oxycelluloses artificielles ou naturelles sont caractérisées par leur propriété générale de *donner de grandes quantités* de furfurol (environ 12 à 13 %) par hydrolyse avec une solution diluée d'acides sulfurique ou chlorhydrique.

Le rendement en furfurol est fonction de l'état d'oxydation de la cellulose et peut servir à mesurer la quantité d'oxygène existant dans la molécule, en plus de celui de la formule géné-

Les *hémicelluloses* ou *pseudo-celluloses* peuvent être considérées comme des celluloses naturelles non parvenues à maturité. Elles sont peu résistantes à l'hydrolyse, se dissolvent facilement dans les lessives caustiques et *sont intermédiaires* entre les hydrates de carbone inférieurs (glucoses, amidons) et les celluloses proprement dites.

Elles constituent les différents duvets cotonneux des plantes et se présentent souvent à l'état fibreux.

Par hydrolyse, ces *hémicelluloses* donnent des sucres, du dextrose, du mannose, du galactose, du xylose, de l'arabinose.

Il existe dans la nature tous les intermédiaires entre les *hémicelluloses* ou *celluloses à l'état naissant*, les celluloses mûres et les oxycelluloses. Au fur et à mesure de leur croissance, les hémicelluloses deviennent plus résistantes à l'hydrolyse et aux agents chimiques et tendent vers les celluloses vraies.

On rencontre dans la nature des celluloses qui contiennent d'assez fortes proportions d'azote et qui constituent le chaînon reliant les hydrates de carbone aux substances albuminoïdes (protéïdes) (1), elles sont généralement non fibreuses, peu résistantes à l'hydrolyse et se décomposent facilement par l'action d'enzymes, comme incident normal ou anormal de la croissance.

C'est à cette classe qu'appartient la *mycosine* ou *cellulose des champignons* et une cellulose animale la *tunicine*.

La *mycosine*, $C^{14}H^{28}N^2O^{10}$, possède des propriétés très voisines de la chitine et donne par hydrolyse acide de la *glucosamine* comme produit principal.

La *tunicine* qui a été isolée de l'enveloppe des ascidies et autres espèces animales par traitement hydrolytique, donne comme produit final d'hydrolyse des sucres iden-

rale ($C_6H_{10}O_5$)_n. Les oxycelluloses se dissolvent dans les lessives caustiques d'où on peut les précipiter par un acide. Le précipité est floconneux et pulvérulent.

(1) Francis J. G. BELTZER. — Analogies existant entre les celluloses et les albuminoïdes, *Mon. Scient.*, mars 1909, p. 170.

tiques au dextrose que l'on obtient dans les mêmes conditions à partir des celluloses végétales.

En résumé, les celluloses naturelles peuvent être classées comme suit :

1° — *Celluloses ordinaires normales et leurs hydrates (hydracelluloses)* caractérisées par l'absence de pouvoir réducteur sur la liqueur de FEHLING ou un indice de cuivre à peu près nul, leurs très faibles affinités pour les colorants basiques et leur insolubilité dans les lessives alcalines caustiques. Par distillation avec la solution sulfochlorhydrique elles ne donnent qu'une faible quantité de furfurole.

C'est à cette classe qu'appartiennent *les celluloses normales pures*, du type coton, du type pâte de bois, du type papier; c'est-à-dire les *celluloses purifiées* extraites des végétaux, des textiles lignocellulosiques ou autres celluloses composées (1) et qui présentent tous les caractères ou des caractères très voisins de ceux de la cellulose pure tirée du coton (2).

Ces substances sont *insolubles* à l'ébullition dans les lessives caustiques étendues et à froid dans les lessives concentrées.

2° — *Les hydrocelluloses et leurs hydrates* caractérisées par leur pouvoir réducteur sur la liqueur de FEHLING et leur faible affinité pour les matières colorantes basiques. Leur *indice cuprique* ou *coefficient de réduction* permet d'évaluer quantitativement leur degré d'hydrolyse. Elles

(1) BELTZER désigne sous ce nom de *celluloses composées* les ligno-celluloses, les pecto-celluloses, les mucco-celluloses, les adipo-celluloses et les cuto-celluloses, corps qui entrent dans la composition des tissus ligneux, des gommés, des mucilages, du liège et des cuticules.

(2) Pour définir toutes les autres celluloses, BELTZER a pris comme *cellulose normale pure* une substance extraite du coton Louisiane à composition sensiblement constante et donnant après purification une cellulose à peu près pure à laquelle on peut pratiquement comparer toutes les autres.

sont *solubles partiellement ou complètement* dans les lessives alcalines caustiques.

3° — *Les Oxycelluloses et leurs hydrates* présentent de grandes affinités pour les colorants basiques et un *indice furfuraldéhydrique* qui peut être utilisé pour déterminer leur degré d'oxydation. Elles donnent avec le réactif de NESSLER un précipité gris intense caractéristique.

Les Oxycelluloses comme les hydrocelluloses possèdent un pouvoir réducteur fort, elles sont *solubles* dans les lessives caustiques même diluées.

4° — *Les Hémicelluloses (Pseudo-celluloses ou celluloses à l'état naissant)* sont des celluloses qui ne sont pas parvenues à maturité, peu résistantes à l'hydrolyse et solubles dans les lessives caustiques. Elles sont intermédiaires entre les celluloses vraies et les hydrates de carbone inférieurs (glucose, amidon).

5° — *Les celluloses azotées* (mycosine, tunicine) qui forment le chaînon entre les hydrates de carbone et les substances albuminoïdes.

Plus récemment, CROSS et BEVAN (1) ont proposé une classification plus simple.

D'après ces auteurs, les celluloses se rangeraient dans les trois classes suivantes :

1° — *Les celluloses du coton, du lin, du chanvre et de la ramie* se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré en une solution claire. Par hydrolyse elles ne donnent que du glucose.

2° — *Les celluloses du bois, des tissus lignifiés, de la paille des céréales et du spart* réagissent sur la liqueur de FEILING, sur les sels de la phénylhydrazine et donnent du furfurol par ébullition avec l'acide chlorhydrique. Elles se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré en

(1) CROSS et BEVAN. — *Cellulose*, 1916, p. 78.

une solution foncée. Elles donnent par hydrolyse à la fois du glucose et du mannose.

3° — *Les celluloses de l'amidon et des membranes cellulaires des graines.* Ce sont les Pseudo ou les hémicelluloses qui donnent par hydrolyse de nombreux sucres, glucose, mannose, galactose, xylose et arabinose.

Par contre, HEUSER et BÖDEKER (1) estiment que la cellulose répond à un corps chimiquement individualisé, correspondant à la formule $C_6H_{10}O_5$. Les différences observées antérieurement entre les variétés de celluloses devraient être attribuées à l'état de purification incomplète des produits.

Quelle que soit l'opinion admise entre ces deux thèses opposées, on est aujourd'hui d'accord pour considérer la cellulose extraite du coton comme suffisamment pure et présentant une composition chimique assez constante pour être prise comme terme de comparaison et servir de base à toutes les recherches concernant les produits celluloseux.

b) FORMULES DE LA CELLULOSE PURE.

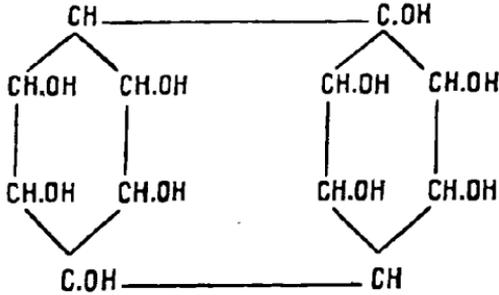
La détermination de la formule de la cellulose est une question rendue très difficile par l'insolubilité de cette substance dans les solvants ordinaires, sa nature colloïdale, l'ignorance de sa masse moléculaire et l'hétérogénéité de sa composition chimique correlative de sa structure fibreuse.

Dans ces conditions, la plupart des travaux sur la cellulose ont été poursuivis uniquement dans le but d'applications industrielles et, jusqu'à ces dernières années, ce n'est qu'accidentellement que des formules ont été proposées pour expliquer sa constitution chimique.

(1) HEUSER et BÖDEKER. — *Zeitsch. Angew. Chem.*, 1921, 34, 461-464.

Je me bornerai ici à citer les formules proposées par Cross et Bevan, par Karrer et par Irvine (1).

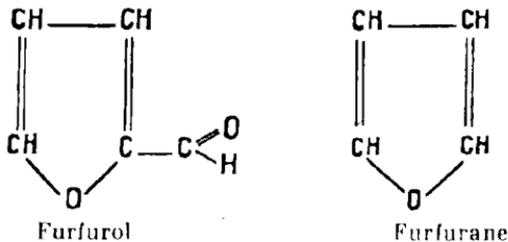
La formule de Cross et Bevan (2) n'est plus guère admise aujourd'hui, car elle n'explique pas les propriétés chimiques de la cellulose.



Formule de la cellulose d'après Cross et Bevan

Les principales propriétés chimiques de la cellulose sont les suivantes :

1° — Dans le traitement chimique de la cellulose il se forme fréquemment du furfurol, d'où l'idée que la formule de cet hydrate de carbone contient le noyau du Furfurane ou un noyau voisin caractérisé par une chaîne



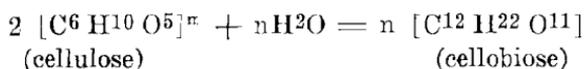
(1) Un exposé très détaillé des méthodes utilisées pour déterminer la formule de la cellulose et une bibliographie complète sur cette question ont été publiés par V. H. LEGG.

V. H. LEGG. — The Constitution of Cellulose. *Fuel in Science and Practice*, vol. CXXIV, n° 3226 (27 octobre 1922), p. 196 à 205, Londres, 1922.

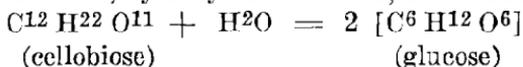
(2) CROSS et BEVAN. — *Trans. Chem. Soc.*, 1901, 79, 366.

de quatre atomes de carbone fermée par un atome d'oxygène.

2° — Par hydrolyse la cellulose se transforme en cellobiose :



Cette dernière, hydrolysée à son tour, donne du glucose :



La cellulose peut donc être considérée comme étant formée par la condensation de plusieurs molécules de glucose avec élimination d'eau. Cette condensation peut être interprétée de deux façons différentes :

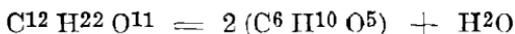
1°) La cellulose serait le résultat de la polymérisation de l'anhydride de glucose $\text{C}^6 \text{H}^{10} \text{O}^5$.

2°) Ou bien la cellulose proviendrait de la soudure de plusieurs molécules de glucose (ou de tout autre hexose) avec élimination d'eau.

α — Si la soudure se fait entre n molécules de glucose par élimination de n molécules d'eau, elle possède la structure d'une chaîne fermée.

β — Si au contraire l'union résulte de n molécules de glucose par perte de $(n-1)$ molécules d'eau, sa structure est celle d'une chaîne ouverte.

D'après Karrer, la cellulose résulterait de la polymérisation d'un anhydride de cellobiose (1) ou de maltose (2) :

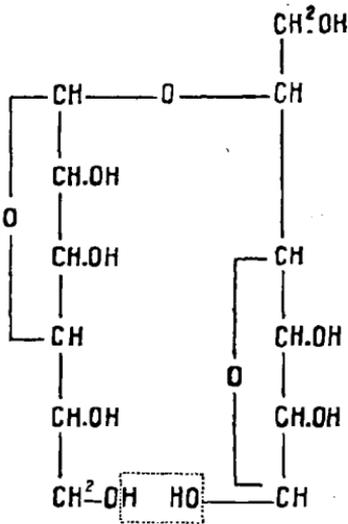


l'élimination d'eau n'étant possible que des deux façons suivantes correspondant respectivement au cellobiose et au maltose :

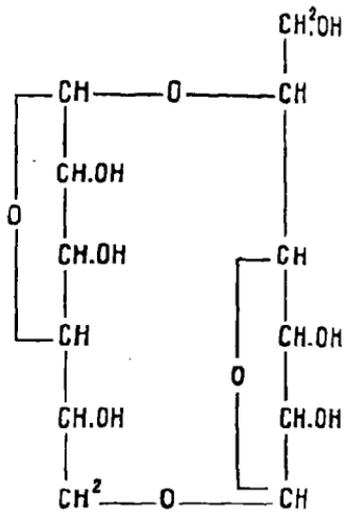
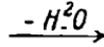
(1) KARRER. — *Cellulose Chemie*, 1921, 2, 125. *Helvetica chimica Acta*, 1922, V, 187.

(2) KARRER et WIDMER. — *Helvetica chimica Acta*, 1921, 4, 174.

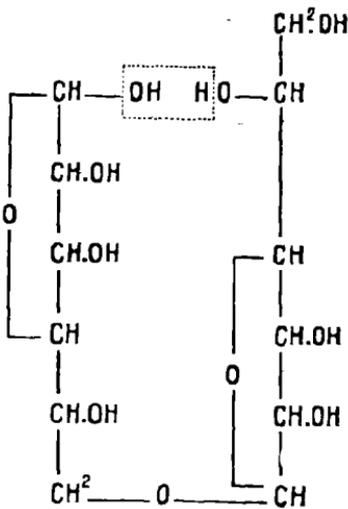
FREUDENBERG. — *Ber.*, 54, 767.



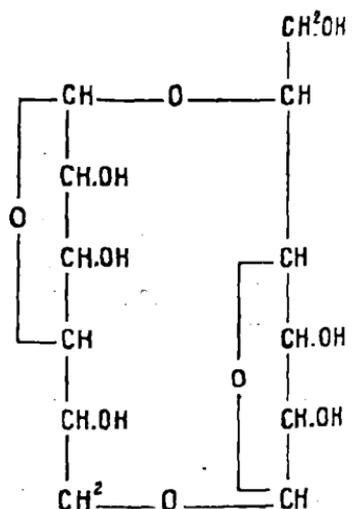
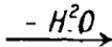
Cellobiose



Cellosan



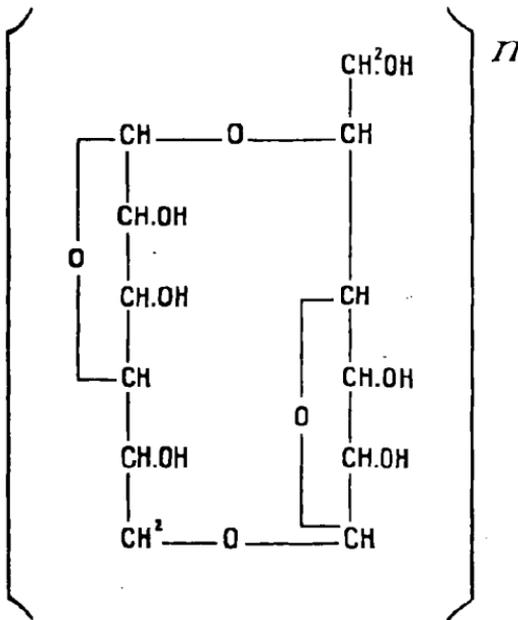
Maltose



Cellosan

D'après Karrer et Widmer (1), il se formerait dans l'hydrolyse de la cellulose des quantités sensiblement égales de cellobiose et de maltose. Ce dernier particulièrement sensible à l'action des acides s'hydrolyserait immédiatement et donnerait du glucose, tandis que la cellobiose persisterait en majeure partie et son rendement théorique serait voisin de 50 % (2).

La cellulose résulterait de la polymérisation du cellosan et sa formule serait :



Formule de la cellulose d'après Karrer

(1) KARRER et WIDMER. — *loc. cit.*

(2) D'après ces mêmes auteurs ce rendement réel serait de 50 à 60 %.

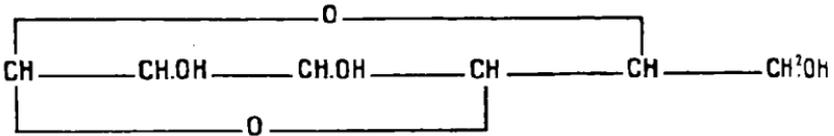
La cellobiose et le maltose (disaccharides) doivent eux-mêmes être considérés comme des anhydrides de glucose, ils résultent de l'Union de deux molécules de glucose avec élimination d'une molécule d'eau. L'élimination d'eau se fait de façon différente dans chacun des deux cas.

Jusqu'à présent n est indéterminé, mais le degré de polymérisation ne doit pas être élevé et probablement inférieur à quatre.

Une formule ressemblant à celle de Karrer, mais cependant assez différente, a été proposée par Irvine et ses collaborateurs (1).

L'hydrolyse complète de la cellulose donne un résidu de glucose de composition chimique uniforme.

La cellulose résulterait donc de la condensation de plusieurs molécules de l'anhydro-glucose 1:5 dont la formule est



La formation de la cellobiose comme produit d'hydrolyse de la cellulose indique que la formule de cette dernière doit contenir au moins deux de ces unités.

D'autre part, le rendement en cellobiose, qui est de 50 à 60 %, a amené Irvine à admettre pour la cellulose la formule reproduite à la page 417, en se basant sur ce fait que l'hydrolyse de la cellulose ne donne jamais qu'un seul disaccharide « la cellobiose ».

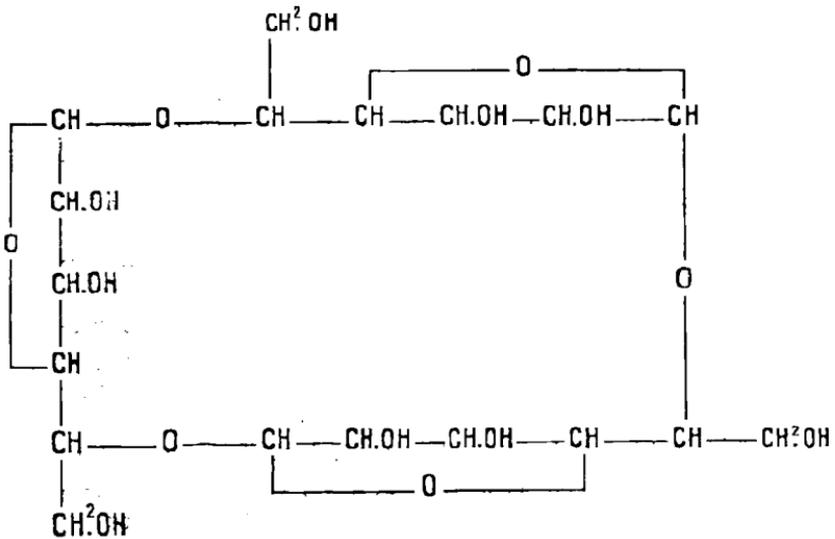
100 parties de cellulose donnant 105,5 parties de cellobiose, le rendement théorique d'après la formule précédente est donc de 70 %, les deux tiers de la molécule seulement étant convertis en disaccharide.

Les formules proposées par Karrer et Irvine diffèrent donc en ce sens que la première suppose dans l'hydrolyse de la cellulose la formation de deux disaccharides (cellobiose et maltose) dont l'un (maltose) n'aurait qu'une existence éphémère et se transformerait immédiatement en glucose, tandis que la seconde admet la formation

(1) *British Association Reports*, septembre 1922.

immédiate d'un seul disaccharide (cellobiose) et de glucose.

Ces deux formules permettent d'expliquer le rendement approximatif en cellobiose. Seules de nouvelles recherches permettront de déterminer celle d'entre elles qui représente le mieux les propriétés de la cellulose.



Formule de la cellulose d'après Irvine

B. — Hydrates de carbone autres que les Celluloses

Les hydrates de carbone forment la majeure partie, et parfois la presque totalité, du corps des végétaux. Ils entrent dans la composition des tissus lignifiés (*mannane, xylane*) (1) et constituent à eux seuls les tissus celluloseux (celluloses, pectoses) et certaines substances de réserve (amidon, sucres).

On les divise en *polysaccharides, disaccharides* et *monosaccharides*.

(1) Ces deux polysaccharides seront étudiés au chapitre de la Lignine, p. 426 et 427.

a) LES POLYSACCHARIDES.

Les polysaccharides se distinguent des sucres (di et monosaccharides) par l'absence de saveur sucrée, leur inaptitude à cristalliser et leur insolubilité dans l'eau. Les plus importants d'entre eux, les *hexosanes* ($C^6 H^{10} O^5$)ⁿ, comprennent les *celluloses*, les *amidons*, les *dextrines* et la *pectose*.

1° — *Amidons, Dextrines.*

La molécule de l'amidon, dont la formule brute est ($C^6 H^{10} O^5$)_n, est moins condensée et moins complexe que celle de la cellulose, car cette dernière, traitée par des corps gélifiants ou hydratants, donne des produits présentant certains caractères de l'amidon.

Les substances qui forment les amidons présentent des degrés de cohésion variables; on diminue cette cohésion en les traitant par l'eau chaude (70°), les grains d'amidon gonflent puis éclatent et forment avec l'eau un empois visqueux, susceptible d'être filtré, c'est donc une solution colloïdale (ou fausse solution).

Les amidons s'hydratent sous l'action des acides étendus ou de certains ferments (sucrases) et donnent successivement des *dextrines*, puis du maltose et du glucose.

2° — *Pectose.*

La *Pectose* est une substance mal définie au point de vue chimique qui est intimement mélangée à la cellulose dans les parois jeunes et forme la membrane moyenne des tissus plus âgés. Elle représente peut-être le premier stade dans la formation de l'hydrate de carbone insoluble de la membrane. Elle se transforme facilement en un corps à propriété acide, la *pectine* ou *acide pectique* qui, associé à la chaux, forme souvent le ciment des cellules (pectate de calcium).

b) DISACCHARIDES, $C^{12} H^{22} O^{11}$.

La plupart d'entre eux sont des produits des organis-

mes vivants, ils sont solubles dans l'eau et cristallisent facilement.

1° — Le *Saccharose* existe dans de nombreuses plantes et en particulier dans la canne à sucre et dans la betterave sucrière. Par hydrolyse, il se dédouble en une molécule de *glucose* (dextrose) et une molécule de *fructose* (lévulose).

2° — Le *Maltose* est le produit de dislocation de la molécule d'amidon qui se transforme à son tour, sous l'action des agents hydratant, en deux molécules de glucose.

3° — La *Cellobiose* est un disaccharide qui apparaît dans l'hydrolyse de la cellulose.

c) MONOSACCHARIDES.

Les monosaccharides naturels sont les *pentoses* (1) et les *hexoses*, ils sont cristallisables et très solubles dans l'eau, ils possèdent une saveur sucrée.

Les principaux *hexoses* ($C^6 H^{10} O^5$) sont le *glucose* (*dextrose*) et le *fructose* (*levulose*) qui existent dans les fruits sucrés et dans la sève élaborée. On les obtient par dédoublement du sucre de canne (saccharose) et ils représentent vraisemblablement un stade intermédiaire dans la synthèse des disaccharides et des polysaccharides par les plantes.

C. — Action de quelques agents chimiques ou biologiques sur les hydrates de carbone (2)

a) ACTION DES DÉSHYDRATANTS.

Sous l'action des déshydratants énergiques ($P^2 O^5$,

(1) Les Pentoses très répandus dans les tissus de soutien des plantes seront étudiés avec la Lignine.

(2) Je n'étudierai ici que les agents chimiques ou biologiques dont l'action a pu se manifester au cours de la formation des combustibles minéraux. Les indications figurant dans ce paragraphe ont été empruntées aux ouvrages suivants:

L. CRUSSARD. — *loc. cit.*

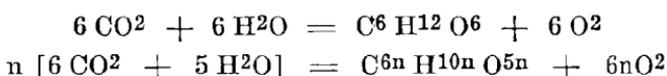
BELTZER et PERSOZ. — *loc. cit.*

R. CHODAT. — Principes de Botanique, Genève, 1907.

SO⁴H²), les hydrates de carbone perdent les éléments de l'eau qu'ils contiennent et sont carbonisés :



La synthèse inverse n'a pu être obtenue en laboratoire, mais se trouve réalisée par les végétaux à partir de l'anhydride carbonique et de la vapeur d'eau avec mise en liberté d'oxygène :



Ces réactions très endothermiques ne sont possibles que grâce à l'assimilation chlorophyllienne qui capte l'énergie solaire.

Il est probable que dans la plupart des cas il se forme d'abord des hexoses qui, par condensation et perte d'eau, donnent successivement des disaccharides, des amidons et des celluloses.

L'action de déshydratants moins énergiques est susceptible de transformer les sucres en *carameline* (C⁹⁶ H¹⁰² O⁵¹). Cette réaction que M. Crussard désigne par les termes de « *caramélisation* », « *résinification* » ou « *succinisation* » jouerait un rôle très important dans la formation des combustibles.

b) ACTION DES HYDROLYSANTS.

L'action de l'eau à chaud sous pression, ou à température moyenne en présence d'acides forts ou étendus, transforme les molécules complexes des celluloses ou des amidons en molécules plus simples (disaccharides ou monosaccharides) et permet de passer d'une substance insoluble, ou en fausse solution, à un produit soluble.

Ces réactions, qui supposent la réalisation de ces conditions très spéciales (pression, température, présence d'acide), se produisent normalement dans la plante vivante.

Sous l'influence de ferments, les celluloses et les amidons sont transformées et dissoutes (1).

C'est surtout pendant la germination que les phénomènes d'hydrolyse sont particulièrement frappants. La cellulose du tissu nourricier est dissoute même lorsqu'elle constitue un albumen corné comme dans le *Phœnix dactylifera* (Dattier) ou d'autres Palmiers (Ivoire végétal). Dans ces deux derniers cas l'action prolongée du ferment est nécessaire et la germination est plus lente.

Les ferments de la cellulose ont reçu le nom de *Cellulase* ou de *Cytase*, ils sont secrétés par le *Merulius lacrymans* et le *Polyporus vaporarius*, champignons destructeurs de charpentes et par beaucoup de moisissures.

Des ferments analogues hydrolysent l'amidon qui passe successivement à l'état d'amidon soluble, de dextrine, de maltose et de glucose.

A chaque disaccharide correspond un ferment capable de le dédoubler en monosaccharides (2).

Les réactions résultant de l'action de ces diastases sont telles que dans la plupart des cas l'action prolongée de l'eau ou d'un agent chimique existant dans la cellule (oxygène, acides faibles, alcalis faibles) sont capables de les réaliser avec le temps. Ces ferments sont donc des *accélérateurs de réaction* qui rendent instantanées ou rapides, dans les conditions ordinaires, des transformations chimiques qui se produiraient spontanément, mais très lentement.

Enfin, ces diastases sont capables de poursuivre leur action non seulement à l'intérieur de la plante, mais encore en dehors d'elle et par conséquent après sa mort.

(1) Ce n'est qu'à l'état de vraie solution qu'une substance est capable de traverser les membranes colloïdales (tissus celluloseux) et d'émigrer de cellules en cellules pour gagner leur lieu d'utilisation. L'action des ferments hydrolysant les hydrates de carbone insolubles est donc indispensable à la vie de la plante.

(2) Au maltose correspond la *maltase*, au saccharose la *sucrease* ou *invertine*, au lactose la *lactase*.

L'hydrolyse tend donc à transformer les poly- et disaccharides en monosaccharides, lorsqu'elle est totale (1) elle détruit ces derniers, isole chaque atome de carbone et donne de l'anhydride carbonique, de l'hydrogène et de l'eau.

c) ACTION DES OXYDANTS.

Lorsque l'oxydation est énergique et complète, les hydrates de carbone subissent la destruction totale, leur molécule est transformée en anhydride carbonique et en eau avec mise en liberté d'énergie calorifique. La *combustion* est le type de ces oxydations intégrales.

Les oxydations ménagées agissent différemment suivant qu'elles s'exercent sur les hydrates de carbone des différentes catégories.

1° — *Polysaccharides (celluloses)*.

La cellulose pure résiste assez bien à l'action des oxydants qui, employés avec ménagement, sont utilisés dans les industries de blanchiment; les celluloses naturelles y résistent moins bien.

L'acide nitrique moyennement concentré (2), l'acide chromique, le chlore et le brome en présence de l'eau, l'acide hypochloreux (3) oxydent les celluloses et donnent des mélanges d'acides et d'oxycelluloses.

Les hypochlorites, les hypobromites et les hypoiodites

(1) L. CRUSSARD. *loc. cit.*, n° 134, p. 303.

(2) Suivant qu'on utilise NO₃H en solution plus ou moins étendue on obtient des résultats très différents.

NO₃H étendu comme tous les acides minéraux provoque l'hydrolyse de la cellulose et la transforme en disaccharides et en monosaccharides.

NO₃H moyennement concentré oxyde la cellulose en donnant d'abord de l'oxy-cellulose, puis de l'acide oxalique.

NO₃H concentré donne des nitrates de cellulose (coton, poudre).

(3) Attaque en milieu acide.

alcalins ⁽¹⁾ oxydent les celluloses. Le produit ultime de l'oxydation est une oxycellulose très soluble dans les solutions alcalines froides ou chaudes.

2° — *Mono et Disaccharides.*

L'oxydation de ces corps donne des mélanges d'acides, les produits variant suivant l'intensité de l'oxydation.

Il existe dans la nature des ferments solubles capables de réaliser à eux seuls des oxydations analogues à celles que l'on obtient par les agents chimiques; ces diastases ont reçu le nom d'*oxydases* et agissent comme accélérateur de réaction.

Comme on peut s'en rendre compte par l'exposé précédent, les agents qui sont susceptibles d'agir sur les tissus cellulosiques, après la mort des végétaux (agents hydrolysants et oxydants), tendent à transformer les polysaccharides (celluloses, amidons) en produits solubles.

C'est sur ces réactions que s'appuient les auteurs qui admettent que la totalité des tissus cellulosiques, transformés en substances solubles, ont disparu par diffusion au cours des premiers stades de la carbonisation et ne se retrouvent pas dans les combustibles fossiles très évolués tels que les houilles et les anthracites.

II. — **La Lignine et les Tissus lignifiés**

Les tissus lignifiés sont désignés vulgairement sous le nom de « bois », ils jouent dans la plante des rôles de protection ou de soutien. Ils proviennent de tissus primitivement cellulosiques (celluloses et pectose) dont les parois s'épaississent et s'imprègnent d'une substance dure, la *lignine*. Ils comprennent deux types bien distincts par les rôles qu'ils jouent dans le développement du végétal.

(1) Attaque en solution alcaline.

A. — Les différents tissus lignifiés des végétaux

a) SCLÉRENCHYME.

Le sclérenchyme joue uniquement un rôle de protection ou de soutien, les cellules qui composent ce tissu sont de deux sortes.

1° — Les *cellules sclérenchymateuses* proprement dites sont courtes, polyédriques. Ce sont de telles cellules qui forment la coquille des noix, la partie dure des noyaux de la pêche, de l'abricot, de la cerise, etc....; elles constituent uniquement un tissu de protection.

2° — Les *fibres sclérifiées* (tissu fibreux) sont des cellules à parois épaissies et sclérifiées, effilées à leurs deux extrémités et affectant la forme de fuseaux. Elles sont tantôt fortement lignifiées, peu flexibles et forment essentiellement des éléments de soutien, tantôt à peine lignifiées elles restent flexibles tout en devenant très résistantes (1).

La lignification de la membrane n'est pas uniforme, elle ne se produit pas suivant un certain nombre d'espaces annulaires ou ellipsoïdaux, de très petites dimensions, qui donnent naissance à de fins canalicules (ponctuations de la membrane) qui permettent les échanges osmotiques entre les cellules voisines qui, dans ces points, ne sont séparées que par une mince membrane non lignifiée. Ces ponctuations très nombreuses dans les cellules sclérifiées courtes deviennent rares dans les fibres dont le protoplasme et le noyau disparaissent rapidement.

Le tissu sclérifié apparaît donc comme étant formé de cellulose, de pectose et de lignine. La structure et le développement de ce tissu nous permettent de comprendre la complexité de la substance désignée vulgairement sous le nom de bois. L'étude des vaisseaux ligneux va nous fournir des indications plus précises encore.

(1) Les fibres textiles du lin et du chanvre appartiennent à ce dernier type.

b) VAISSEAUX LIGNIFIÉS (Tissu vasculaire) (1).

On donne le nom de vaisseaux lignifiés à des files de cellules allongées, placées bout à bout, formant des tubes étroits et permettant l'ascension rapide de la sève brute. C'est l'ensemble de ces vaisseaux lignifiés qui constitue le *bois* au sens scientifique du mot. Pour répondre à ce rôle physiologique, ces vaisseaux doivent avoir des parois suffisamment rigides qui les maintiennent constamment béants et perméables pour permettre les échanges osmotiques entre les différents vaisseaux et les cellules voisines.

C'est la lignification de la paroi qui assure cette rigidité. Ici, comme dans le cas du sclérenchyme, elle ne se produit pas régulièrement dans toute l'étendue de la membrane et l'épaississement ligneux n'apparaît que dans certaines régions (2) qui laissent subsister entre elles des espaces où la membrane reste cellulosique et perméable.

Cette structure particulière des vaisseaux ligneux explique, encore mieux que celle du sclérenchyme, la composition chimique complexe de ces tissus.

B. — La composition chimique des tissus lignifiés

L'exposé précédent nous permet de comprendre facilement que les tissus lignifiés sont formés, en réalité, de deux classes de corps, possédant des propriétés chimiques différentes.

1° — Des *hydrates de carbone* (cellulose, pectose) représentant les parties non transformées de la membrane ou les membranes moyennes du tissu lignifié.

(1) D'où le nom de *vasculaire* employé parfois pour désigner la lignine.

(2) C'est la disposition des parties lignifiées qui a permis la classification des vaisseaux; tantôt la lignification se produit suivant des anneaux (v. Annelés) ou suivant des spirales doubles ou simples (v. Spirales), tantôt elle se réalise plus irrégulièrement (v. rayées v. réticulés, v. scalariformes, v. ponctuées, v. aérolés).

2° — La *Lignine*, produit de la spécialisation et de la transformation de la membrane.

Dans ces tissus, ces deux catégories de corps forment plus que de simples mélanges, car les hydrates de carbone du bois, et en particulier les celluloses, présentent une résistance aux agents chimiques ou bactériologiques bien supérieure à celle des celluloses ordinaires (1). Certains auteurs admettent qu'ils forment un véritable *glucoside*.

a) LES HYDRATES DE CARBONE DES TISSUS LIGNIFIÉS.

1° — *Celluloses*. Les celluloses du bois peuvent être séparées de la lignine par un certain nombre de procédés employés dans l'industrie du papier (2).

Parmi les celluloses extraites du bois, la *Mannane* ou *Manno-cellulose* est une cellulose particulière, abondante dans les tissus ligneux des gymnospermes, assez fréquente chez les angiospermes. Par hydrolyse, la Mannane donne du *mannose*, tandis que la cellulose vraie donne du *glucose*.

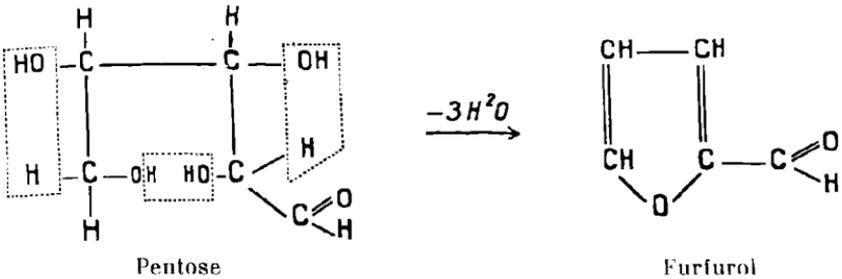
2° — *Pectose*. Ce polysaccharide entre dans la composition des membranes moyennes qui unissent les cellules adjacentes. Sous forme de pectate de chaux, il constitue le ciment des cellules.

3° — *Xylane* (ou gomme du bois) L'hydrolyse de ce polysaccharide donne des pentoses de formule $C_5H_{10}O_5$. Chauffés avec des acides forts, étendus, les pentoses perdent de l'eau et donnent du Furfurol suivant la formule figurant page 427.

Cette réaction explique la présence du furfurol dans certaines réactions des tissus lignifiés.

(1) Un bon exemple de cette résistance particulière nous est donné par les fibres textiles du lin. Ces fibres *très peu lignifiées* résistent à l'hydrolyse (rouissage) qui détruit les tissus cellulosiques adjacents.

(2) Fabrication des *pâtes de bois* ou *celluloses de bois*.



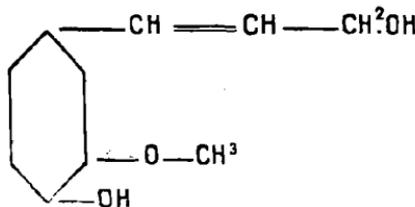
b) LA LIGNINE.

Par des procédés différents, se ramenant au fond à une hydrolyse rapide qui solubilise les celluloses et les gommés, WILLSTAETTER et KURTSCHNER ont isolé à partir du bois des produits qu'ils ont désignés sous le nom de *Lignines*. Ces lignines sont des corps uniquement formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. La proportion d'hydrogène est toujours supérieure à celle nécessaire pour former de l'eau avec l'oxygène présent.

Il est très difficile de débarrasser la Lignine des autres substances (hydrates de carbone) qui lui sont combinés, aussi le produit obtenu n'est pas de la lignine pure, mais un mélange de lignine et de gommés.

D'après KLASON, la substance spécifique du bois serait l'*alcool coniférylique* ou *aglycone* qui existe à l'état de glucoside, la *coniférine*, dans le Cambium des Conifères.

La formule de l'aglycone est la suivante :



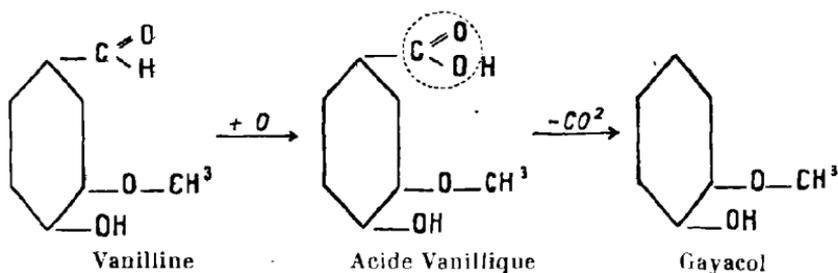
Ce corps, qui contient le noyau du *gayacol* caractérisé par la présence d'un méthoxyle ($-O-CH^3$) et d'un-

carbone aldéhydique et l'hydrogène de ce dernier vient saturer l'autre carbone; le produit final est l'*acide acétique*, $\text{CH}^3 - \text{CO}^2\text{H}$.

L'action des oxydants explique donc la fabrication de l'*acide acétique* (vinaigre de bois) à partir des tissus lignifiés.

L'aldéhyde aromatique, la Vanilline apparaît fréquemment dans les oxydations des tissus ligneux, on l'a décelée dans la pourriture du bois et dans la cuisson de la pelure de pomme de terre.

Si l'oxydation se poursuit, la Vanilline est transformée



à son tour en *acide vanillique* qui, par perte de CO^2 (décarboxylation), donne du *gayacol* (1).

2° *Synthèse de la Pyrocatechine et de l'alcool méthylique à partir du gayacol.*

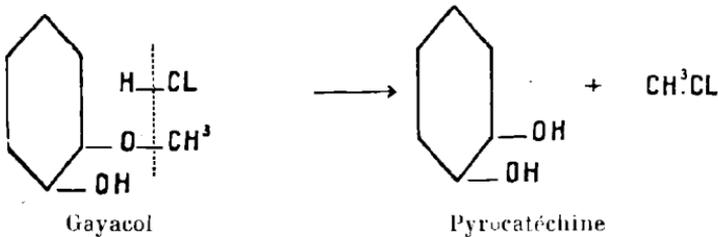
Le *gayacol*, qui apparaît dans l'oxydation du bois, est l'éther monométhylé du phénol bivalent $\text{C}^6\text{H}^4(\text{OH})_2$.

Cet éther, comme tous les éthers phénoliques (ou anisols), ne se laisse pas saponifier par l'eau ou par les bases et ne régénère pas, dans ces conditions, le phénol et l'alcool. Cette régénération peut être obtenue en laboratoire par un moyen détourné.

Si on chauffe le *gayacol* avec un hydracide on obtient

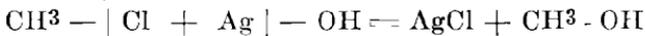
(1) Le *Gayacol* est le principe essentiel du goudron de hêtre.

un phénol bivalent correspondant et un éther de l'alcool méthylique suivant la réaction.



Le diphenol obtenu est l'ortho-dioxybenzène ou *Pyrocatéchine*.

Si on traite l'éther haloïde CH_3Cl par l'hydrate d'argent, on régénère l'alcool méthylique suivant la réaction



Or, ces deux corps, qu'il est possible d'obtenir à partir de l'aglycone, existent dans les produits de la distillation du bois.

La Pyrocatechine se trouve dans les goudrons de bois et l'alcool méthylique ou esprit de bois dans les produits aqueux à côté de l'acétone et de l'acide acétique.

La pyrocatechine n'existe vraisemblablement pas à l'état libre dans les tissus ligneux, ceux-ci contiendraient plutôt des corps catéchiniques, analogues à la catéchine, principe actif du cachou.

Les corps catéchiniques sont caractérisés par un noyau benzénique portant deux fonctions phénols en position ortho, et une chaîne latérale. Or, quelle que soit cette chaîne latérale, l'oxydation la détruit toujours et donne comme terme ultime l'acide *protocatéchinique* $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_2\text{CO}_2\text{H}$ qui, sous l'action de la chaleur, se décarboxyle (perte de CO_2), le produit final est donc la pyrocatechine $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$.

Dans les traitements chimiques du bois on obtient toujours des mélanges de pyrocatechine et d'acide protocatéchinique.

La pyrogénéation des tissus ligneux réalise donc la synthèse de l'anisol qu'est le gayacol (1). Le mécanisme de la réaction peut être différent d'une saponification, le résultat final est le même; tout se passe comme s'il y avait régénération du phénol et de l'alcool avec élimination d'une molécule d'eau.

Comme on peut s'en rendre compte par l'exposé précédent la formule proposée par KLASON pour la substance spécifique des tissus lignifiés (Aglycone ou lignine hypothétique pure) explique bien l'apparition de l'acide acétique, de l'alcool méthylique, des corps gayacoliqes (gayacol, acide vanillique, vanilline) et catéchinique (pyrocatéchine, acide protocatéchique) dans les traitements chimiques du bois.

III. — Corps autres que les Hydrates de carbone et que la Lignine (2)

Les hydrates de carbone et la lignine constituent à eux seuls la majeure partie du corps des végétaux. Cependant ces derniers contiennent un certain nombre de composés organiques dont la composition est assez mal connue. Ce dernier caractère s'explique par le fait que certains d'entre eux n'ont pas d'applications industrielles (cutine, cires végétales, résines) ou ont fait l'objet d'études qui ont été gardées secrètes parce qu'elles constituent des procédés d'extraction ou de préparation (essences dans l'industrie des parfums).

Ces substances, produits de transformations ou d'ex-

(1) Les Anisols (éthers phénoliques) se distinguent des éthers en ce que:

1° On ne peut les obtenir par action directe d'un phénol sur un alcool ;

2° Ils ne se laissent pas saponifier par les bases.

(2) La plupart des indications figurant dans ce paragraphe ont été empruntées aux ouvrages suivants:

BONNIER et LECLERC DU SABLON. — Cours de Botanique.

CHODAT. — *loc. cit.*

BELTZER et PERSOZ. — *loc. cit.*

crétions, sont la *cutine*, la *cérine*, la *subérine*, les *cires végétales*, les *essences*, les *résines*, les *mucilages*, les *gommes* et les *albuminoïdes*.

a) LA CUTINE (*Cutocellulose*).

La *Cutine* est le produit de la transformation de la zone externe de la membrane cellulosique des cellules qui se trouvent directement exposées à l'atmosphère. Elle forme un revêtement continu imperméable, la *cuticule*, qui recouvre toute la surface des feuilles des spores et de certaines tiges (1). Elle joue pour ces organes de la plante un rôle essentiellement protecteur.

La cutine serait constituée par une molécule d'acide stéarocutique $C^{28} H^{48} O^4$ et cinq molécules d'acide oléocutique $C^{15} H^{20} O^4$, elle appartiendrait donc à la famille des corps gras.

Les acides stéarocutique et oléocutique chauffés à 100° en présence d'eau se transforment en corps insolubles à points de fusion plus élevés (2).

b) LA CÉRINE ET LA SUBÉRINE (*Liège, Adipocelluloses*).

Dans beaucoup de tiges âgées, les cellules superficielles meurent et se détachent de la plante. Le rôle protecteur de la cuticule, qui disparaît ainsi, est alors joué par de nouvelles couches de cellules spécialisées qui forment un manchon protecteur, le *Liège* ou *Suber*.

Ce phénomène désigné sous le nom de *subérification* est assez différent de la *cutinisation*.

Cette dernière est, comme nous l'avons vu au paragraphe précédent, le résultat d'une *transformation* de la

(1) Ordinairement, la cutine forme un revêtement externe, mais on connaît des exemples de cellules dont la paroi interne est cutinisée.

(2) R. LHUILLIER et L. MAURICE. — B. F. n° 405.684, traitement et emploi des matières cellulosiques et déchets de diverses industries.

membrane cellulosique en une substance nouvelle : la *cutine*.

Au contraire, la *subérification* comme la *lignification* résulte de l'*imprégnation* de la membrane cellulosique qui, sans disparaître complètement, se charge de substances nouvelles (cérine et subérine ou lignine).

Le liège serait un mélange de cellulose (1), de lignine et de deux composés caractéristiques : la *cérine* $C^{20} H^{32} O$ et la *subérine*. Par saponification, ces corps donnent les acides stéarique et phellonique ($C^{23} H^{43} O^3$).

Comme la cutine, la subérine et la cérine sont des substances apparentées aux corps gras.

c) LES CIRES VÉGÉTALES.

Les cires sont des substances d'excrétion qui viennent souvent renforcer l'action protectrice des cuticules, elles forment des enduits granuleux qui donnent aux organes verts leur teinte glauque et aux fruits colorés (prunes, genévriers) leur teinte bleuâtre caractéristique. Les cires se déposent parfois sous forme de bâtonnets, de croutes ou de peaux.

Les cires sont des substances très voisines des corps gras.

d) LES ESSENCES ET LES RÉSINES (*Baumes*).

Les essences et les résines sont des produits d'excrétions qui s'accumulent dans différentes parties des végétaux.

Lorsque la sécrétion se produit à la périphérie du végétal, l'essence se localise sous la cuticule et forme une poche sous cuticulaire.

Les essences peuvent rester à l'intérieur de la cellule qui les produit (cellules sécrétrices) ou traverser la membrane et s'accumuler dans des lacunes qui pren-

(1) Par un traitement approprié la poudre de liège donne 9 à 12 % de cellulose.

nent naissance entre les cellules sécrétrices; suivant l'allure de la lacune il se forme un *canal sécréteur* ou une *poche sécrétrice*.

Les essences sont des hydrocarbures simples ou oxydés qui appartiennent à la série grasse ou à la famille des terpènes.

Les essences aliphatiques passent facilement, par fermeture de leur chaîne, à l'état de composé cyclique (passage du Citral au Cymol par exemple).

Le type des terpènes est l'essence de térébenthine. La plupart des essences sont des parfums.

Les résines sont des corps complexes qui résultent de l'oxydation des essences, ce sont, le plus souvent, des mélanges très hétérogènes qui se trouvent dissous dans les essences.

Les Baumes sont des mélanges de résines, d'essences et d'un acide libre (acide benzoïque ou cinnamique). Le Baume du Canada est sécrété par l'*Abies balsamea*.

e) LES GOMMES ET LES MUCILAGES.

Les gommés et les mucilages sont les produits de la *gélification* des membranes cellulosiques. Ce sont des substances qui présentent les caractères des composés pectiques. De consistance cornée quand elles sont sèches, elles se ramollissent et gonflent considérablement au contact de l'eau.

D'après L. Troost, les gommés et les mucilages auraient la même composition que la dextrine.

Enfin, dans certains cas, la cellulose subit une modification plus profonde, la *liquéfaction* qui la transforme en un liquide incolore.

f) LES ALBUMINOÏDES.

Ce sont ces substances formées d'oxygène, d'hydrogène, de carbone, d'azote et de soufre, parfois de phosphore, qui constituent le protoplasme et le noyau des cellules vivantes. La *Chlorophylle*, qui joue un rôle physiologique

si important, est une substance complexe formée de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote et de magnésium; elle est caractérisée par un noyau dérivé du *pyrrol*.

CHAPITRE 2

CONSTITUTION CHIMIQUE DES COMBUSTIBLES FOSSILES

Comme on peut s'en rendre compte par l'exposé précédent, les substances végétales qui ont donné naissance aux combustibles fossiles présentent, malgré le petit nombre de corps simples qui les constituent (carbone, hydrogène, oxygène, azote) des compositions chimiques très différentes dont la plupart nous sont encore assez mal connues.

Or, comme on l'a déjà fait remarquer à maintes reprises dans les combustibles fossiles, chacun de ces corps composés a pu être le point de départ d'un grand nombre de composés représentant tous les stades d'altération et de transformation de la substance initiale; transformations qui peuvent résulter non seulement du processus de fossilisation (humification, tourbification, putréfaction)(1) mais encore de toutes les actions qui ont affecté la roche combustible postérieurement à son enfouissement.

Ces actions sont multiples et proviennent soit de l'accumulation, au-dessus du dépôt combustible, d'une grande épaisseur de sédiments, soit de mouvements violents de l'écorce terrestre. Elles se poursuivent de nos jours et, dans nos mines de houille, se trouvent continuellement modifiées du fait de l'exploitation elle-même (2) qui affecte considérablement les conditions de dépôt.

(1) Voir à ce sujet :

H. POTONIE. — Die Entstehung der Steinkohle und verwandter Bildungen einschliesslich des Petroleum. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1905.

(2) Voir à ce sujet :

L. MORIN. — Du grisou et des dégagements instantanés. *Ann. Soc. Géol. Nord.*, t. L, p. 155 à 190, Lille, 1925.

Il est certain, comme me le faisait remarquer M. Paul Lecomte, professeur d'Exploitation des mines à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, qu'un fragment de charbon amené au jour est très différent de ce qu'il était dans la couche de houille où il subissait l'effet de pressions et de températures toutes différentes.

A cette grande complexité de structure vient s'ajouter, en ce qui concerne l'étude des combustibles particulièrement sensibles aux agents chimiques ou physiques, la quasi impossibilité de distinguer dans les produits obtenus ceux qui préexistaient de ceux qui résultent de l'attaque elle-même.

I. — Les constituants chimiques combustibles .

Les recherches concernant les combustibles ont permis d'isoler un certain nombre de corps, la plupart assez mal définis, dont j'emprunterai la nomenclature et la définition succincte à la note de M. Crussard (1).

Ces substances appartiennent aux quatre catégories suivantes :

A. — SUBSTANCES PRIMITIVES NON TRANSFORMÉES.

La lignine, la cellulose et même les sucres existent en quantité appréciable dans les combustibles jeunes. Certaines tourbes et certains lignites contiennent 10 à 20 % de leur poids de lignine intacte ou à peine modifiée. La cellulose est fréquente dans les tourbes où les sucres ne sont pas très rares.

W. Gothan a signalé récemment la présence de la cellulose dans le lignite (2) où il l'a désignée par le nom de *Sapperite*, utilisé avant lui par H. Potonié (3).

(1) L. CRUSSARD. — *loc. cit.*, p. 308.

(2) W. GOTHAN. — *Über das vorkommen der Zellulose-Kohle in der Braunkohle der Gegend von Klettwitz (N.-L.). Jahrb. Preuss. Geol. Landesanstalt zu Berlin*, B. XLVII, H. 1, Berlin, 1926.

(3) R. POTONIÉ. — *Kohlenpetrographie*, 1924, S. 220.

Déjà en 1830, Brongniart (1) avait remarqué la résistance des cuticules aux agents de transformation et d'après R. Potonié (2) les débris de cuticules les plus anciennement carbonisés donnent les mêmes réactions que celles des plantes vivantes.

B. — LES ACIDES HUMIQUES.

On désigne sous ce terme vague un ensemble de corps solubles à froid dans les alcalis étendus et se séparant à nouveau sous forme de précipité floconneux par acidification de la liqueur obtenue.

On peut y distinguer :

a) *Les acides hydroligniques*, ensemble d'acides aldéhydes et phénols, et leurs produits d'oxydation.

b) *Les acides oxyligniques*, acides aromatiques à poids moléculaire moyen.

C. — LES HUMINES OU SUBSTANCES NEUTRES HUMIQUES.

Ces corps sont insolubles dans les alcalis étendus et froids, solubles dans les alcalis chauds et concentrés par suite d'une hydrolyse préalable qui régénère des corps à fonctions acide ou phénol.

Ce sont :

a) *Les corps neutres hydroligniques* résultant de la condensation avec élimination d'eau des acides du même nom ou de la semi-oxydation de ces derniers.

b) *Les corps neutres oxyligniques* provenant de l'anhydridisation ou de la cétonisation des acides oxyligniques et perte de l'activité acide.

c) *Les corps neutres saccharo-humiques* résultant de

(1) A. BRONGNIART. — ANN. SCI. NAT., 1830.

(2) R. POTONIÉ. — Der mikrochemische Nachweis fossiler kutinisierten und verholzter Zellwände sowie fossiler Zellulose und seine Bedeutung für die Geologie der Kohle. *Jahr. Preuss. Geol. Landesanstalt zu Berlin*, B. XLI, T. I, H. 1, p. 132 à 138 Berlin, 1921.

l'hydrolyse ou de l'oxydation des sucres, gommés ou celluloses.

D. — LES BITUMES.

On désigne sous ce nom l'ensemble des corps que l'on isole des roches combustibles à l'aide des solvants organiques (benzène, alcool, éther, pyridine, etc.), employés à température modérée (100°-200°).

Par évaporation, la solution obtenue laisse un résidu qui, dans le cas des houilles grasses, a l'apparence de la poix ou du bitume naturel, d'où l'emploi du mot « bitume » pour désigner ces substances dont la composition chimique est très mal connue et dont la parenté avec les bitumes naturels vrais n'est pas prouvée.

II. — Théories chimiques sur l'origine des combustibles

Dans ces dernières années, on ne s'est plus borné à rechercher les compositions chimiques exactes de ces différents corps, compositions qui par leur nature même et leur complexité sont très difficiles à déterminer.

Comme je l'ai dit au début de cette note, les recherches modernes ont surtout eu pour but la comparaison des résultats obtenus par l'application simultanée d'une même méthode d'investigation aux substances végétales et aux combustibles. Elles ont mis en évidence de grandes analogies de structure entre les combustibles et les substances végétales (lignine, cellulose), analogies qui sont telles que dans les deux cas on voit apparaître les mêmes séries de corps, corps furaniques (furfurane, furfurole), corps gayacologiques (vanilline, acide vanillique), corps catéchiques (pyrocatéchine).

Cette parenté une fois démontrée, on a cherché à déterminer parmi les substances végétales celles qui ont joué le rôle prépondérant ou exclusif dans la formation des combustibles.

Sans exposer, ni même énumérer les nombreux travaux

qui ont été publiés sur ce sujet, je me bornerai à énoncer les théories qui les résument tous.

A. — THÉORIE DE FISCHER ET SCHRADER.

La première théorie, soutenue par Fischer et Schrader (1), admet qu'au cours des premiers stades de la fossilisation la *cellulose* disparaît complètement, tandis que la *lignine* subsiste et devient le point de départ des substances humiques et des charbons. Elle s'appuie sur le fait que ces trois classes de corps (lignine, substance humique, charbons) possèdent principalement une structure aromatique et que la cellulose, présentant une structure aliphatique particulièrement sensible aux agents chimiques ou biologiques, se transforme facilement, comme nous l'avons vu précédemment, en produits solubles.

B. — THÉORIE DE MARCUSSON.

La deuxième théorie, soutenue par Marcusson (2) admet au contraire que la *cellulose* a joué un rôle important dans la formation des substances humiques et des charbons. Cette opinion s'appuie sur le fait qu'il est possible d'obtenir à partir du furfurol ou de ses dérivés des corps très voisins des substances humiques naturelles. D'après lui, les combustibles dériveraient à la fois des *substances*

(1) F. FISCHER et H. SCHRADER :

1° Über die Entstehung und die chemischen Struktur der Kohle, *Brennst. Chem.*, vol. 2, p. 37-45, Essen, 1921.

2° Neue Beiträge sur Entstehung und chemischen Struktur der Kohle, *Brennst. Chem.*, vol. 3, p. 67-72, Essen, 1922.

3° Bemerkungen zur Ligninabstammung der Kohle, *Brennst. Chem.*, vol. 3, p. 341, 343, Essen, 1922.

4° New Contributions on the Origin and Chemical Structure of Coal, *Fuel*, vol. CXXIV, n° 3213, 23 juil. 1922, p. 113-119, Londres, 1922.

(2) J. MARCUSSON :

1° Die Synthese der Humine und Huminsäuren. *Ber. d. Deut. Chem. Ges.*, vol. 54, p. 542-545, Berlin, 1921.

2° Die Struktur der Huminsäuren und Kohlen. *Zeit f. angew. Chem.*, vol. 34, p. 437-438 Leipzig, 1921.

3° Struktur und Bildung der Huminsäuren und Kohlen. *Zeit. f. Angew. Chem.*, vol. 36, p. 42, Leipzig, 1923.

cellulosiques et des *substances ligneuses* des végétaux qui leur ont donné naissance.

Parmi les substances si nombreuses qui entrent dans la composition des végétaux, ces deux théories ne font intervenir que la lignine et la cellulose qui, pratiquement, représentent à elles deux la presque totalité de la masse de ces organismes, elles considèrent les autres substances comme négligeables.

Cette manière de voir a été admise par la plupart des autres auteurs, néanmoins Klever (1), tout en admettant que les substances humiques dérivent principalement des tissus cellulosiques, estime que les hydrocarbures et les phénols des goudrons proviennent des résines et des cires contenues dans les végétaux initiaux.

En résumé, les recherches chimiques conduisent à admettre, pour les combustibles fossiles, soit une origine purement ligneuse, soit une origine ligno-cellulosique. Les deux théories adverses reposent sur des expériences assez précises pour qu'il soit difficile, dans le domaine de la chimie pure, de prendre partie pour l'une ou pour l'autre. Elles expliquent assez bien la composition chimique des combustibles jeunes (tourbes, lignites) pour lesquels les observations de Gothan (2) et de R. Potonié (3) semblent confirmer les vues de Marcusson.

En ce qui concerne la houille, l'étude microscopique en lumière réfléchie m'a permis de déterminer avec certitude la nature, et par conséquent la constitution chimique des substances végétales qui lui ont donné naissance, le rôle prépondérant joué par chacune d'elles dans les différentes variétés de charbons et les relations existant entre la composition chimique des substances végétales initiales et celle du charbon qui en dérive.

(1) KLEVER. — Brennst. Chem., 1921, 2, p. 213.

(2) W. GOTHAN. — *loc. cit.*

(3) R. POTONIÉ. — *loc. cit.*

C'est l'exposé de ces résultats et l'étude des phénomènes qui ont présidé à la formation de la houille qui feront l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE 3

RELATIONS EXISTANT ENTRE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES SUBSTANCES VEGETALES ET LES HOUILLES QUI EN DERIVENT

I. — Rôles de la Cutine et de la Lignine

L'étude comparative des différentes variétés de houilles du Nord de la France met en évidence l'existence de relations étroites entre la composition chimique de chacune d'elles et la composition chimique des vestiges de tissus végétaux qui y dominent, relations, qui dans une certaine mesure, se trouvent modifiées par des actions secondaires.

C'est ainsi que les corps figurés que j'ai décrits dans des publications antérieures (1) ne se trouvent pas distribués au hasard dans les différentes variétés de houilles, mais sont au contraire localisés dans chacune d'elles et permettent de les déterminer aussi sûrement que l'analyse immédiate.

En se basant sur la constitution chimique des corps figurés, on peut diviser les différentes variétés de houille en deux catégories :

1° Les charbons de cutine.

2° Les charbons de lignine.

1°) LES CHARBONS DE CUTINE.

Ces charbons sont tous caractérisés par la réduction de leur pâte (substance fondamentale), *la présence, en grande quantité, de corps figurés cutinisés* (exines de spores.

(1) A. DUPARQUE. — *loc. cit.*, *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L p. 56 à 79, pl. II à V, Lille, 1925.

A. DUPARQUE. — *loc. cit.*, *Revue de l'Industrie Minière*, n° 142, p. 493 à 514, pl. I et II, Saint-Etienne, 1926.

cuticulés) (1), la fréquence des corps résineux et la rareté relative des fragments de tissus ligneux bien conservés.

L'état de conservation parfaite des corps cutinisés et l'altération des tissus lignifiés sont des caractères constants.

Ils appartiennent tous aux variétés de houilles les plus riches en matières volatiles, celles qui sont communément désignées par les termes de *houille flambante*, de *houille grasse à gaz* et de *houille grasse proprement dite* (2); leurs teneurs en matières volatiles oscillent entre 26 % et 45 %.

Ces charbons, que j'ai désignés jusqu'ici par le terme « *Durain* », sont apparentés aux Cannels-Coal auxquels ils sont rattachés par toute une série d'intermédiaires (3).

2°) LES CHARBONS DE LIGNINE.

Les charbons de cette catégorie possèdent tous une pâte (substance fondamentale) bien développée, leurs corps figurés ne sont pratiquement représentés que par des fragments de *tissus lignifiés*, ils se divisent naturellement en deux classes caractérisées par le degré d'altération de ces mêmes tissus et appartenant toutes deux à la catégorie des houilles brillantes.

a) *Charbons de lignine à tissus lignifiés bien conservés.* Les tissus lignifiés de ces charbons sont à l'état de *Fusain* et de *Xylain* (4) et présentent des structures particulièrement nettes.

(1) Ces corps figurés cutinisés représentent fréquemment 75 % et plus de la masse de ces charbons.

(2) Ces termes empruntés à la classification de M. Ch. Barrois correspondent approximativement aux termes *charbons flénus*, *bituminous coal* et *Fettkohlen Gaskohlen* utilisés respectivement en Belgique, en Angleterre et en Allemagne.

(3) A. DUPARQUE. — Remarques sur la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille, Ann. Soc. Géol. Nord. t. LI, p. 212 à 232, Lille, 1926.

(4) A. DUPARQUE. — *loc. cit.*, Ann. Soc. Géol. Nord, t. LI, p. 51 à 64.

Ces charbons, que j'ai décrits jusqu'ici sous le nom de *Claraïn*, contiennent également des lits de *Vitraïn* (substance amorphe) et correspondent aux charbons utilisés pour la fabrication du coke métallurgique, ce sont les *houilles grasses à coke* contenant de 18 à 26 % de matières volatiles.

b) *Charbons de lignine à tissus lignifiés partiellement ou complètement gélifiés*. Dans cette classe de charbons, le *Fusain* est généralement plus rare, les tissus ligneux réduits à l'état de menus fragments gélifiés (*Xylo-vitraïn*) (1) sont étalés suivant des plans qui séparent les lits de *Vitraïn* formant la majeure partie de leur masse.

Ils comprennent les *houilles maigres* et les *houilles anthraciteuses* dont les teneurs en matières volatiles oscillent entre 8 et 18 % et les *anthracites*.

Des observations précédentes, il résulte que les hautes teneurs en matières volatiles, et par conséquent en goudrons et en phénols, des *houilles flambantes* et des *houilles grasses à gaz*, se trouvent liées à la nature du dépôt initial qui était surtout constitué par des *corps cutinisés* (exines de spores, cuticules) et la *cutine* est, de toutes les substances végétales, celle qui a joué le rôle primordial dans leur formation.

Certaines de nos couches de houille, dont l'épaisseur atteint 1 m. 40, sont entièrement formées par l'accumulation des enveloppes cutinisées des cellules sexuelles (spores) des plantes houillères. Or, si l'on considère que les plus grandes de ces spores (macrospores) dépassaient rarement 1 mm. de diamètre et que la plupart d'entre elles (microspores) ne mesuraient que quelques centièmes de millimètre, on peut se rendre facilement compte de la puissance de la végétation houillère et du temps qui a été nécessaire pour permettre la formation de telles veines de charbon.

(1) A. DUPARQUE. — Le rôle des tissus lignifiés dans la formation de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 51 à 64. pi. I, Lille, 1926.

C'est donc grâce à de véritables pluies de spores, dont les pluies de pollen que nous observons de nos jours ne nous donnent qu'une très faible idée, que la nature a réalisé la synthèse de ces charbons et des matières volatiles qu'ils contiennent. Ici, comme pour les Bogheads (1), le point de départ de cette synthèse naturelle des corps aromatiques contenus dans les goudrons sont des substances appartenant à la série grasse et apparentées aux corps gras. Cette synthèse n'a rien qui doive nous étonner si l'on considère avec quelle facilité les corps de la série grasse se transforment en composés aromatiques.

D'autre part, si l'on admet que les cuticules et les substances cutinisées des combustibles fossiles présentent des compositions chimiques très voisines de celles de ces mêmes substances dans la plante vivante, on peut se demander si cette synthèse se trouve réalisée dans la roche ou si elle n'est pas la conséquence du traitement qu'on lui fait subir.

C'est dans ces charbons de cutine que l'on rencontre fréquemment des corps résineux fossilisés; le rôle de ces résines est peu important comparativement à celui des substances cutinisées.

Ce mode de formation des charbons de cutine nous permet d'observer, une fois de plus, le rôle considérable joué dans les temps géologiques par des phénomènes qui, de nos jours, paraissent négligeables, soit par leur rareté ou leur peu d'importance.

Les tissus lignifiés (lignine) ne jouent qu'un rôle peu important dans la formation des charbons précédents, tandis que leur abondance caractérise au contraire les *houilles à coke* et les *houilles maigres* qui, à l'origine, semblent avoir été constituées par des dépôts analogues.

Les propriétés particulières des *houilles à coke* (teneurs en matières volatiles oscillant entre 18 à 26 %) semblent

(1) A. DUPARQUE. — Remarques sur les galets de Boghead et de Gayet du conglomérat de Bruay, *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 353 à 361, Lille, 1926.

correspondre à la fréquence des fragments de tissus lignifiés et à leur état de conservation remarquable.

Les qualités propres aux *houilles maigres* (faible teneur en matières volatiles) seraient au contraire liées au développement moindre de ces mêmes tissus lignifiés et à leur état de décomposition (gélification) plus avancée.

L'examen microscopique des houilles permet donc de déterminer exactement le rôle joué par certaines substances végétales dans la formation de ces charbons.

Il nous montre que conformément aux vues des chimistes, la *Lignine* (tissus lignifiés) a participé dans des proportions importantes à la constitution de certaines catégories de combustibles (houilles à coke et houille maigre), mais qu'elle n'intervient que dans de faibles proportions (1) dans la formation d'autres variétés (houilles à gaz et houilles flambantes).

Les corps dérivés de la Lignine paraissent présenter, suivant leur état de fossilisation, des propriétés chimiques différentes qui seraient à la base de la distinction des *houilles à coke* et des *houilles maigres*. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de déterminer si ces différences existant entre des charbons, paraissant résulter de dépôts primitivement identiques, proviennent de variations dans les circonstances qui ont présidé à ce dépôt ou dans les actions secondaires (diagénèse ou métamorphisme) qui ont affecté les couches de combustible postérieurement à leur enfouissement sous d'autres sédiments.

Cette étude met, en outre, en lumière un fait nouveau, le rôle très important et presque exclusif joué par la *cutine* (exines de spores, cuticules) dans la genèse des

(1) Ce caractère est encore exagéré dans les charbons spéciaux (Bogheads, Cannel-Coals) dont les teneurs en matières volatiles sont supérieures à celles des charbons flambants.

A. DUPARQUE. — Remarques sur la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 212 à 232, Lille, 1926.

houilles riches en matières volatiles (houilles à gaz et houilles flambantes).

La composition chimique d'une houille donnée semble donc liée à la fois à la constitution chimique des substances végétales qui lui ont donné naissance et aux actions qui ont modifié postérieurement cette composition.

Enfin, elle nous montre que ces corps dont l'origine est incontestable, ne forment pas toute la masse de la houille, mais qu'ils sont réunis par une substance secondaire, colloïdale, sans structure qui forme la pâte de cette roche.

C'est l'étude de cette pâte, que j'ai désignée sous le nom de substance fondamentale, qui fera l'objet du développement suivant.

II. — Rôle de la cellulose et des hydrates de carbone dans la formation des charbons

NATURE ET ORIGINE DE LA PÂTE (SUBSTANCE FONDAMENTALE) DE LA HOUILLE.

En ce qui concerne la substance fondamentale, l'étude microscopique de la houille ne nous fournit guère de renseignements précis que sur sa nature colloïdale et son mode d'individualisation (1).

D'autre part, l'étude de sa constitution chimique montre qu'elle participe de celle des corps figurés qu'elle enrobe. Les lits de substance fondamentale pure (Vitrain) intercalés dans les couches de houilles riches en matières volatiles (2) possèdent une composition voisine de celle de ces dernières, tandis que les lits d'aspect analogue que l'on rencontre dans les anthracites (3) (Pseudo-Vitrain

(1) A. 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. 66 et suivantes Lille, 1925.

(2) A. V. HENDRICKSON. — Data relating to the banded constituents of bituminous Coal. *Fuel*, vol. IV, n° 2, p. 83 à 86, Londres, 1925.

(3) A. GROUNDS. — A Contribution to the study of the constitution of Anthracite. *Jour. Soc. Chem. Ind.*, 1922, 41, p. 88-92 T.

de Grounds) sont totalement différents des premiers.

La nature secondaire de cette pâte, qui dérive de substances ayant subi la destruction totale (1) et par conséquent profondément transformée, ne permet guère d'espérer que l'on puisse arriver à déterminer son origine par les méthodes précédentes.

On se trouve donc contraint d'aborder l'étude de la pâte de la houille par d'autres méthodes d'investigation et d'essayer d'expliquer sa formation par l'observation de phénomènes actuels ou de réactions capables de s'être réalisés dans les conditions où elle s'est formée.

L'étude microscopique révèle que les substances végétales, dont la structure est encore conservée, ne devaient subir qu'exceptionnellement la destruction totale dans les conditions normales de formation des combustibles. Les spores et les cuticules (cutine) sont toujours bien conservées et les tissus ligneux (lignine); même lorsqu'ils sont complètement gélifiés, gardent leur individualisation dans la pâte qui les enrobe.

Dans ces conditions, il semble difficile d'admettre que la pâte (substance fondamentale), qui dans certains cas représente 75 % et plus de la masse totale, puisse provenir uniquement des produits solubles de la transformation de la cutine et de la lignine.

Comme, d'autre part, les charbons riches en substance fondamentale (houilles à coke et houilles maigres) sont ceux qui dérivent certainement de l'accumulation de débris du corps des végétaux (tiges, branches, racines) formés de lignine et de cellulose, l'idée vient tout naturellement à l'esprit d'attribuer à celle de ces substances dont on ne retrouve plus trace (cellulose) l'apport de matière nécessaire à la formation de la pâte de la houille.

(1) A. DUPARQUE. — La structure microscopique et macroscopique de la houille. Son origine et son mode de formation. p. 499 et suivantes. *Revue de l'Industrie Minérale*, n° 142, p. 493 à 514, pl. I et II, Saint-Etienne, 1926.

Dans l'exposé qui va suivre, j'examinerai successivement si cette hypothèse est compatible avec les propriétés chimiques de la cellulose et les phénomènes que nous pouvons observer de nos jours.

Lors de l'immersion des débris végétaux dans la lagune houillère, les réactions qui étaient susceptibles d'affecter les substances cellulosiques étaient l'oxydation et l'hydrolyse dont les conditions générales se trouvaient réalisées. Or, comme nous l'avons vu précédemment, ces réactions, qui devaient se développer d'autant plus facilement que les débris végétaux eux-mêmes apportaient dans le milieu les diastases capables de les accélérer, sont justement celles qui tendent à transformer la cellulose en substances solubles. L'idée de la destruction totale des tissus cellulosiques et de leur mise en solution ou en pseudo-solution se trouve donc être conforme aux expériences de laboratoire (1).

C'est d'ailleurs ce phénomène que nous observons dans le rouissage du lin où les tiges de cette plante, exposées à l'action de l'eau courante en excès, en présence d'organismes microbiens, perdent peu à peu leur substance cellulosique et se trouvent réduites à leurs fibres textiles (pecto-cellulose) et ligneuses. Dans ces conditions les substances cellulosiques disparaissent complètement par suite de la diffusion de la solution formée dans l'eau en excès.

Or, dans la lagune houillère un tout autre milieu devait être réalisé par suite d'une accumulation rapide et abondante des débris végétaux, condition qui semble avoir été indispensable à la formation de toute roche combustible et qui pourrait s'énoncer de la façon suivante: « *Pour qu'une roche combustible puisse se former, il faut que la quantité d'eau en présence soit suffisamment faible par rapport à la masse de substance végétale pour empêcher*

(1) C'est d'ailleurs le phénomène que nous observons dans la liquéfaction de la cellulose (voir page 434) qui n'est du reste que l'exagération de la gélification de cette substance.

l'élimination trop rapide des produits solubles. En effet, si la quantité d'eau était considérable, par suite de la diffusion rapide des produits solubles, les réactions devaient se poursuivre jusqu'au bout et transformer complètement les substances végétales en gaz carbonique, en méthane et en eau.

Au contraire, la quantité d'eau devant être assez réduite par suite du peu de profondeur et de la stagnation des eaux de la lagune houillère, la solution colloïdale devait se saturer rapidement surtout dans la zone inférieure où elle passait peu à peu à l'état de gel par accolement des granules très avides d'eau. C'est de cette façon que ce serait individualisé successivement les petits lits de Vitrain superposés qui constituent à eux seuls certaines houilles maigres. Ce mode de formation de la pâte colloïdale des charbons se trouve vérifié par l'étude de sa structure physique qui présente de grandes analogies (1) avec celle des gels résultant de la prise de substances colloïdales telles que l'empois d'amidon ou les précipités gélatineux d'oxyde de fer ou d'aluminium.

La concentration de la solution cellulosique n'est d'ailleurs pas le seul phénomène que l'on puisse invoquer pour expliquer la prise de la pâte de la houille, l'action de certains agents ou de certaines diastases pouvant donner des résultats identiques.

Les colloïdes ne forment que des solutions apparentes car ils ne sont pas désagrégés comme les cristalloïdes à l'état de molécule simple, leur dissociation ne va que jusqu'à la formation de corpuscules très petits, mais encore formés d'agrégats de molécules auxquels on a donné le nom de *micelles* et qui restent en suspension dans l'eau de la fausse solution. Ces fausses solutions sont du reste très instables et une faible variation des conditions du mélange suffit pour détruire l'état d'équilibre.

On suppose que les micelles en suspension possèdent

(1) A. DUPARQUE. — *loc. cit. Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 68.

une charge électrique de signe contraire à celle du milieu. Tant que la différence de potentiel entre le colloïde et le solvant est considérable, il y a suspension, lorsque cette différence tend vers zéro il y a coagulation.

De même, les micelles tenues en suspension par le liquide, dont les molécules les soustrayaient à l'action de la pesanteur, reviennent les unes vers les autres en raison de l'adhésion moléculaire. Par l'énergie de surface qui redevient libre, elles se soudent en micelles plus volumineuses qui, à leur tour, s'accollent en formant une masse plus ou moins élastique: la *gelée* ou *coagulum*.

Le pouvoir coagulant des substances salines tient au fait que ce sont des électrolythes.

La coagulation des solutions colloïdales se trouve réalisée par l'action de ferments dont le type est le *Labferment* ou *Présure* qui coagule la caséine du lait. L'*Amylo-coagulase* est un autre ferment qui peut coaguler l'amidon de ses fausses solutions.

Or, toutes ces conditions, qui entraînent la rupture d'équilibre capable d'amener la coagulation des solutions colloïdales, se trouvaient certainement réalisées dans la lagune houillère et pouvaient entraîner la prise de la substance fondamentale telle que je l'ai décrite antérieurement (1).

Cette manière de voir se trouve vérifiée par l'expérimentation dans la fabrication d'un liant d'origine végétale destiné à la confection des briquettes.

Pour fabriquer ce liant (2) on étend sur de grandes aires des débris végétaux (paille, algues, joncs, feuilles mortes, etc.), et on les arrose avec une solution chimique destinée à aider la fermentation. Au bout de deux ou trois mois, le tout est transformé en une masse plastique ou subsistent seules les fibres ligneuses non attaquées, tandis

(1) A. DUPARQUE. — *loc. cit.* *Revue de l'Ind. Min.*, n° 142, p. 501, Saint-Etienne, 1926.

(2) C. H. S. TUPHOLME. — *Colliery Engineering*, décembre 1925.

que les tissus cellulosiques perdent leur structure et sont complètement gélifiés.

Cette masse plastique contenant des fragments de tissus lignifiés présente des analogies de structure frappante avec les variétés de houille que j'ai décrites et figurées (1) sous le nom de Clarain. Elle représente, à mon avis, un état très voisin de celui de ces charbons antérieurement à leur durcissement et à leur fragmentation par suite de la contraction de leur masse colloïdale.

Les autres hydrates de carbone (gommes, mucilages, amidon, sucres) semblent avoir subi le même sort que la cellulose dont ils représentent, du reste, des états de dégradation successifs.

Il y a lieu de noter que l'on rencontre fréquemment des feuilles dont les tissus, qui étaient primitivement riches en substances de réserve (amidons, sucres, etc.), sont fossilisés à l'état d'une masse plus ou moins homogène qui est restée incluse dans la cuticule bien conservée. Ces masses brillantes, souvent visibles à l'œil nu, ont été décrites, jusqu'ici, comme des amas de résine. Elles ne proviennent certainement pas exclusivement de substances ayant dans le végétal vivant le caractère de résine, mais semblent être le résultat de la résinification des substances de réserve dont le protoplasme des cellules de la feuille était chargé.

C'est encore le phénomène de la résinification (caramélisation) qui expliquerait l'insolubilisation des sucres préexistants ou résultant de la dégradation de la cellulose et de l'amidon. La cristallisation provoquée soit par la concentration de la liqueur, soit par des changements dans la constitution du milieu, peut avoir joué un rôle dans la fossilisation de ces cristalloïdes et dans leur incorporation à la substance fondamentale de la houille.

(1) A. DUPARQUE. — *loc. cit.*, *Ann. Soc. Géol. Nord.* t. L, pl. IV, fig. 12 à 13 et 15 à 18, Lille, 1925.

A. DUPARQUE. — *loc. cit.*, *Revue de l'Ind. Min.*, n° 142, pl. II, fig. 9 à 11, Saint-Etienne, 1926.

L'hydrolyse des albuminoïdes a pu également participer à la formation de la substance fondamentale. C'est ainsi que la pâte des charbons de cutine proviendrait de la désagrégation des intines cellulosiques (parois internes de la membrane) des spores et de leur contenu protoplasmique. Cette origine particulière expliquerait les propriétés chimiques différentes (haute teneur en matière volatiles) de cette pâte qui serait la conséquence du rôle, relativement important, joué par les albuminoïdes dans sa formation.

L'étude simultanée des phénomènes et des réactions, qui ont pu affecter les substances cellulosiques dans les marais houillers, des propriétés chimiques de ces mêmes substances et de phénomènes d'expérimentation courante (rouissage du lin, fabrication de liant d'origine cellulosique) nous permet de considérer comme très probable, du moins pour certaines catégories de houille, la théorie de Marcusson qui admet que ces substances cellulosiques ont joué un rôle important dans la synthèse des substances humiques et des combustibles fossiles.

Ce rôle est tel en ce qui concerne les charbons de la deuxième catégorie (Charbons de lignine, p. 442) que si on les envisage au double point de vue de leurs corps figurés et de leur pâte, il convient de les désigner par le terme de *Charbons ligno-cellulosiques*.

CONCLUSIONS

L'étude microscopique de la houille permet, non seulement de déterminer le rôle joué par les différentes substances végétales dans sa formation, mais encore de montrer les relations qui existent entre la composition chimique des substances initiales et les propriétés chimiques de la roche actuelle (1).

(1) Ces relations ont un caractère très général car j'ai pu les établir non seulement par l'examen des charbons du bassin houiller du Nord de la France, mais encore par celui de houilles

Je résumerai brièvement, ici, les principaux résultats obtenus :

1° Contrairement à la théorie émise par certains chimistes, la *Lignine* qui joue un rôle considérable dans la formation de certains lignites et de certaines tourbes, n'entre jamais exclusivement dans la constitution d'une houille.

2° Dans toutes les houilles caractérisées par la présence de corps figurés lignifiés, la *Cellulose* semble avoir joué un rôle au moins aussi important que celui de la lignine, ces rôles étant sensiblement proportionnels au développement de la cellulose et de la lignine dans les corps des végétaux. C'est des substances cellulosiques que proviendrait la pâte (substance fondamentale) si abondante de cette catégorie de combustibles.

3° Contrairement à l'opinion généralement admise, ce n'est pas dans la lignine et dans la cellulose qu'il faut chercher la source principale des produits de la série aromatique que l'on extrait de la houille par distillation.

Les houilles riches en matières volatiles et par conséquent en goudrons (houilles flambantes et houilles grasses à gaz) *doivent être considérées comme dérivant presque exclusivement de la cutine*, c'est-à-dire des spores et des cuticules des plantes houillères.

Cette particularité a pu échapper aux chimistes qui ont étudié les houilles, d'autant plus facilement qu'il était logique de considérer comme sources probables de ces roches, les corps des végétaux de grandes dimensions et formés principalement de cellulose et de lignine, tandis que les substances cutinisées devaient être négligées

provenant du bassin de la Sarre de la Belgique, de l'Angleterre et du Limbourg néerlandais.

Cette étude comparative m'a montré que à propriétés chimiques égales, toutes ces houilles présentent les mêmes structures microscopiques et que tout ce que j'ai dit, antérieurement, concernant les houilles françaises peut leur être appliqué.

comme ne représentant que des quantités peu importantes. La pollinisation est en effet, de nos jours, un phénomène limité aux régions lacustres boisées qui sont assez rares dans nos parages.

L'étude des charbons de cutine nous montre au contraire l'importance et la puissance des phénomènes géologiques. On ne peut comprendre la formation de tels sédiments qu'en admettant, soit une durée très longue de l'ère de dépôt, soit une rapidité prodigieuse de ce dernier, conditionnée par les caractères propres à la flore de cette époque.

4° Si l'on considère que dans les houilles flambantes et dans les houilles à gaz, comme dans les bogheads, la haute teneur en goudrons semble liée à la nature du dépôt initial constitué presque exclusivement de substances apparentées au corps gras (cutine des spores et des cuticules, substances huileuses des algues), on voit que dans les deux cas la nature réalise la synthèse de corps aromatiques aux dépens de corps de la série grasse. Cette constatation n'a rien qui doive nous étonner, car c'est un fait bien connu en chimie organique que l'on passe très facilement de la série aliphatique à la série aromatique, tandis que le phénomène inverse ne se réalise jamais.

Il semble qu'il y a là une indication précise, susceptible d'orienter certaines recherches concernant la synthèse des carburants, car il ne paraît pas impossible qu'une telle synthèse puisse être obtenue par l'homme aux dépens des corps gras puisqu'elle se trouve couramment réalisée dans la nature. Son principal intérêt résiderait dans le fait que la production des corps gras peut être influencée par la volonté de l'homme (culture, élevage).

5° L'étude du rôle des substances végétales, dans la formation des différentes variétés de houille, nous montre que c'est la *nature du dépôt initial* qui a surtout déterminé les propriétés chimiques particulières des houilles flambantes et des houilles à gaz (haute teneur en matières volatiles des charbons de cutine).

Par contre, les houilles à coke et les houilles maigres, qui dérivent de dépôts primitivement identiques ou analogues (charbons de lignine ou charbons ligno-cellulosiques) présentent des différences de composition chimique en rapport avec les *actions secondaires* qui se sont exercées postérieurement à ce dépôt et qui, à partir d'un point de départ commun, ont abouti à la formation de deux variétés distinctes.

L'état actuel de nos connaissances ne nous permet pas de nous rendre compte si cette différence d'évolution est due aux circonstances du dépôt lui-même ou à des actions qui se sont exercées postérieurement au durcissement et à l'enfouissement de la roche combustible sous d'autres sédiments (diagenèse et métamorphisme).

6° Ces actions secondaires, qui nous permettent d'expliquer la formation des houilles à coke et des houilles maigres, à partir de dépôts primitivement semblables, ont certainement affecté les charbons de cutine dont les conditions de gisement sont très voisines, sinon identiques, à celles des deux autres variétés de houille.

D'après les observations que j'ai pu faire jusqu'ici, ces actions n'ont jamais été suffisantes pour faire passer les charbons de spores et de cuticules dans d'autres catégories que celles des houilles flambantes, des houilles grasses à gaz et des houilles grasses proprement dites. C'est vraisemblablement à ces actions, qui se manifestent par un amaigrissement plus ou moins intense, que ces trois dernières catégories de houilles (h. flambantes, h. grasses à gaz, h. grasses proprement dites), qui présentent les mêmes structures microscopiques et dérivent par conséquent de dépôts primitivement identiques, doivent leur existence et les différences de propriétés chimiques qui les caractérisent.

En résumé, l'étude microscopique des charbons du bassin houiller du Nord nous montre que dans la plupart des cas la nature du dépôt initial a été le facteur prépondérant de la différenciation des combustibles. Seule une

étude portant sur un grand nombre d'échantillons provenant de différentes régions et de gisements d'âges différents permettra de préciser le rôle joué par l'autre facteur (diagénèse ou métamorphisme) et de déterminer, en particulier, si dans certaines conditions l'amaigrissement qui en résulte a pu être suffisant pour faire passer des charbons de cutine dans les catégories des houilles à coke et des houilles maigres.

TABLE DES MATIERES.

Terrain dévonien

Coupe des terrains traversés par le sondage de Coquelles, par R. Dehée et G. Dubois, 34. — Sur deux Brachiopodes du calcaire de Ferques, par A.-P. Dutertre, 266.

Terrain carbonifère

Sondages effectués à Tourcoing pour recherche d'eau (Usine de la Belle-Vue, rue d'Avesnes). Echantillons communiqués par M. Elby, 233. — Sondage pour recherche d'eau exécuté à Tourcoing (Boulevard Industriel), en 1924-1925, pour le compte de la Société « Peignage Flipo », par la Société auxiliaire des distributions d'eau, 233. — La présence de *Cleistopora geometrica* dans le calcaire carbonifère de Tournai, par G. Delépine, 397.

Voir également Terrain houiller

Terrain houiller

Observations nouvelles sur le puits naturel dans le terrain houiller de Vicoigne, par R. Dehée, 22. — Note sur le puits naturel dans le terrain houiller de Carvin, par R. Dehée, 32. — Le rôle des tissus lignifiés dans la formation de la houille, par A. Duparque, 51. — Etude sur le mécanisme de la formation des dépôts houillers du Nord de la France, par P. Lecomte, 104. — Note sur la présence de *Levia* à la fosse n° 11 des mines de Nœux, par P. Corsin, 140. — Découverte du niveau marin de Veine Poissonnière à Nœux, par R. Vigier, 143. — Description de deux fossiles du terrain houiller de Nœux (*Anthracosiro Corsini* nov. sp. et *Fayolia Sterzeli* Weiss),

par P. Pruvost, 144. — La structure microscopique des lignites. Comparaison avec la structure microscopique de la houille, par A. Duparque, 179. — Observations sur les *Knorria*, par P. Bertrand, 200. — Remarques sur la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille, par A. Duparque, 212. — Un conglomérat avec galets de charbon dans le terrain houiller de Bruay, par A. Duparque, 318. — Remarques sur les galets de boghead et de gayet du conglomérat de Bruay, par A. Duparque, 353. — Observations sur l'âge des charbons gras de la Sarre, par P. Bertrand, 383. — Sur la position systématique de *Zeilleria avoldensis*, par P. Corsin, 396. — La composition chimique des substances végétales et de la houille. Le rôle des substances végétales dans la formation de la houille, par A. Duparque, 403.

Terrain triasique

Persistance d'ornements colorés chez les fossiles, par A.-P. Dutertre, 202.

Terrain jurassique

Etude sur le Lias des Pyrénées françaises, par G. Du-bar, 19. — Premières observations microscopiques sur les schistes bitumineux du Volgien inférieur, par M. D. Zalesky, 65. — La structure microscopique des lignites. Comparaison avec la structure microscopique de la houille, par A. Duparque, 179. — Persistance d'ornements colorés chez les fossiles, par A.-P. Dutertre, 202. — Note sur la falaise du Noirda à Audresselles (Boulonnais), par A.-P. Dutertre, 205. — Découverte d'un « *Aroides* » dans le Bathonien des Ardennes, par A.-P. Dutertre, 205. — Contribution à l'étude paléontologique du Portlandien du Boulonnais, par A.-P. Dutertre, 240.

Terrain crétacé

Observations nouvelles sur le puits naturel dans le terrain houiller de Vicoigne, par R. Dehée, 22. — Coupe des terrains traversés par le sondage de Coquelles, par R. Dehée et G. Dubois, 34. — Sur la présence de la craie à Bélemnitelles (craie de Meudon) à la fosse St-Aybert des mines de Thivencelles, par R. Dehée, 137. — La structure microscopique des lignites. Comparaisons avec la structure microscopique de la houille, par A. Duparque, 179. — Un échinide rare de la craie du Nord de la France (*Cardiaster Cotteaui* d'Orb.), par R. Dehée, 191. — Sondage pour recherche d'eau exécuté à Tourcoing (Boulevard Industriel), en 1924-25, pour le compte de la Société « Peignage Flipo », par la Société auxiliaire des distributions d'eau, 233. — Compte-rendu de la Réunion extraordinaire annuelle de la Société Géologique du Nord aux environs de Solesmes, le 13 juin 1926, 234. — Profondeur de la surface de la craie aux environs de Rue (Somme), par A. Briquet, 392. — Présentation d'*Aucellina gryphaeoides* Sow. avec test conservé, provenant de la gaize de l'Argonne, par G. Dubois, 394.

Terrain tertiaire

Sur la présence de la craie à Bélemnitelles (craie de Meudon) à la fosse St-Aybert des mines de Thivencelles, par R. Dehée, 137. — Contribution à l'étude du *Mastodon turicensis* Schintz, par G. Pontier, 149. — Sur la grande mutation du *Mastodon longirostris* Kaup, par G. Pontier, 165. — La structure microscopique des lignites. Comparaison avec la structure microscopique de la houille, par A. Duparque, 179. — Persistance d'ornements colorés chez les fossiles, par A.-P. Dutertre, 202. — Sondage pour recherche d'eau effectué à Tourcoing (Boulevard Industriel), en 1924-25, pour le compte de la Société « Peignage Flipo », par la Société auxiliaire des

distributions d'eau, 233. — Compte-rendu de la réunion extraordinaire annuelle de la Société Géologique du Nord aux environs de Solesmes, le 13 juin 1926, 234. — Extension du Pliocène sur le Boulonnais, par A.-P. Dutertre et P. Deffontaines, 250. — Végétaux fossiles des argiles à Poissons de La Chaussairie et de Lormandière à Chartres (Ille-et-Vilaine), par G. Depape, 272.

Terrain quaternaire

Observations géologiques et physiographiques dans la région littorale au sud du Boulonnais (Estuaire de la Canche, environs de Camiers), par A.-P. Dutertre, 3. — Coupe des terrains traversés par le sondage de Coquelles, par R. Dehée et G. Dubois, 34. — Révision des os de Castor conservés au Musée Gosselet, par G. Dubois, 41. — Dunes et cordons littoraux dans l'agglomération de Calais, par G. Dubois, 129. — Sur la présence de la craie à Bélemnitelles (craie de Meudon), à la fosse St-Aybert des mines de Thiveneelles, par R. Dehée, 137. — Molaire de Mammoth provenant des limons de la falaise de Sangatte, par G. Dubois et G. Pontier, 171. — Osteométrie de l'*Ursus arctos* fossile de Beuvry, par G. Dubois, 174. — Coupe d'un bord de terrasse à Lambres (P.-de-C.), par G. Dubois, 195. — Persistance d'ornements colorés chez les fossiles, par A.-P. Dutertre, 202. — Note sur la falaise du Noirda à Audresselles (Boulonnais), par A.-P. Dutertre, 205. — Sondage pour recherche d'eau exécuté à Tourcoing (Boulevard Industriel), en 1924-25, pour le compte de la Société « Peignage Flipo », par la Société auxiliaire des distributions d'eau, 233. — Compte-rendu de la réunion extraordinaire annuelle de la Société Géologique du Nord, aux environs de Solesmes, le 13 juin 1926, 234. — Extension du Pliocène sur le Boulonnais, par A.-P. Dutertre et P. Deffontaines, 250. — Découverte d'une station tardenoisienne aux Noires-Mottes, par P. Deffontaines, 259. — Observations complémentaires sur les formations

quaternaires du bassin de Wissant (Pas-de-Calais), par A.-P. Dutertre, 260. — Observations sur un échantillon d'alluvion tourbeuse de Lille, par G. Dubois, 267. — Les noisettes de la tourbe du Nord de la France, par G. Dubois, 274. — L'estran devant Gravelines, par G. Dubois, 281. — Un recul local du littoral à Loon-Plage, par G. Dubois, 361. — Profondeur de la surface de la craie aux environs de Rue (Somme), par A. Briquet, 392. — Le Haut-Guemps, par G. Dubois, 397.

Tectonique

Coupe des terrains traversés par le sondage de Coquelles, par R. Dehée et G. Dubois, 34. — Extension du Pliocène sur le Boulonnais, par A.-P. Dutertre et P. Deffontaines, 250.

Paléozoologie

Observations géologiques et physiographiques dans la région littorale au sud du Boulonnais (Estuaire de la Canche, environs de Camiers), par A.-P. Dutertre, 3. — Etudes sur le Lias des Pyrénées françaises, par G. Dubar, 19. — Coupe des terrains traversés par le sondage de Coquelles, par R. Dehée et G. Dubois, 34. — Révision des os de Castor conservés au Musée Gosselet, par G. Dubois, 41. — Premières observations microscopiques sur le schiste bitumineux du Volgien inférieur, par M. D. Zalessky, 65. — Sur la présence de la craie à Bélemnites (craie de Meudon), à la fosse St-Aybert des mines de Thivencelles, par R. Dehée, 137. — Note sur la présence de *Leaia* à la fosse n° 11 des mines de Nœux, par P. Corsin, 140. — Découverte du niveau marin de Veine Poissonnière à Nœux, par R. Vigier, 143. — Description de deux fossiles du terrain houiller de Nœux (*Anthracosiro Corsini* nov. sp. et *Fayolia Sterzeli* Weiss), par P. Pruvost, 144. — Contribution à l'étude du *Mastodon turi-*

censis Schintz, par G. Pontier, 149. — Sur la grande-mutation du *Mastodon longirostris* Kaup, par G. Pontier, 165. — Molaire de Mammouth provenant des limons de la Falaise de Sangatte, par G. Dubois et G. Pontier, 171. — Ostéométrie de l'*Ursus arctos* fossile de Beuvry, par G. Dubois, 174. — Un Echinide rare de la Craie du Nord de la France (*Cardiasler Cotteaui* d'Orb.), par R. Dehée, 191. — Persistance d'ornements colorés chez les fossiles, par A.-P. Dutertre, 202. — Note sur la falaise du Noirda à Audresselles (Boulonnais), par A.-P. Dutertre, 205. — Découverte d'un « *Aroides* » dans le Bathonien des Ardennes, par A.-P. Dutertre, 211. — Contribution à l'étude paléontologique du Portlandien du Boulonnais, par A.-P. Dutertre, 240. — Observations complémentaires sur les formations quaternaires du bassin de Wissant (Pas-de-Calais), par A.-P. Dutertre, 260. — Sur deux Brachiopodes du calcaire de Ferques, par A.-P. Dutertre, 266. — Observations sur un échantillon d'alluvion tourbeuse de Lille, par G. Dubois, 267. — L'estran devant Gravelines, par G. Dubois, 281. — Un recul local du littoral à Loon-Plage, par G. Dubois, 361. — Présentation d'*Aucellina gryphaeoides* Sow. avec test conservé provenant de la gaize de l'Argonne, par G. Dubois, 394. — La présence de *Cleistopora geometrica* dans le calcaire carbonifère de Tournai, par G. Delépine, 397. — Le Haut-Guemp, par G. Dubois, 397.

Paléobotanique

Observations nouvelles sur le puits naturel dans le terrain houiller de Vicoigne, par R. Dehée, 22. — Le rôle des tissus lignifiés dans la formation de la houille, par A. Duparque, 51. — Premières observations microscopiques sur le schiste bitumineux du Volgien inférieur, par M. D. Zalessky, 65. — Note sur la présence de *Leuia* à la fosse n° 11 des mines de Nœux, par P. Corsin, 140. — Découverte du niveau marin de Veine Poissonnière à Nœux, par R. Vigier, 143. — La structure microscopique

des lignites. Comparaison avec la structure microscopique de la houille, par A. Duparque, 179. — Observations sur les *Knorria*, par P. Bertrand, 200. — Découverte d'un « *Aroïdes* » dans le Bathonien des Ardennes, par A.-P. Dutertre, 211. — Contribution à l'étude paléontologique du Portlandien du Boulonnais, par A.-P. Dutertre, 240. — Observations sur un échantillon d'alluvion tourbeuse de Lille, par G. Dubois, 267. — Végétaux fossiles des argiles à Poissons de la Chaussairie et de Lormandière à Chartres (Ille-et-Vilaine), par G. Depape, 272. — Les noisettes de la tourbe du Nord de la France, par G. Dubois, 274. — Un conglomérat avec galets de charbon dans le terrain houiller de Bruay, par A. Duparque, 318. — Remarques sur les galets de boghead et de gayet du conglomérat de Bruay, par A. Duparque, 353. — Observations sur l'âge des charbons gras de la Sarre, par P. Bertrand, 383. — Sur la position systématique de *Zeilleria avoldensis*, par P. Corsin, 396. — La composition chimique des substances végétales et de la houille. Le rôle des substances végétales dans la formation de la houille, par A. Duparque, 403.

Préhistoire

Découverte d'une station tardenoisienne aux Noires-Mottes, par P. Deffontaines, 269.

Minéralogie et Lithologie

Coupe des terrains traversés par le sondage de Coquelles, par R. Dehée et G. Dubois, 34. — Le rôle des tissus lignifiés dans la formation de la houille, par A. Duparque, 51. — Premières observations microscopiques sur les schistes bitumineux du Volgien inférieur, par M.-D. Zalessky, 65. — La structure microscopique des lignites. Comparaison avec la structure microscopique de la houille, par A. Duparque, 179. — Coupe d'un bord de

terrasse à Lambres (P.-de-C.), par G. Dubois, 195. — Remarques sur la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille, par A. Duparque, 212. — Observations complémentaires sur les formations quaternaires du bassin de Wissant (P.-de-C.), par A.-P. Dutertre, 260. — Observations sur un échantillon d'alluvion tourbeuse de Lille, par G. Dubois, 267. — L'estran devant Gravelines, par G. Dubois, 281. — Un conglomérat avec galets de charbon dans le terrain houiller de Bruay, par A. Duparque, 318. — Remarques sur les galets de boghead et de gayet du conglomérat de Bruay, par A. Duparque, 353. — Un recul local du littoral à Loon-Plage, par G. Dubois, 361. — Le Haut-Guempes, par G. Dubois, 397. — La composition chimique des substances végétales et de la houille. Le rôle des substances végétales dans la formation de la houille, par A. Duparque, p. 403.

Géographie physique et phénomènes actuels

Observations géologiques et physiographiques dans la région littorale au sud du Boulonnais (Estuaire de la Canche, environs de Camiers), par A.-P. Dutertre, 3. — Observations nouvelles sur le puits naturel dans le terrain houiller de Vieoigne, par R. Dehée, 22. — Note sur le puits naturel dans le terrain houiller de Carvin, par R. Dehée, 32. — Etude sur le mécanisme de la formation des dépôts houillers du Nord de la France, par P. Lecomte, 104. — Dunes et cordons littoraux dans l'agglomération de Calais, par G. Dubois, 129. — Coupe d'un bord de terrasse à Lambres (P.-de-C.), par G. Dubois, 195. — Note sur la falaise du Noirda à Audresselles (Boulonnais), par A.-P. Dutertre, 205. — Extension du Pliocène, par A.-P. Dutertre et P. Deffontaines, 250. — Observations complémentaires sur les formations quaternaires du bassin de Wissant (P.-de-C.), par A.-P. Dutertre, 260. — L'estran devant Gravelines, par G. Dubois, 281. — Un recul local du littoral à Loon-Plage, par G. Dubois, 361. — Le Haut-Guempes, par G. Dubois, 397.

Géologie appliquée

Prix Léonard Danel, attribué en 1925, par la Société des Sciences de Lille, à M. Paul Georges, Ingénieur en chef des Mines, de l'arrondissement minéralogique d'Arras, par Ch. Barrois, 14.

Hydrologie

Note sur le puits naturel dans le terrain houiller de Carvin, par R. Dehée, 32. — Sondage effectué à Tourcoing pour recherche d'eau (Usine de la Belle-Vue, rue d'Avesnes). Echantillons communiqués par M. Elby, 233. — Sondage pour recherche d'eau exécuté à Tourcoing (Boulevard Industriel), en 1924-25, pour le compte de la Société « Paignage Flipo », par la Société Auxiliaire des distributions d'eau, 233. — Présentation d'*Aucellina gryphaeoides* Sow. avec test conservé, provenant de la gaize de l'Argonne, par G. Dubois, 394. — Le Haut-Guempis, par G. Dubois, 397.

Sondages

Nord: Vicoigne, 25. — St-Aybert, 137. — Tourcoing, rue d'Avesnes, 233. — Tourcoing, Boulevard Industriel, 233.

Pas-de-Calais: Coquelles, 34. — Guempis, 400. — Offekerque, 400, 401.

Somme: Rue, 392.

Ardennes: Autry, 394.

Excursions

Compte-rendu de la Réunion extraordinaire annuelle de la Société Géologique du Nord aux environs de Solesmes, le 13 juin 1926, 234.

Discours

Allocution à la réunion extraordinaire annuelle, par L. Dollé, 237. — Allocution à la réunion extraordinaire, par J. Godin, 238. — Allocution à la réunion extraordinaire, par Ch. Barrois, 238.

Félicitations et Distinctions honorifiques

L. Dollé, 2. — P. Georges, 2. — Lt-Cel Lamouche, 2. — G. Dubar, 2. — P. Pruvost, 272.

Nécrologie

Bestel, 2. — Béziers, 2. — Villet, 2. — Lohest, 383.

Délégations

G. Delépine, 272. — G. Dubois, 272.

Divers

Publication du Tome IX des *Mémoires de la Société Géologique du Nord* (Etudes sur le Lias des Pyrénées françaises, par G. Dubar), 2. — Présentation de l'Atlas des fossiles caractéristiques, 2^e fascicule, par le Lt-Cel Lamouche, 272.

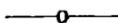


TABLE DES AUTEURS

Barrois (Ch) — Prix Léonard Danel, attribué en 1925, par la Société des Sciences de Lille, à M. Paul Georges, Ingénieur en chef des Mines, de l'arrondissement minéralogique d'Arras, 14. — Allocution à la réunion extraordinaire, 238.

Bertrand (Paul) — Observations sur les *Knorria*, 200. — Observations sur l'âge des charbons gras de la Sarre, 383.

Briquet (A.) — Profondeur de la surface de la craie aux environs de Rue (Somme), 392.

Corsin (Paul). — Note sur la présence de *Leaia* à la fosse n° 11 des mines de Nœux, 140. — Sur la position systématique de *Zeilleria avoldensis*, 396.

Deffontaines (P) — Découverte d'une station tarde-noisienne aux Noires-Mottes, 259.

Voir aussi **Dutertre (A.P.)** et **Deffontaines (P.)**.

Dehée (René). — Observations nouvelles sur le puits naturel dans le terrain houiller de Vicoigne, 22. — Note sur le puits naturel dans le terrain houiller de Carvin, 32. — Sur la présence de la craie à Bélemnitelles (craie de Meudon) à la Fosse St-Aybert des mines de Thivencelles, 137. — Un Echinide rare dans la craie du Nord de la France (*Cardiaster Cotteau* d'Orb), 191.

Dehée (R.) et Dubois (G.) — Coupe des terrains traversés par le sondage de Coquelles, 34.

Voir aussi **Dehée (R.)** et **Dubois (G.)**

Delépine (G.) — La présence de *Cleistopora geometrica* dans le calcaire carbonifère de Tournai, 397.

Depape (G.) — Végétaux fossiles des argiles à Poissons de La Chaussaire et de Lormandière à Chartres (Ille-et-Vilaine), 272.

Dollé (L.) — Allocution à la Réunion extraordinaire, 238.

Dubar (G.) — Etudes sur le Lias des Pyrénées françaises, 19.

Dubois Georges. — Révision des os de *Castor* conservés au Musée Gosselet, 41. — Dunes et cordons littoraux dans l'agglomération de Calais, 129. — Ostéométrie de l'*Ursus arctos* fossile de Beuvry, 174. — Coupe d'un bord de terrasse à Lambres (P.-de-C.), 195. — Observations sur un échantillon d'alluvion tourbeuse de Lille, 267. — Les noisettes de la tourbe du Nord de la France, 274. — L'estran devant Gravelines, 281. — Un recul local du littoral à Loon-Plage, 361. — Présentation d'*Aucellina gryphaeoides* Sow. avec test conservé provenant de la gaize de l'Argonne, 394. — Le Haut-Guemps, 397.

Voir aussi **Dehéé (R.) et Dubois (G.)**.

Dubois (G.) et Pontier (G.) — Molaire de Mammouth provenant des limons de la falaise de Sangatte, 171.

Duparque (A.) — Le rôle des tissus lignifiés dans la formation de la houille, 51. — La structure microscopique des lignites. Comparaison avec la structure microscopique de la houille, 179. — Remarques sur la nature des quatre constituants macroscopiques de la houille, 212. — Un conglomérat avec galets de charbon dans le terrain houiller de Bruay, 318. — Remarques

sur les galets de boghead et de gayet du conglomérat de Bruay, 353. — La composition chimique des substances végétales et de la houille. Le rôle des substances végétales dans la formation de la houille, 403.

Dutertre (A.-P.)— Observations géologiques et physiographiques dans la région littorale au sud du Boulonnais (Estuaire de la Canche, environs de Camiers), 3. — Persistance d'ornements colorés chez les fossiles, 202. — Note sur la falaise du Noirda à Audresselles (Boulonnais), 205. — Découverte d'un « *Aroides* » dans le Bathonien des Ardennes, 211. — Contribution à l'étude paléontologique du Portlandien du Boulonnais, 240. — Observations complémentaires sur les formations quaternaires du bassin de Wissant (P.-de-C.), 260. — Sur deux Brachiopodes du calcaire de Ferques, 266.

Voir aussi **Dutertre (A.-P.) et Defontaine (P.)**

Dutertre (A.-P.) et Defontaine (P.) — Extension du Pliocène sur le Boulonnais, 250.

Elby. — Sondage effectué à Tourecoing pour recherche d'eau (Usine de la Belle-Vue, rue d'Avesnes). Echantillons communiqués par M. Elby, 233.

Godon (J.) — Allocution à la réunion extraordinaire, 238.

Lecomte (Paul.)— Etude sur le mécanisme de la formation des dépôts houillers du Nord de la France, 104.

Pontier (G.) — Contribution à l'étude du *Mastodon turicensis* Schintz. 149. — Sur la grande mutation du *Mastodon longirostris* Kaup, 165.

Voir aussi **Dubois (G.) et Pontier (G.)**

Prüvost (P.) — Description de deux fossiles du terrain houiller de Nœux (*Anthracosiro Corsini* nov. sp. et *Fayolia Sterzeli* Weiss), 144.

Société auxiliaire des distributions d'eau. — Sondage pour recherche d'eau exécuté à Tourcoing (Boulevard Industriel), en 1924-25, pour le compte de la Société « Peignage Flipo », 233.

Vigier (R.). — Découverte du niveau marin de Veine Poissonnière à Nœux, 143.

Zallessky (M.-D.) — Premières observations microscopiques sur le schiste bitumineux du Volgien inférieur, 65.

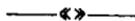


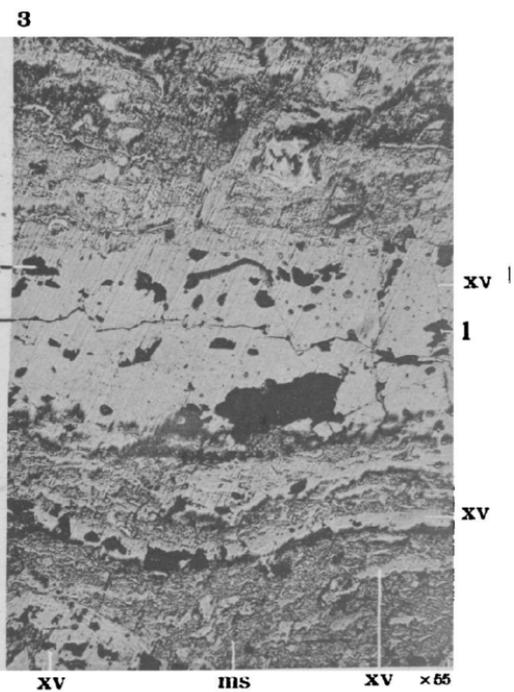
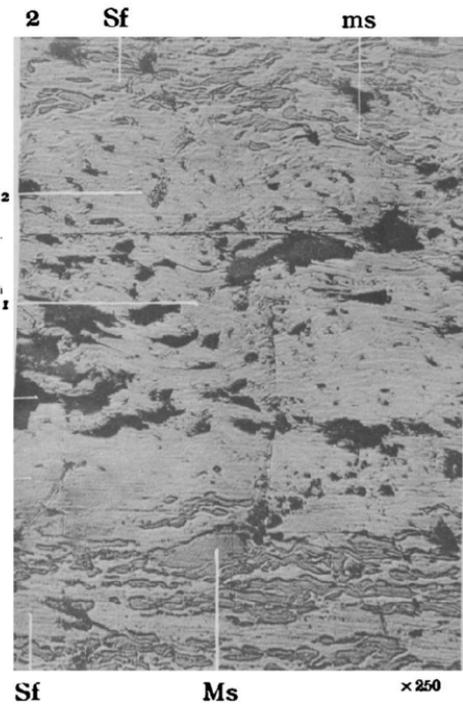
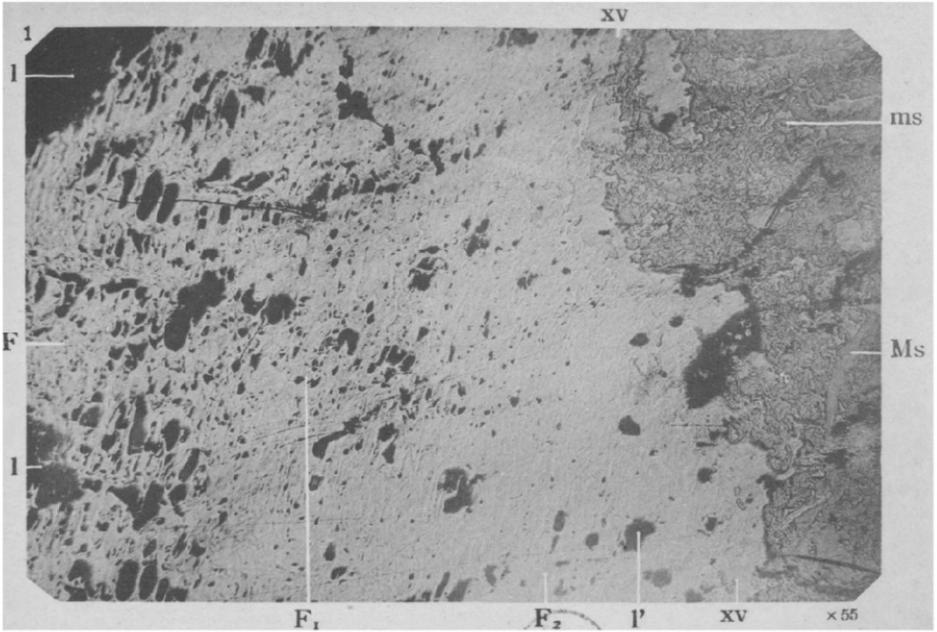
TABLE DES PLANCHES

- PLANCHE I. — **A. Duparque.** — Tissus lignifiés dans le durain p. 62
- » II à VI. — **M.-D. Zalesski.** — Schistes bitumineux du Volgien inférieur.. p. 99
- » VII. — **P. Pruvost.** — *Anthracosiro Corsini* Pruv.; *Fayolia Sterzeli* Weiss p. 149
- » VIII. — **G. Pontier.** — *Mastodon turicensis*. p. 165
- » IX. — **G. Pontier.** — Molaires de Mastodontes: *M. angustidens* Cu vier et *M. longirostris* Kaup. p. 170
- » X. — **G. Dubois et G. Pontier** — Molaire de Mammouth (m 1/g) provenant des limons de la falaise de Sangatte p. 171
- » XI. — **A. Duparque.** — Structure microscopique des lignites p. 189
- » XII. — **R. Dehée.** — *Cardiaster Cotteau* d'Orbigny. p. 195
- » XIII. — **A. Duparque.** — Fragments de Durain de la houille bréchoïde de Bruay. p. 318
- » XIV. — **G. Dubois.** — Loon-Plage.. p. 381
-

DATES DE PUBLICATION DES FASCICULES DU TOME LI (1926)

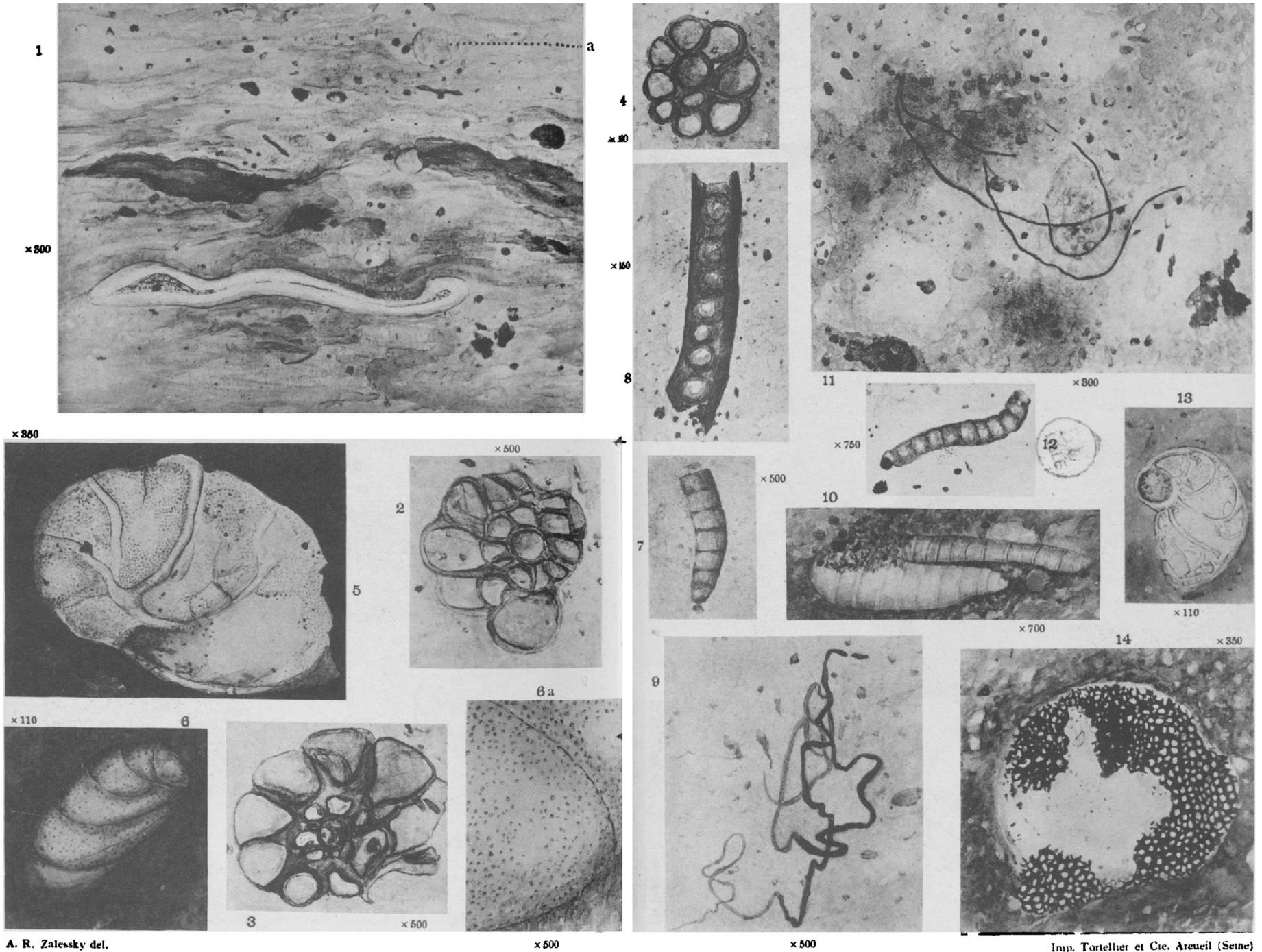
FASCICULE	I.	Juin 1926
»	II.	Décembre 1926
»	III.	Mars 1927
»	IV.	Juillet 1927

— « o » —

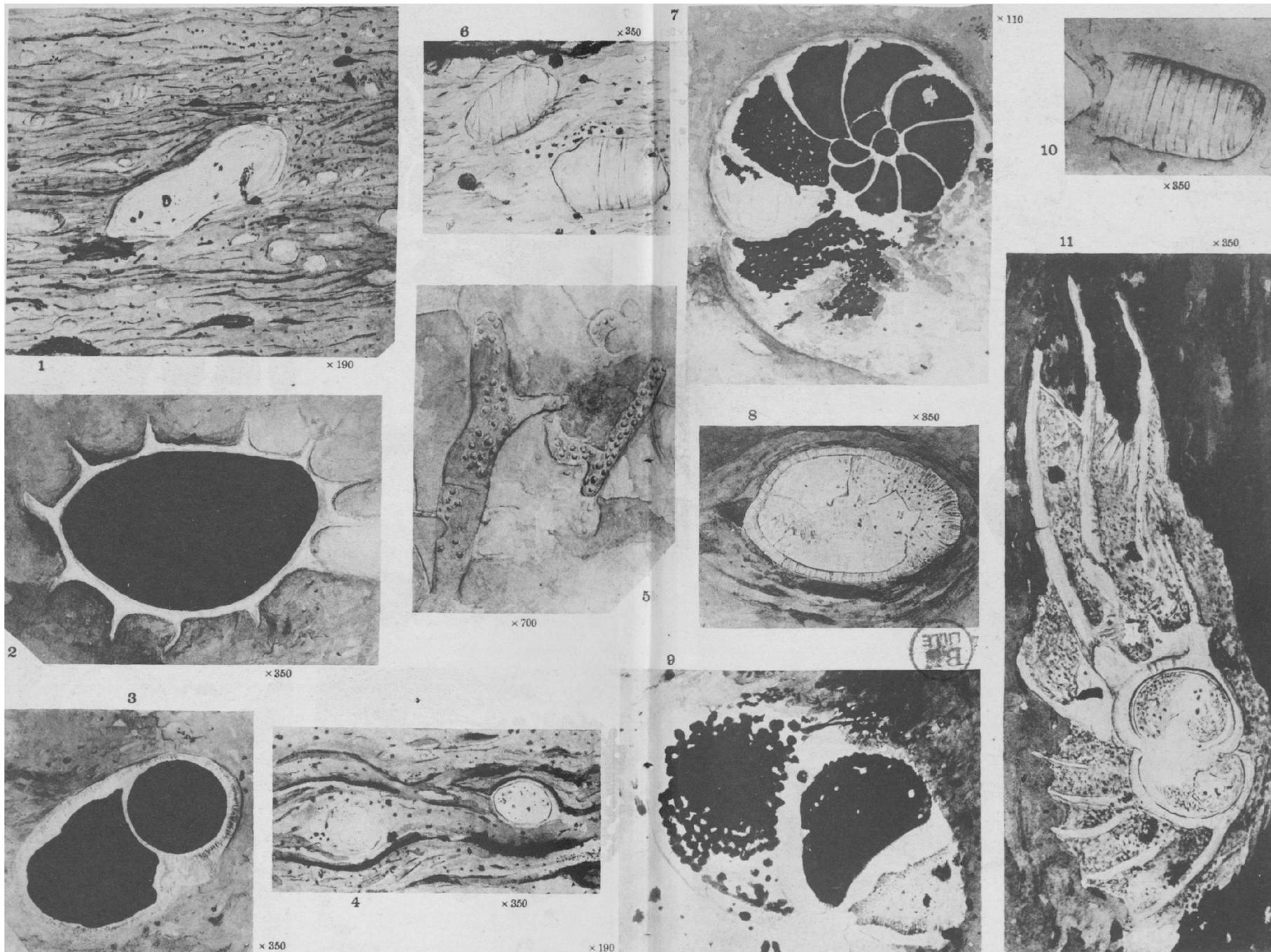


Glichés A. Duparque

Imp. Tortellier et Cie, Arcueil (Seine)



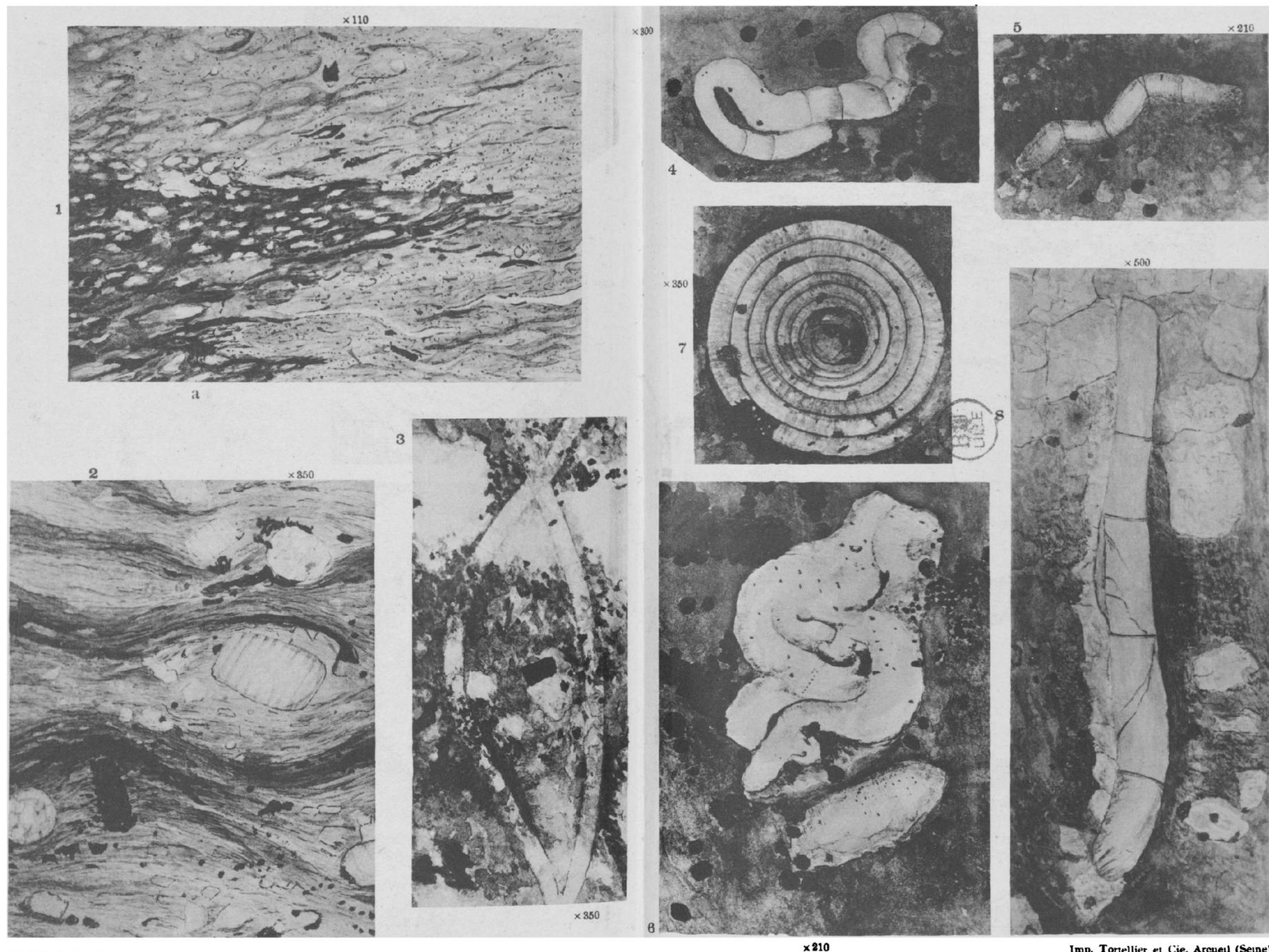
SCHISTES DÉTRUITES PAR VOLCANES INÉRIENS



A. R. Zalessky del.

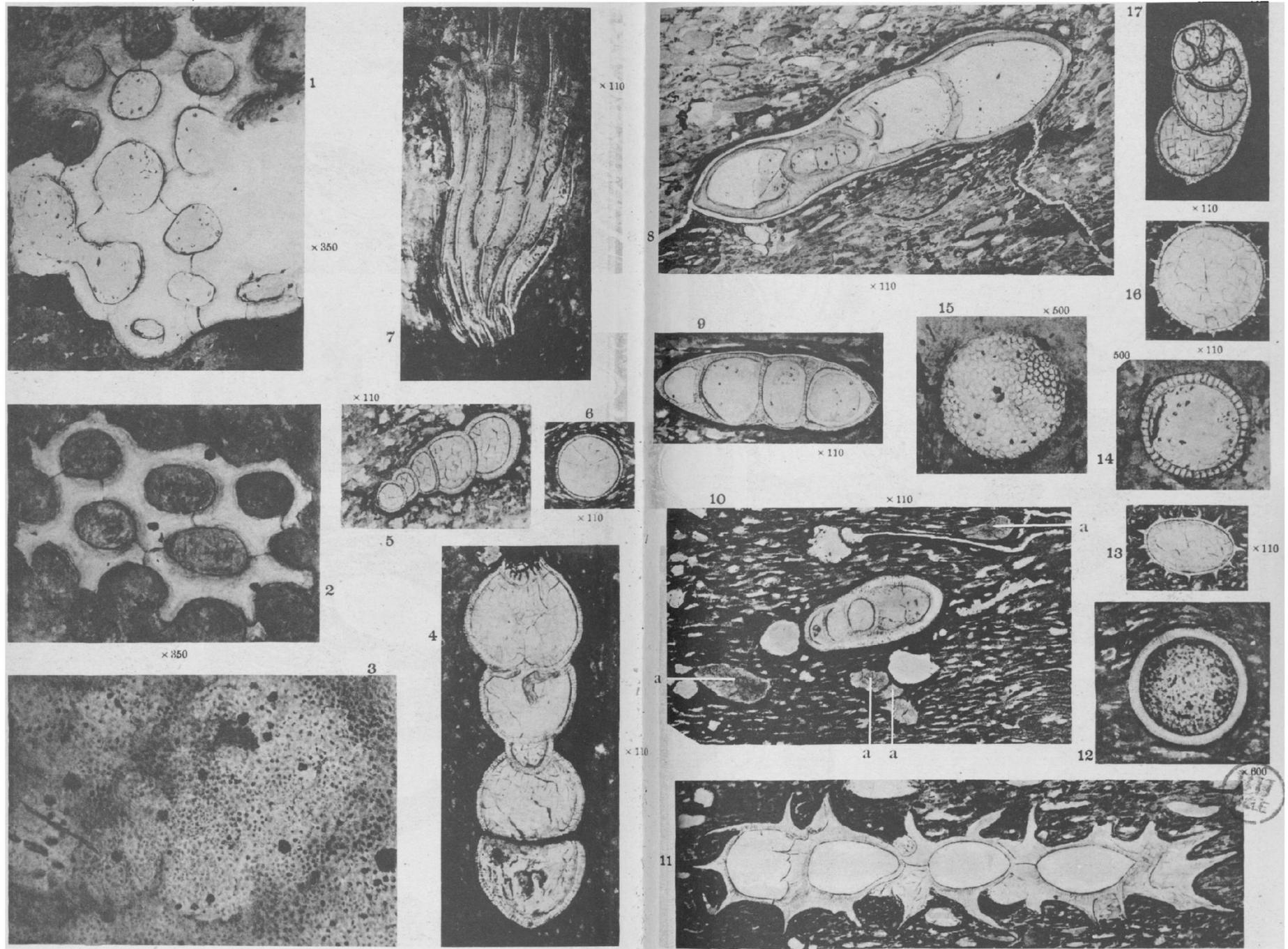
Imp. Tortellier et Cie. Arcueil (Seine)

SCHISTES BITUMINEUX DE VOLGIE INFÉRIEUR



A. R. Zalessky del.

Imp. Torrellier et Cie. Arrouel (Seine)



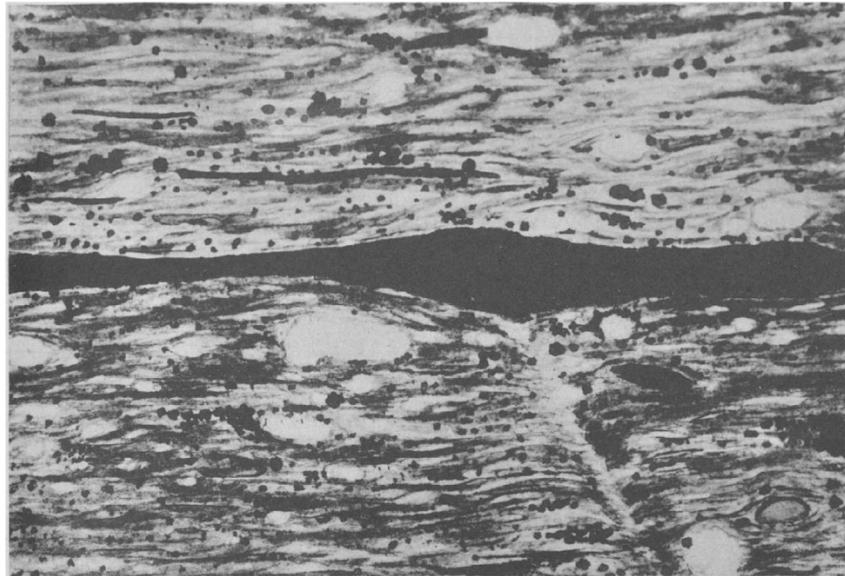
A. R. Zalesky del.

x 800

x 110

Imp. Tortellier et Cie. Arcueil (Seine)

SCHISTES BITUMINEUX DU VOLGIEN INFÉRIEUR



× 115

1

× 115

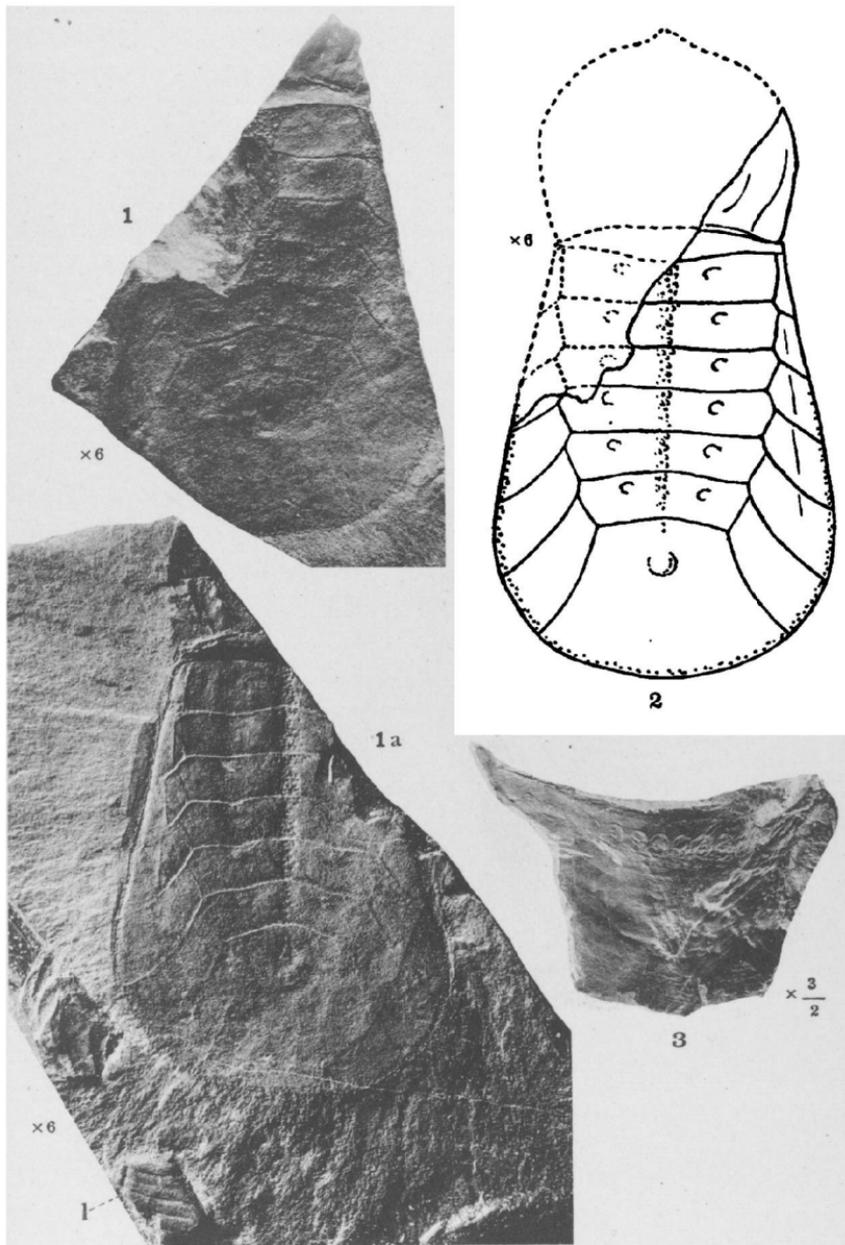
2



A. R. Zalessky del.

Imp. Tortellier et Cie, Arcueil (Seine)

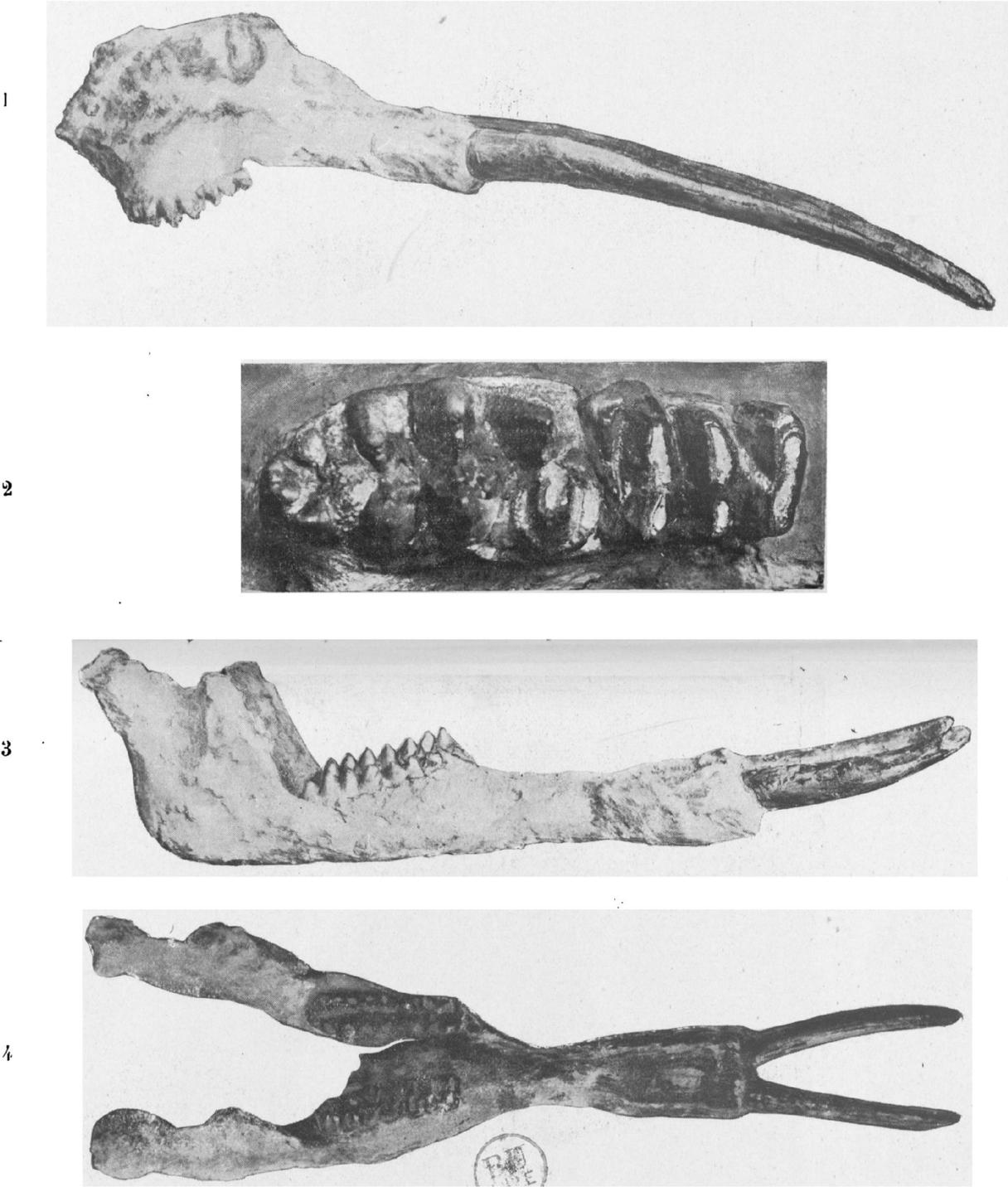
SCHISTES BITUMINEUX DU VOLGIEN INFÉRIEUR



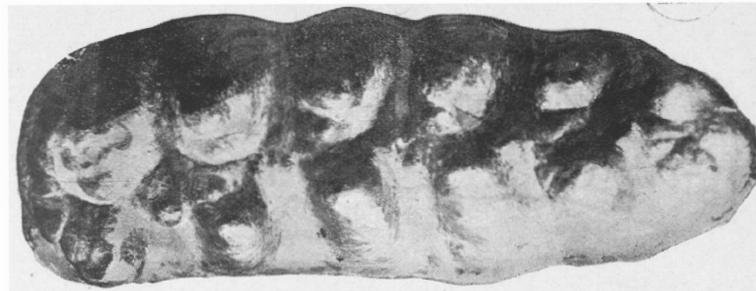
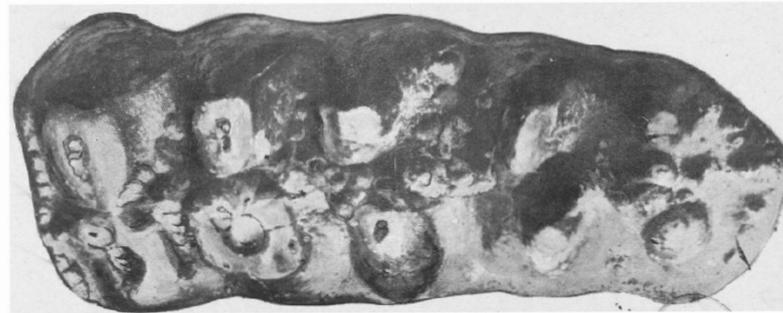
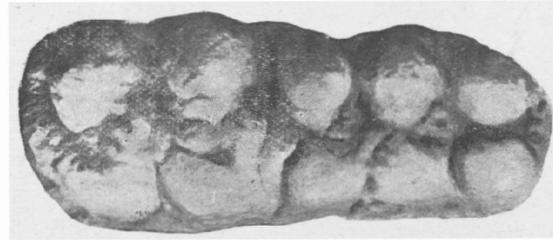
P. Corsin Phot.

Imp. Tortellier et Cie, Arcueil (Seine)

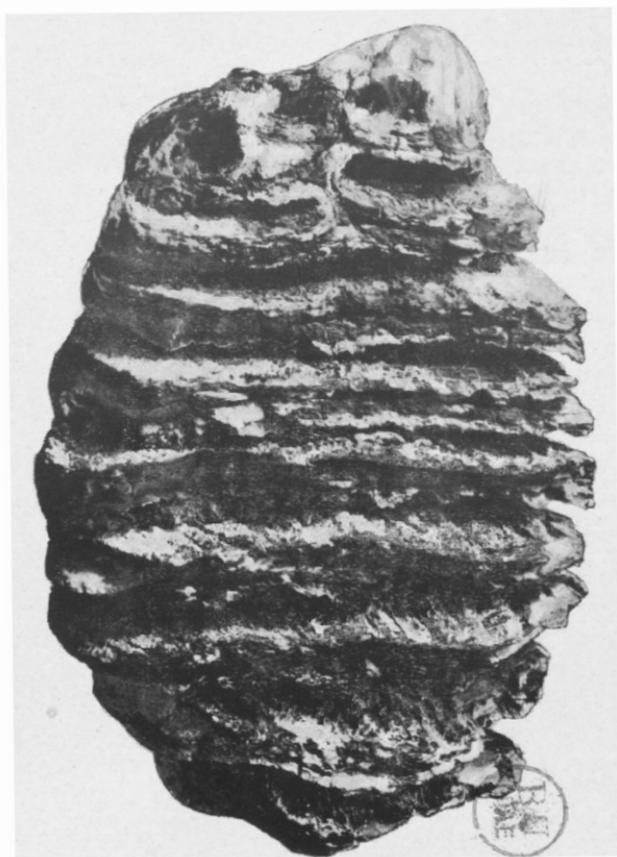
***Anthracosiro Corsini* PRUV.**
***Fayolia Sterzeli* WEISS.**



MASTODON TURICENSIS

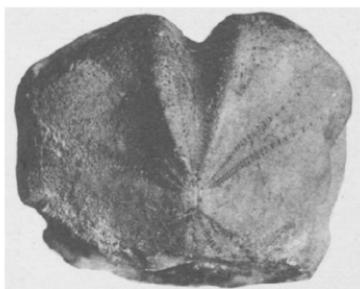


MOLAIRES DE MASTODONDES
M. angustidens Cuvier et *M. longirostris* Kaup



MOLAIRE DE MAMMOUTH (m 1/g)
PROVENANT DES LIMONS DE LA FALAISE DE SANGATTE

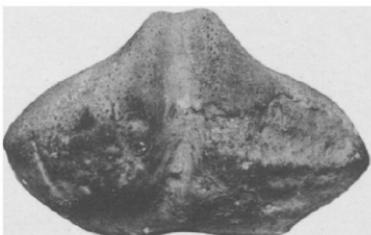
G. DUBOIS, PHOTO



1



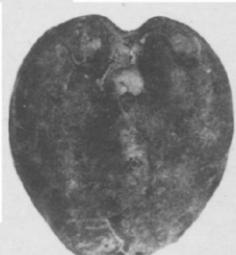
1a



1b



2



2c



2a



2b

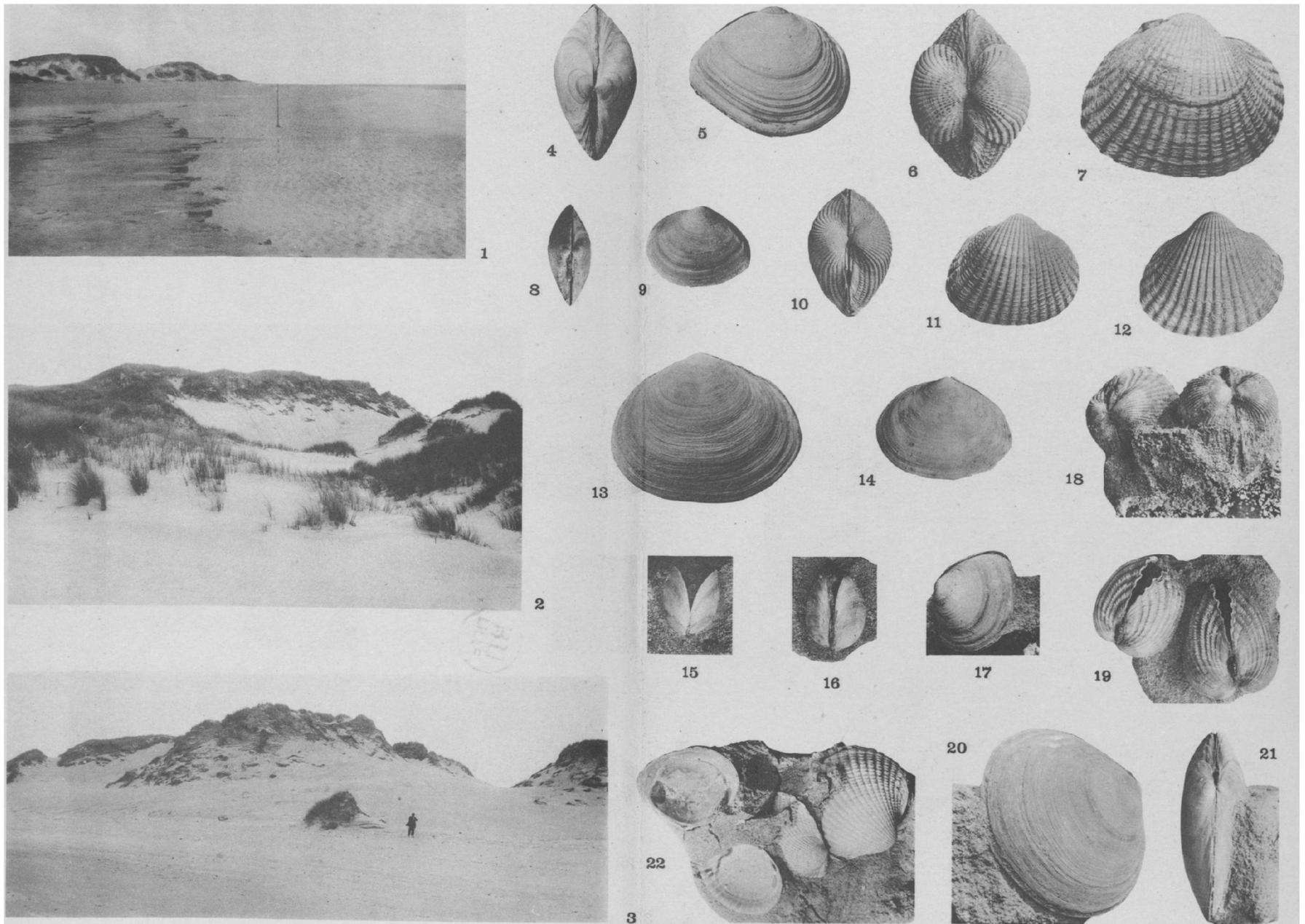


2d

Phot. R. Dehée

Imp. Tortellier et Cie. Arcueil (Seine)

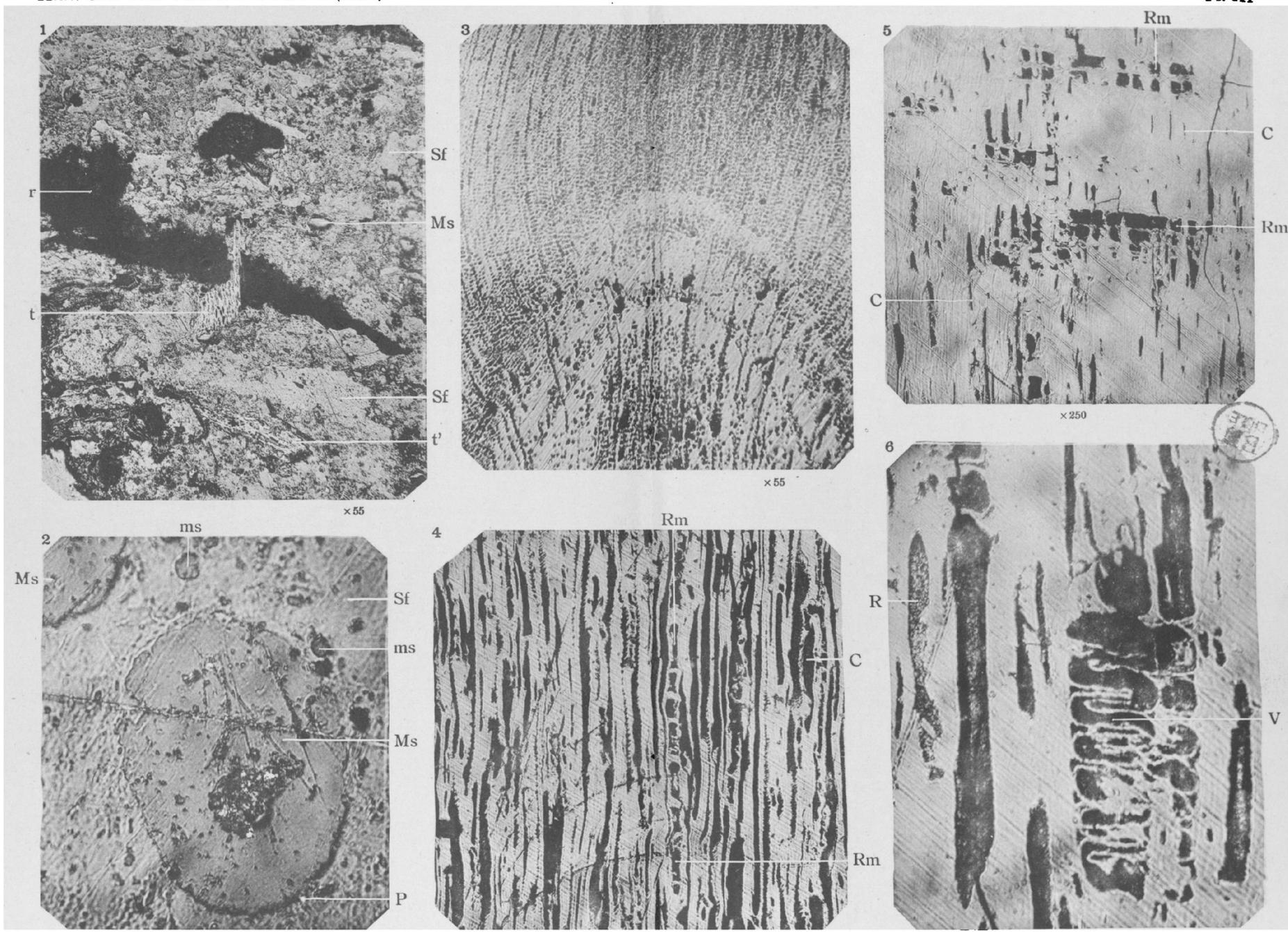
***Cardiaster Cotteau* D'ORBIGNY**



G. Dubois Phot.

Imp. Tortellier et Cie, Arceuil (Seine)

LOON - PLAGES



Clichés A. Duparque

$\times 780$

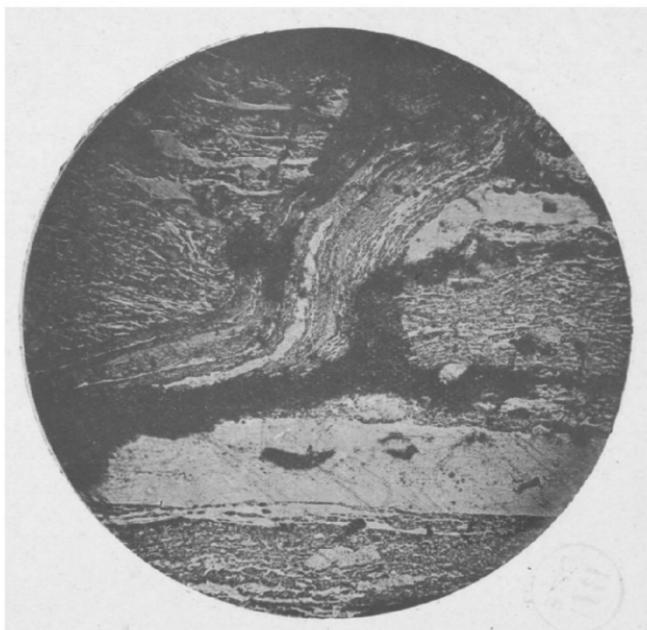
$\times 250$

$\times 780$

Imp. Tortellier et Cie. Arcueil (Seine)

STRUCTURE MICROSCOPIQUE DES LIGNITES

FIG. 1



× 30

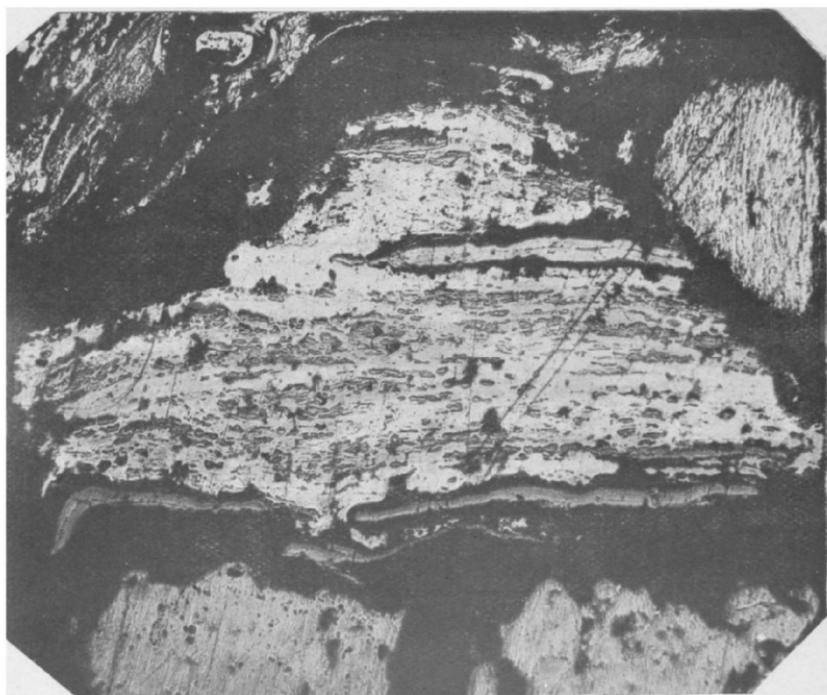


FIG. 2

Fragments de Durain

× 50

de la Houille bréchoïde de Bruay
IRIS - LILLIAD - Université Lille 1